

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

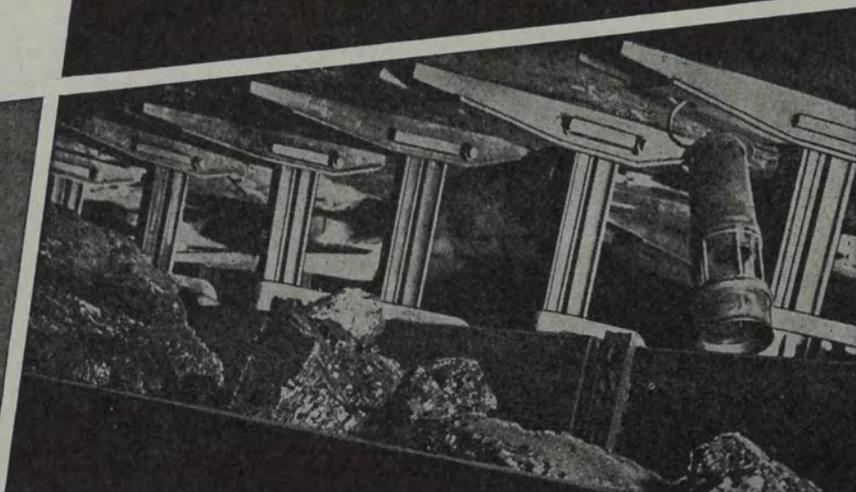
**INSTITUT NATIONAL DE
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

Directie - Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE STEENKOLENNIJVERHEID**

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban — Tél. 32.21.98

Renseignements statistiques. — J. Van Ham : Dommages aux constructions. — J. Saucez : Application dans les chantiers chauds des résultats de l'étude scientifique du travail humain. — G. Mignon : Rabots adaptables et rabots à ancre dans l'Arrondissement de Charleroi-Est. — G. Delauw : Aspect économique des problèmes posés par l'électromécanisation des travaux souterrains. — J.M. Graulich : Résultats du sondage de Soumagne. — Inichar : Revue de la littérature technique.



ETANCONS A QUATRE FACES DE SERRAGE
AVEC BELETTE ARTICULEE ATTACHEE,
équipant une taille
mécanisée de 70 cm d'ouverture et 30° de pente.

ETANCONS
A QUATRE FACES DE SERRAGE · AVEC
TETE UNIVERSELLE OU AVEC BELETTE
ARTICULEE ATTACHEE · ETANCONS
A LAMELLES · ETANCONS-PILES · ETANCONS
HYDRAULIQUES · BELES ARTICULEES
"VANWERSCH" ACCESSOIRES



RHEINSTAHL WANHEIM GMBH
DUISBURG-WANHEIM

Représenté en Belgique par:
A. LAHOU S.P.R.L. - DIEST
Téléphone: 013-313.80



Allô ...

**Deux combinés
+ un fil
... déjà
une installation
de sécurité
Fernsig**



Alors,

**puisque vous ne
pouvez vous passer
du téléphone au jour,
pourquoi ne pas
en disposer aussi
au fond ?**



97, avenue Defré
BRUXELLES 18

TABLE DES ANNONCES

<i>A.C.E.C.</i> — Six usines spécialisées	4 ^e couv.	<i>Foraky.</i> — Puits de mines	VII
<i>Ateliers & Chantiers de la Manche.</i> — Sou- tènement marchant	3 ^e couv.	<i>G.H.H. (Gutenhoffnungshütte - Sabémi S.A. - Liège).</i> — Etudes et réalisations de sièges d'extraction complets	VI
Pousseurs hydrauliques	XIII	<i>Latch et Bachelor (Cie MECO - Paris).</i> — Attaches pour câbles RELIANCE	VIII
<i>Ballings (Etablissements Anthony).</i> — Ap- pareils de sauvetage et de sécurité	X	<i>Pondreries Réunies de Belgique.</i> — Explo- sifs	IV
<i>Basse-Sambre.</i> — Auge à soutirage électro- magnétique breveté	3 ^e couv.	<i>Rheinstabl Wanheim.</i> — Etaçons à quatre faces de serrage	2 ^e couv.
<i>Brasseur (Ateliers).</i> — Ravanceurs hydro- électriques	V	<i>S.E.A. (Société d'Electronique et d'Auto- matisme - Représentant : Ets Beaupain - Liège).</i> — Matériel téléphonique Géné- phone	XII
<i>Compagnie Auxiliaire des Mines.</i> — Eclair- rage de sûreté pour mines	VII	<i>Secoma.</i> — Matériel d'exploitation minière	IX
<i>Courtoy (Bureau d'Etudes industrielles F.)</i> — Etudes et projets dans les divers do- maines de la technique	XIII	<i>Sedis (Distributeur : Ets Vermeire - Ver- viers).</i> — Chaînes à haute résistance	XI
<i>Cribla S.A.</i> — Appareils de manutention et de préparation - Entreprises générales	IV	<i>Smet, S.A.</i> — Forages - Puits pour le cap- tage des eaux	XIII
<i>Debez (Ets Léopold).</i> — Machines pour mines	I	<i>Westfalia Lünen.</i> — Rabot bélier West- falia	III
<i>Destiné (Etablissements H.F.)</i> — Matériel de mines « Victor »	IV		

Rabot bélier WESTFALIA

Système Peissenberg



Outil d'abattage pour l'exploitation entièrement mécanisée des mi-pendages et des dressants

Données techniques:

Champ d'application: 10 à 100°

Pendage inférieur à l'angle de
glissement du charbon:

Abattage avec rabot scraper

Pendage supérieur à l'angle de
glissement du charbon:

Abattage avec corps de bélier

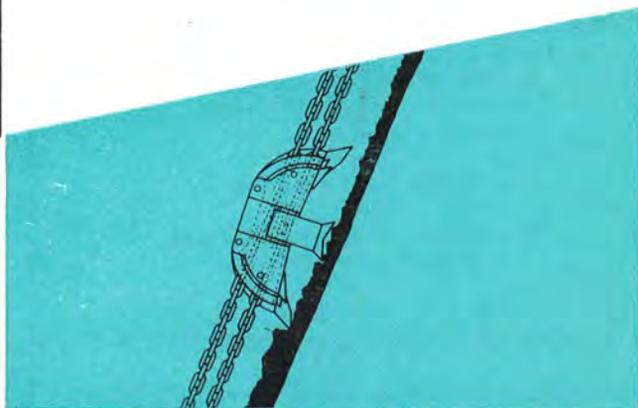
Ouverture de la veine: 0,3 à 2,5 m

Longueur maximum des tailles
équipées jusqu'à présent: 240 m

Commandes à air comprimé: 55 CV

Commandes électriques: 40 kW

**Rendement élevé avec
investissement faible**



WESTFALIA LÜNEN

Agence générale pour la Belgique:

CBM

Compagnie Belge de Matériel Minier et Industriel S. A.
Rue A. Degrâce · FRAMERIES (Belgique)

CRIBLA S.A.

12, boulevard de Berlaimont, BRUXELLES 1

Tél. 18.47.00 (6 lignes)

MANUTENTION - PREPARATION

MINERAL - CHARBON
COKE - CIMENT - etc.

ENTREPRISES GENERALES

mines - carrières - industrie

ETUDES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPLETES

LE MATERIEL DE MINES VICTOR

WALLSEND-ON-TYNE



Perforatrices rotatives électriques ou à air comprimé, pour charbon et roches à avancement automatique, à avancement mécanique, à pousser à la main.

Taillants et Fleurets.

Extracteurs et Purgeurs d'eau.
Robinets et Filtres d'air.

Coffrets de chantier et Transformateurs d'éclairage antidéflagrants.

Equipements d'éclairage et de signalisation antidéflagrants pour tailles et voies.

Prise de courant et Prolongateurs antidéflagrants.

AGENTS GENERAUX :

Etablissements H. F. DESTINE, S. A.
33, rue de la Vallée, Bruxelles - Tél. 47.25.32



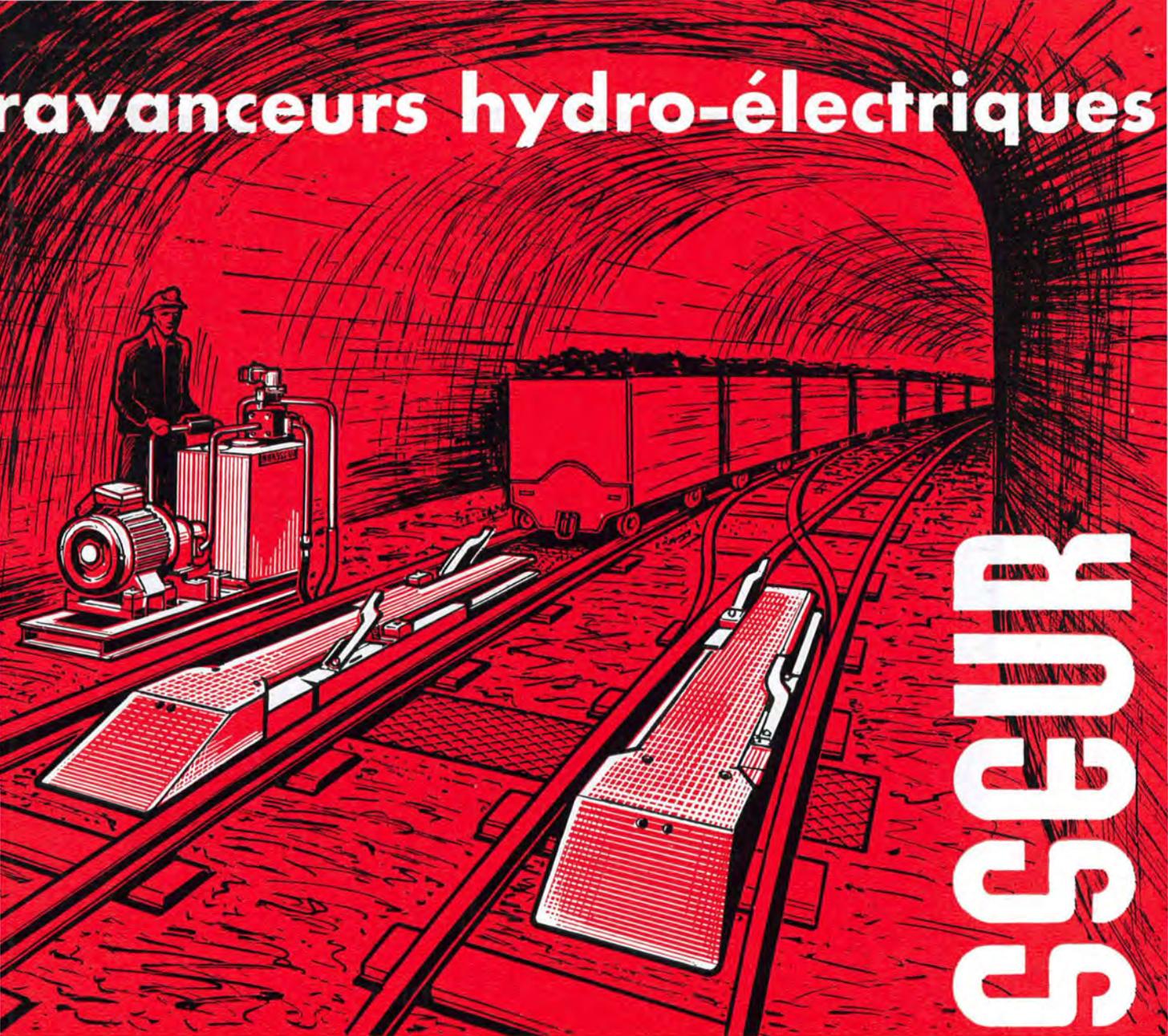
EXPLOSIFS



POUDRERIES
REUNIES
DE BELGIQUE

145, rue royale
bruxelles 1

Ravanceurs hydro-électriques



F.B.R.A. ATELIERS

TYPE R.S.H. :

EFFORT : 2 500 kg et 5 000 kg
VITESSE : 13 à 42 cm/sec
POUR POINTS DE CHARGEMENT

FACILITES D'INSTALLATION :

UTILISABLES SUR TOUTES VOIES PAR LEUR FAIBLE
ENCOMBREMENT - ADAPTABLES RAPIDEMENT A TOUTES
DIMENSIONS DE BERLINES

ECONOMIE DE PERSONNEL :

UN SEUL GROUPE MOTO-POMPE AVEC COMMANDE A
DISTANCE POUR UN OU PLUSIEURS RAVANCEURS

SIMPLICITE DE FONCTIONNEMENT :

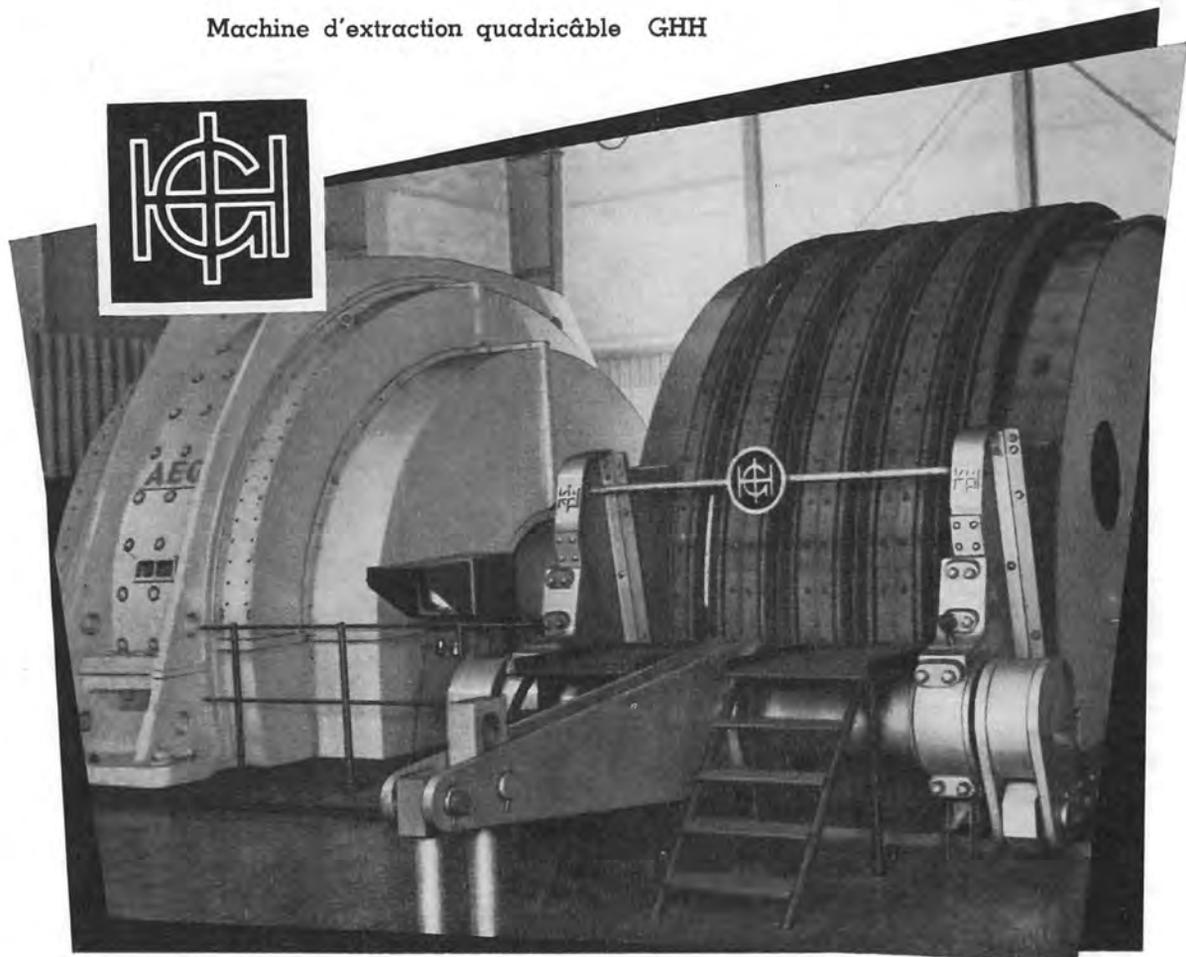
MANIABILITE ET SOUPLESSE



184, AVENUE DE LIÈGE, VALENCIENNES (NORD) FRANCE

Téléphone : 46.43.47 - 46.43.66

Machine d'extraction quadricâble GHH



Etude et réalisation de sièges d'extraction complets

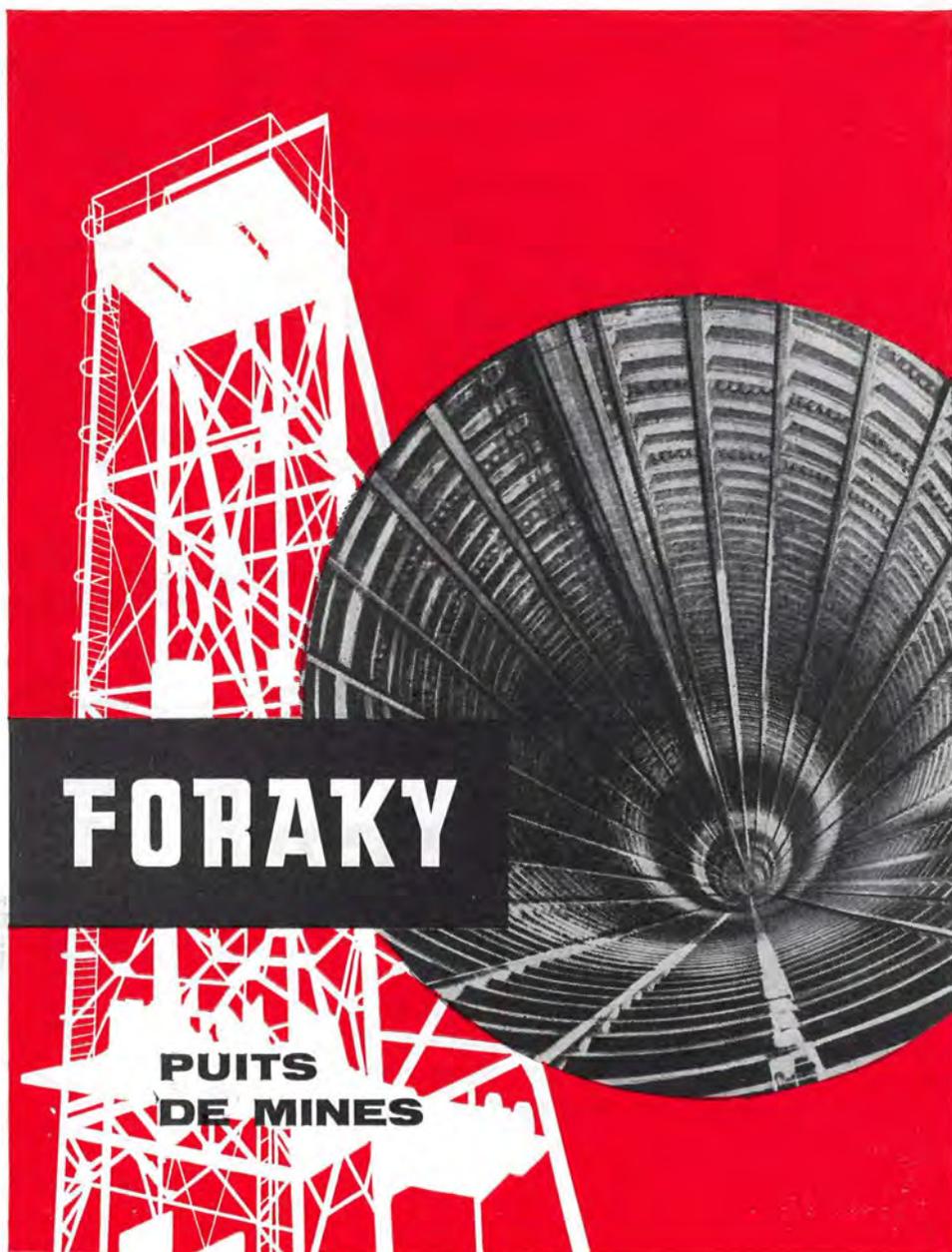
Chevalements
Tours d'extraction
Molettes
Machines d'extraction,
mono- et multicâble
Attaches de câble
Cages et Skips
Circuits de roulage
Sas à air
Berlines de grande capacité
Soutènement métallique,
pour tailles et galeries
Turbocompresseurs
Compresseurs hélicoïdaux

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

STERKRADE AKTIENGESELLSCHAFT · USINES DE STERKRADE · ALLEMAGNE

Agents exclusifs Belgique
et Congo

S. A. SABEMI, 36, place du 20 août, Liège - Tél. 23.27.71 - 32.10.37



COMPAGNIE AUXILIAIRE DES MINES

Société Anonyme

26, rue Egide Van Ophem, Bruxelles 18

Téléphones : 44.27.05 - 44.67.14

Reg. du Com. Bruxelles : 580

ECLAIRAGE DE SURETE POUR MINES

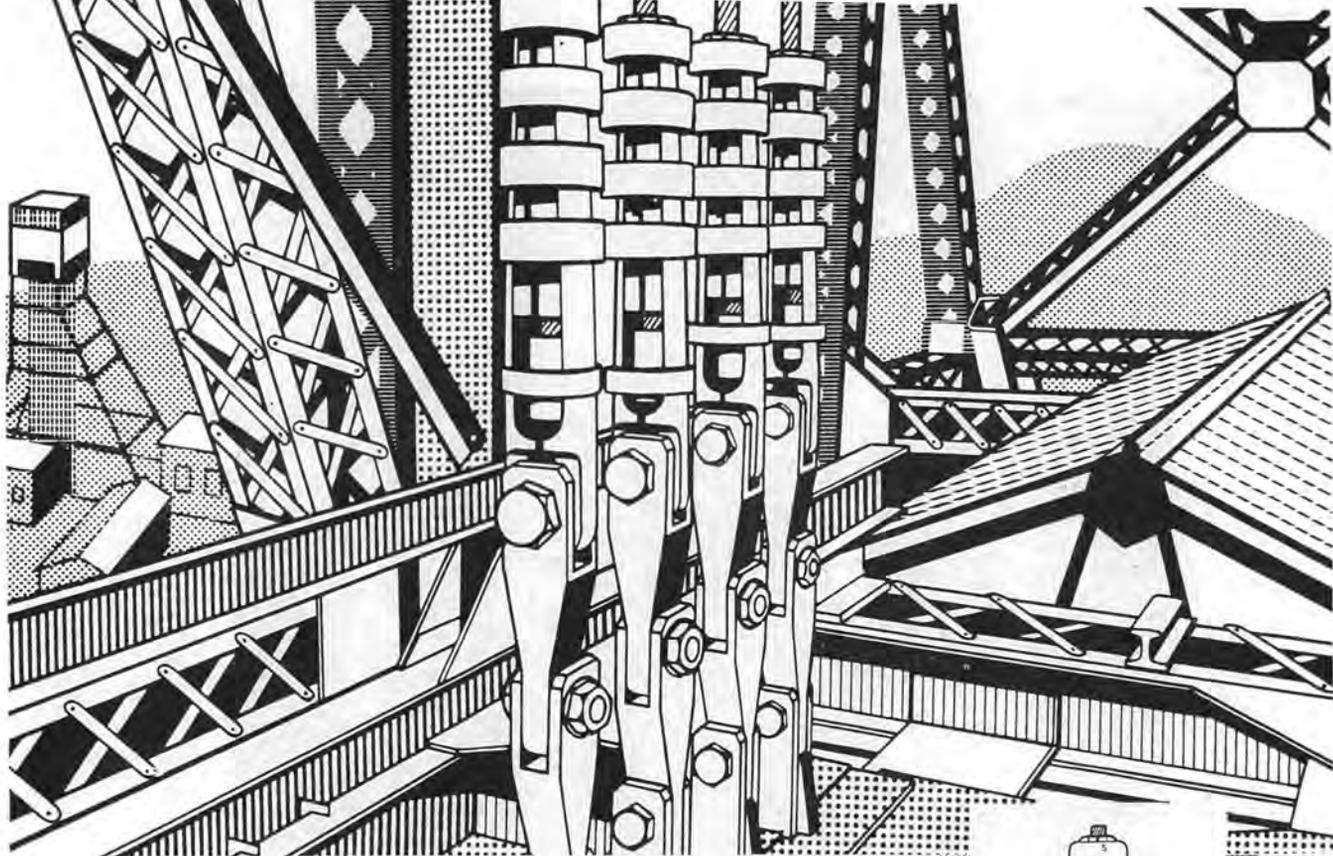
Lampes de mineurs, à main et au casque -
Lampes électropneumatiques - Lampes de
signalisation à téléphone - Armatures
antigrisouteuses.

ECLAIRAGE PUBLIC ET INDUSTRIEL

Luminaire sur poteau, potence et câble -
Lanternes et Plafonniers - Armatures
résistant aux acides - Armatures étanches

INCANDESCENCE - FLUORESCENCE
VAPEUR DE MERCURE - SODIUM

EXPLOSIMETRES - GRISOUMETRES - FLASH ELECTRONIQUES



“RELIANCE”

LES ATTACHES «RELIANCE» SONT EMPLOYEES DANS LES MINES DU MONDE ENTIER POUR LES : CABLES D'EXTRACTION ET DE TRAINAGE, CABLES D'EQUILIBRE, CABLES DE GUIDAGE ET DE FROTTEMENT, INSTALLATIONS AERIENNES ET POUR TOUT GENRE D'ANCRAGE OU DE MANOEUVRE DE CABLES.

Nous établissons et remettons des projets complets pour tout système d'extraction par machine à tambour ou Poulie KOEPE mono ou multi-câble, et pour tout problème de suspension et de tension des câbles guidés par ressort ou contrepoids

Nos Ingénieurs sont à votre disposition pour surveiller l'installation de notre matériel dans toute partie du monde.

Catalogues, gravures et documentation technique sont envoyés sur demande.



**RELIANCE ROPE
ATTACHMENT
COMPANY LIMITED**

27 · PARK PLACE · CARDIFF · GT. BRITAIN
TELEPHONE CARDIFF 22506/7 · TELEGRAMS 'RELYCO' CARDIFF



Attache pour
câble d'extraction



Attache de suspension
de câble guide
à siège sphérique



Attache pour
câble aerien

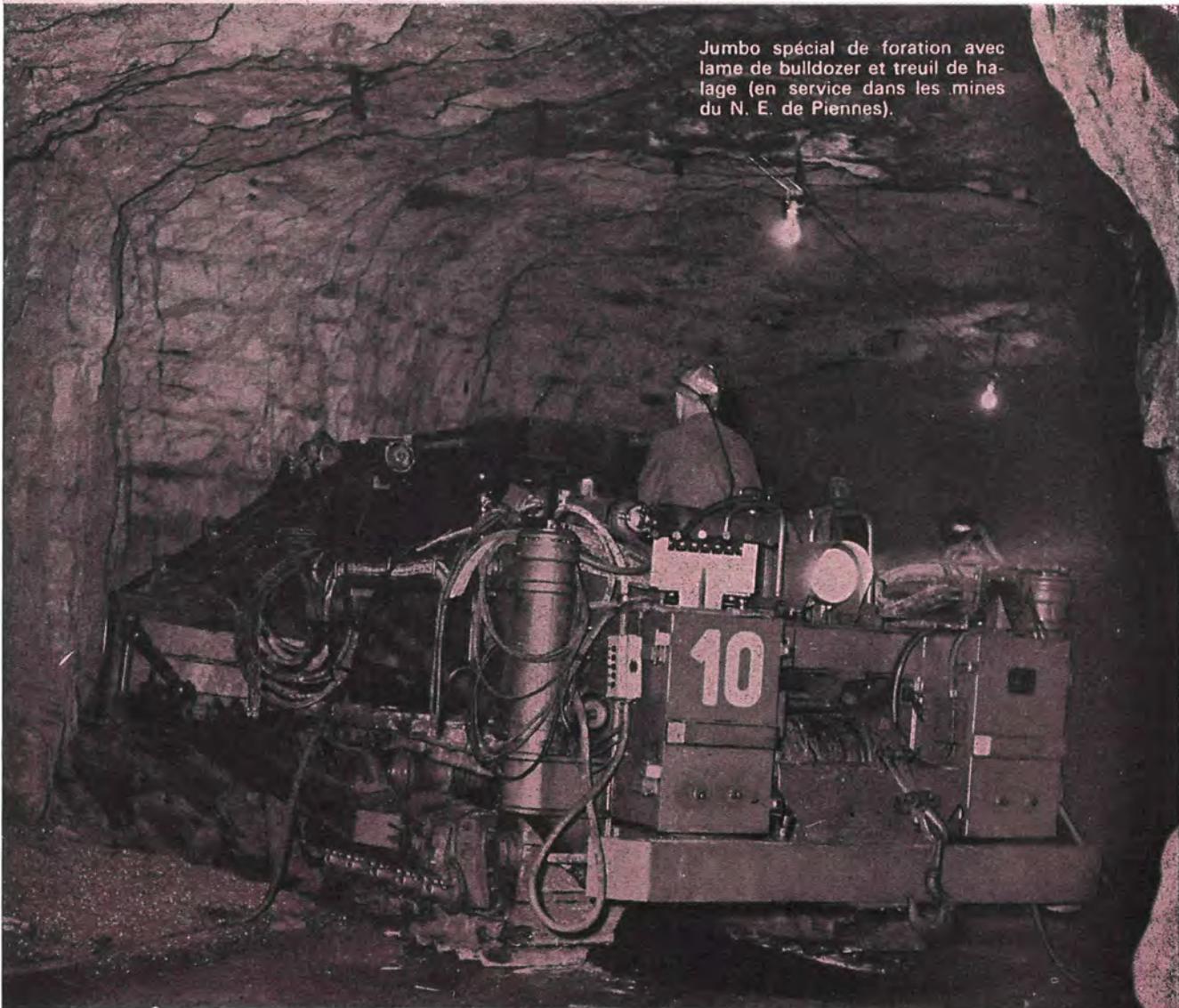
Représentants pour la Belgique et la République du Congo ; la France et l'Espagne :

COMPAGNIE MECO
15, place de la Madeleine, PARIS 8^e

Tél. : ANJ 01-15

Téleg. : DEGURREY PARIS

Jumbo spécial de foration avec
lame de bulldozer et treuil de ha-
lage (en service dans les mines
du N. E. de Piennes).



650 appareils en service dans le monde

SECOMA

SIÈGE, SOCIAL ET USINE :
274, COURS EMILE-ZOLA
VILLEURBANNE (Rhône) FRANCE

Tél. : 84 - 74 - 01 (3 lignes groupées)

AGENCE PARIS ET EXPORTATION

89, rue du Faubourg St-Honoré — PARIS (8^e)

Tél. : BALzac 38 - 05 (3 lignes groupées)



agrégation = légalité

qualité = sécurité

expérience = garantie

S. A.
ANCIENS

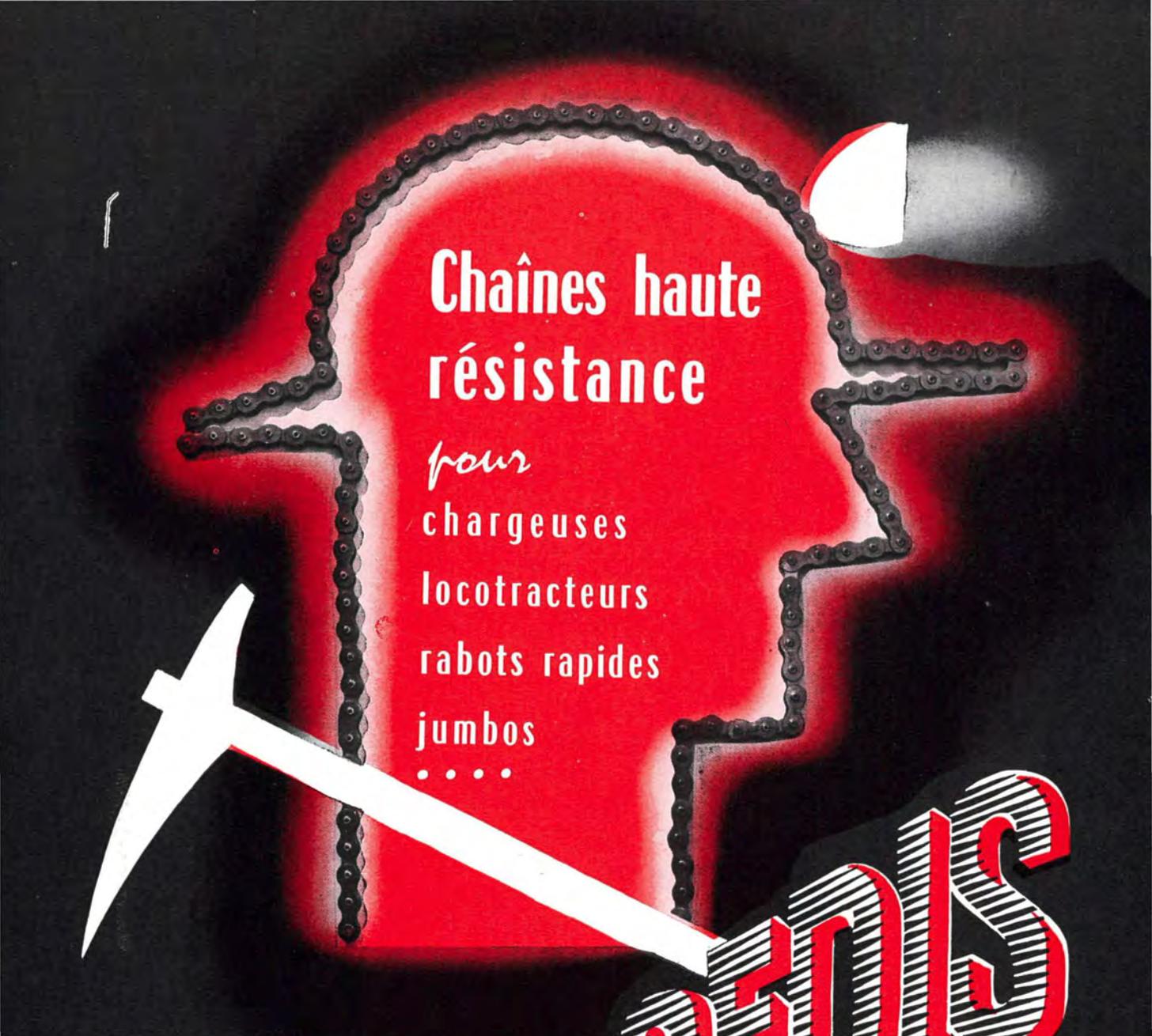
Ets ANTHONY BALLINGS

6, avenue Georges Rodenbach - Bruxelles 3 - Tél. : 15.09.12 - 15.09.22

EXCLUSIVITE



BELGIQUE, GRAND-DUCHE,
REPUBLIQUES CENTRALES
AFRICAINES



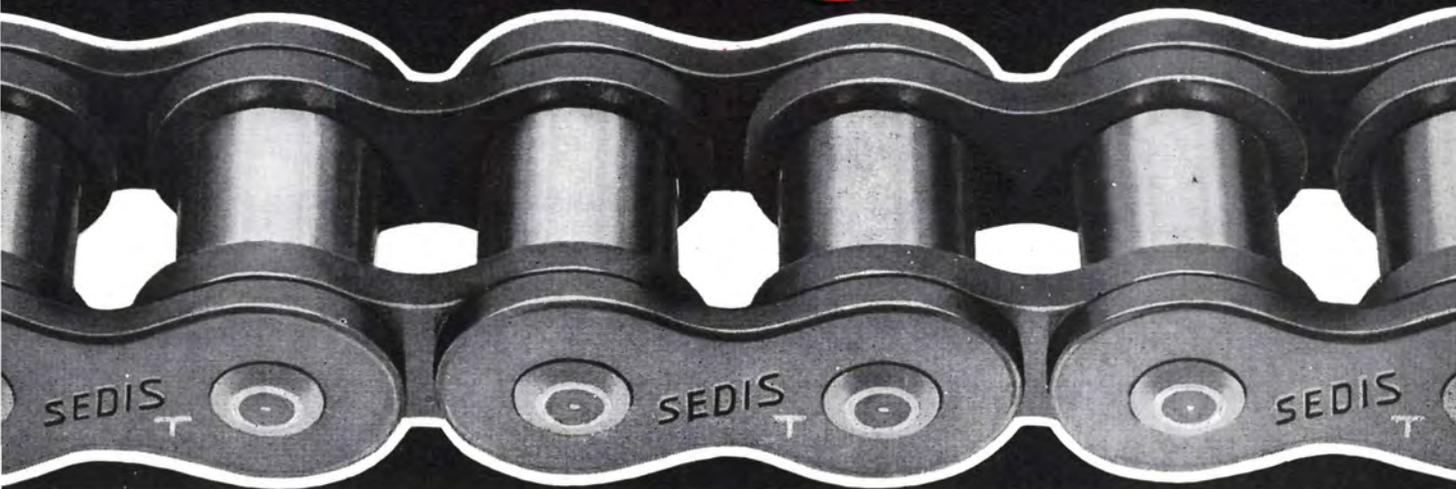
Chaînes haute résistance

pour
chargeuses
locotracteurs
rabots rapides
jumbos
.....

*Au service du
mineur belge*

SEDIS

DOCUMENTATION S. B. SUR DEMANDE



102, rue Danton, Levallois-Perret (Seine) - Tél.: PER. 45-22 à 45-26

Distributeur - Stockiste :

Établissements VERMEIRE, 63, rue du Centre, VERVIERS - Tél. (087) 241.21

NOUVEAU

Pour réaliser



des Alarmes acoustiques,
des Signalisations acoustiques, codées ou non,
des Appels de personnel au fond.

la S.E.A. vous propose
(Département Générphone)

le nouveau dispositif à transistors

“Hurleur HAT 6010”

qu'elle construit désormais sous licence CERCHAR

Autonome Alimentation par pile incorporée assurant plusieurs mois de service normal sans échange.

De sécurité Intrinsèque Arrêté d'Agrément N° 60/61 du 26 Mai 1961

Commande aisée par court-circuitage des deux fils du circuit (la résistance totale du circuit pouvant atteindre sans inconvénient un millier d'Ohms).



Puissant et facile à identifier. Le son, de fréquence élevée (1.000 Hz), modulé en très basse fréquence et émis au niveau de 100 phones (à 1 m dans l'axe) est parfaitement perçu même au milieu très bruyant et ne peut être confondu avec les bruits ambiants.

Peu encombrant et robuste Exécuté en alliage léger moulé, le boîtier HAT 6010 mesure approximativement 120 x 120 x 180 mm et l'appareil en ordre de marche ne pèse que 2 kg. Il est étanche et résiste aux chocs.

NOTICE DÉTAILLÉE SUR DEMANDE



SOCIÉTÉ D'ÉLECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME
17-19, Rue du Moulin-des-Bruyères, COURBEVOIE (Seine) - DÉF. 41-20



Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban — Tél. 32.21.98

Renseignements statistiques. — J. Van Ham : Dommages aux constructions. — J. Saucé : Application dans les chantiers chauds des résultats de l'étude scientifique du travail humain. — G. Mignon : Rabots adaptables et rabots à ancre dans l'Arrondissement de Charleroi-Est. — G. Delauw : Aspect économique des problèmes posés par l'électromécanisation des travaux souterrains. — J.M. Graulich : Résultats du sondage de Soumagne. — Inichar : Revue de la littérature technique.

COMITE DE PATRONAGE

- MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
- L. BRACONIER, Administrateur Délégué-Directeur de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
- L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Bruxelles.
- P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
- P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Commissaire Européen à l'Energie Atomique.
- L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
- A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Pâturages.
- A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
- N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
- P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
- P. GOSSELIN, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
- L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
- E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
- J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
- A. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
- A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
- G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
- M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
- O. SEUTIN, Directeur-Gérant Honoraire de la S.A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Bruxelles.
- R. TOUBEAU, Professeur Honoraire d'Exploitation des Mines à la Faculté Polytechnique de Mons, à Mons.
- P. van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Acieries Belges, à Bruxelles.
- J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
- C. VESTERS, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Waterschei.

BESCHERMEND COMITE

- HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, te Wemmel.
- L. BRACONIER, Afgevaardigde-Beheerder-Directeur van de N.V. «Charbonnages de la Grande Bacnure», te Luik.
- L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
- P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
- P. DE GROOTE, Oud-Minister, Europees Commissaris voor Atoomenergie.
- L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
- A. DELATTRE, Oud-Minister, te Pâturages.
- A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
- N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
- P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
- P. GOSSELIN, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
- L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
- E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Brussel.
- J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
- A. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N.V. «Charbonnages de Bonne Espérance», te Lambusart.
- A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.
- G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
- M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
- O. SEUTIN, Ere-Directeur-Gerant van de N.V. der Kolenmijnen Limburg-Maas, te Brussel.
- R. TOUBEAU, Ere-Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Polytechnische Faculteit van Bergen, te Bergen.
- P. van der REST, Voorzitter van de «Groupement des Hauts Fourneaux et Acieries Belges», te Brussel.
- J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken, te Brussel.
- C. VESTERS, Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Waterschei.

COMITE DIRECTEUR

- MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
- J. VENTER, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
- P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
- C. DEMEURE de LESPAL, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
- H. FRESON, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
- P. GERARD, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt.
- H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
- J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
- G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
- P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

- HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
- J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
- P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.
- C. DEMEURE de LESPAL, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
- H. FRESON, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
- P. GERARD, Divisiédirecteur der Mijnen, te Hasselt.
- H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
- J.M. LAURENT, Divisiédirecteur der Mijnen, te Jumet.
- G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
- P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

N° 2 — Février 1963

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

Nr 2 — Februari 1963

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL
DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban - Tél. 32.21.98

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT
VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID**

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 174

MEMOIRE

J. VAN HAM. — Dommages aux constructions. — Etude théorique des influences étrangères à l'action minière et leurs effets présumés (à suivre) 179

NOTES DIVERSES

G. DELAUW. — Quelques considérations sur l'aspect économique des problèmes posés par l'électromécanisation des travaux souterrains 212

G. MIGNION. — Rabots adaptables et rabots à ancre à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut 224

J. SAUCEZ. — Application dans les chantiers chauds des résultats de l'étude scientifique du travail humain 242

J. M. GRAULICH. — Les résultats du sondage de Soumagne 248

BIBLIOGRAPHIE

INICHAR. — Revue de la littérature technique 252

Divers 270

Service Géologique. — Bulletin n° 2 273

Aardkundige Dienst. — Mededeling nr 2 273

Reproduction, adaptation et traduction autorisées en citant le titre de la Revue, la date et l'auteur.

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5

Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — Tél. 48.27.84 - 47.38.52

MENSUEL - Abonnement annuel : Belgique : 600 F - Etranger : 650 F

MAANDELIJKS - Jaarlijks abonnement : België : 600 F - Buitenland : 650 F

BASSINS MINIERS MIJNBEKKENS	Périodes Perioden	PERSONNEL — PERSONNEEL										Grisou capté et valorisé Ongevangen en gevaloriseerd mïngas m ³ - 8.500 kcal °C - 760 mm Hg								
		Production nette Netto-productie		Fournit. au personnel Eigen verbruik		Stocks Voorraden		Jours ouvrés Gewerkte dagen		Nombre d'ouvriers Aantal arbeiders			Indices - Indices		Rendement (kg) Rendement (kg)		Présences (1) Aanwez. (%)		Mouvm. main-d'œuvre Werkkrachten schomm.	
		Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface		Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface	Fond	Ud. surface
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	245.620	44.499	606.242	21.44	9.609	0.245	0.612	0.863	1.633	1.151	74.86	78.78	69	164	233	1.936.940				
Charleroi - Charleroi	417.901	44.804	599.116	20.39	12.134	0.239	0.621	0.909	1.609	1.090	77.59	80.76	9	81	72	3.018.538				
Litge - Luik	258.994	18.808	105.909	20.77	8.944	0.280	0.735	1.040	1.360	0.953	80.24	83.12	54	114	60	—				
Kempene - Campine	740.829	77.332	690.279	20.00	19.877	0.179	0.540	0.741	1.797	1.301	84.98	87.63	239	187	52	953.755				
Le Royaume - Het Rijk	1.663.344	185.443	2.001.546	20.46	47.855	0.220	0.602	0.848	1.662 ⁽³⁾	1.157 ⁽³⁾	80.37	83.61	406	253	153	5.764.672(2)				
1962 Août - Augustus	1.812.315	171.689	2.220.819	23.26	46.432	0.221	0.604	0.850	1.636	1.153	79.61	82.82	447	140	587	5.682.726(2)				
1961 Juillet - Juli	1.369.617	128.018	2.433.834	16.82	47.409	0.212	0.610	0.870	1.615	1.124	80.55	83.53	342	195	147	5.983.915(2)				
1961 Septembre - September	1.811.612	203.845	5.383.507	22.60	50.692	0.244	0.648	0.920	1.542	1.087	81.34	84.23	378	143	821	6.526.743(2)				
M.M.	1.794.878	195.060	4.394.308	21.40	53.103	0.246	0.649	0.916	1.541	1.092	80.82	83.62	566	578	1.144	5.839.790				
1960 id.	1.872.445	176.245	6.006.610	20.50	51.143	0.268	0.700	0.983	1.430	1.018	81.18	83.70	753	745	1.498	5.703.727				
1959 id.	1.896.397	237.309	7.494.140	18.73	59.035	0.31	0.79	1.10	1.262	907	85.25	87.24	739	835	1.564	7.199.477				
1958 id.	2.255.186	258.297	6.928.346	21.27	76.964	0.34	0.87	1.19	1.156	842	85.92	87.80	141	802	657	8.113.307				
1957 id.	2.437.393	254.456	179.157	23.45	82.537	0.38	0.91	1.27	1.098	858	84.21	86.29	357	300	657	7.443.776				
1956 id.	2.532.030	199.149	2.806.020	24.04	86.378	0.38	0.91	1.27	1.098	858	84.21	86.29	357	300	657	4.604.060				
1955 id.	2.437.393	220.630	1.678.220	24.26	94.240	0.40	0.99	1.44	1.042	745	78.70	81.00	97	7	104	3.702.887				
1954 id.	2.276.735	229.373	1.041.520	23.44	135.851	—	—	—	1.014	696	78.00	81.00	418	514	932	—				
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24.42	102.081	—	—	—	1.014	696	78.00	81.00	418	514	932	—				
1948 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24.20	131.241	—	—	—	1.085	753	—	—	—	—	—	—				
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24.10	105.921	—	—	—	1.33	528	—	—	—	—	—	—				
1963 Semaine du 25-2 au 3-3	402.155	—	1.145.537	4.94	47.194	—	0.596	0.836	1.679	1.196	74.00	78.00	—	—	146	—				
Week van 25-2 tot 3-3	402.155	—	1.145.537	4.94	47.194	—	0.596	0.836	1.679	1.196	74.00	78.00	—	—	146	—				

N. B. — (1) Depuis 1954, ne concerne que les absences individuelles. — Sedert 1954, betreft slechts de individuele afwezigheden.

(2) Dont environ 5 % non valorisés. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.

(3) Surveillance et maîtrise exclus, les rendements deviennent : Fond : 1.842 ; Ud. surface : 1.268. — Toezichts- en kaderpersoneel weggelaten, stijgt het rendement tot : ondergrond : 1.842 ; bovengrond : 1.268.

BELGIQUE
BELGIE

FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES
LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHIEDENE ECONOMISCHE SECTORS

PERIODES PERIODEN	Secteur domestique en kleinbedrijf	Administrations publiques	Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés	Centrales électriques	Sidérurgie Ud. surface	Construct. métal. bedrijven	Métaux non ferreux	Ind. chimique	Chemins de fer et Vicinaux spoorwegen	Textielindustrie	Industrie alim.	Mat. de const., verre, céram., Boumateriaal, enz.	Cimentbedrijven	Papeteries	Papierindustrie	Autres industries	Exportation	Litvoer	Total du mois
1962 Septembre - September	277.364	11.374	575.439	127.880	297.290	8.494	8.645	22.253	20.487	35.122	3.047	19.217	26.748	56.363	14.344	14.243	184.665	1.702.975		
1962 Août - Augustus	287.344	9.980	609.267	127.866	341.043	6.992	8.819	19.110	22.778	37.021	3.160	25.274	30.904	66.674	11.813	17.127	235.065	1.860.237		
1961 Juillet - Juli	177.267	6.230	537.467	66.691	209.788	5.558	5.001	9.408	14.499	14.999	1.906	14.168	23.254	58.922	9.231	10.363	224.033	1.411.020		
1961 Septembre - September	259.086	13.827	640.472	331.430	390.409	7.695	8.073	40.882	23.234	48.377	4.571	23.692	32.054	65.936	13.448	19.572	313.991	1.928.615		
M.M.	260.895	13.827	608.290	320.459	390.409	8.240	8.989	33.515	22.660	58.370	6.120	18.341	29.043	61.536	13.381	22.202	237.800	1.782.418		
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	343.995	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	64.267	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641		
1959 M.M.	255.365	13.537	562.701	78.777	243.010	10.245	7.410	24.783	25.216	64.286	4.890	17.478	38.465	45.588	13.703	26.685(1)	179.876	1.612.024		
1958 M.M.	264.116	12.348	504.042	81.469	174.610	8.311	7.410	24.203	23.771	72.927	5.136	22.185	41.446	32.666	14.885	18.316(1)	226.496	1.557.155		
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.199	40.681	41.216	130.082	13.082	30.768	64.446	17.662	20.835	35.328(1)	353.828	2.224.332		
1954 M.M.	415.609	14.360	485.878	109.037	240.372	24.211	12.299	40.465	46.912	114.348	14.300	30.607	61.361	62.818	19.898	31.745(1)	465.071	2.189.610		
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)	275.218	34.685	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669		

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de steenkolen aan de gasfabrieken geleverd.

GENRE PERIODE AARD PERIODE	Fours en activité Ovens in werking		Charbon - Steenkolen (t)		Huiles combustibles (t)		Production - Produktie		Débit - Afzet		Stock fin mois einde maand (t)		Ouvriers occupés arb. Te werk gestelde arb.	
	Batteries Ovens	Rours	Reçu - Ontv.		In de oven gebracht		Gros cokés > 80 mm		Livr. au personnel Eigen verbruik		Total			Ouvriers occupés arb. Te werk gestelde arb.
			Belge Inhémise	Etranger Uitheimse	Enfourne In de oven gebracht	Entrepris In de oven gebracht	Dike cokés > 80 mm	Autres Andere	Total	Autres secteurs Andere sectoren	Exportation Uitvoer	Total		
Ministères - V. mines Sidér. - V. staalfabrieken Autres - Andere	8 31 10	218 1.082 264	125.140 411.022 33.258	— 125.307 540.587 92.315	105.576	255 27 19	75.715 351.478 53.236	21.416 64.130 26.203	97.131 415.608 79.439	37 1.535 1.308	783 4.387 267	— — —	789 2.470 1.033	
Royaume - Rijk	49	1.564	569.420	204.462	771.470	301	480.429	111.749	592.179	2.880	5.437	11.700	4.292	
1962 Août - Augustus	49	1.576	582.268	215.495	778.529	294	481.115	121.506	602.621	2.040	4.272	10.959	4.315	
1961 Sept - Sept.	52	1.572	526.100	207.551	752.940	280	464.196	116.043	579.239	1.865	3.684	7.343	4.277	
1960 M.M.	49	1.612	638.241	156.938	815.082	944	494.125	135.689	629.814	2.502	5.076	11.308	4.508	
1959 M.M.	51	1.668	614.508	181.305	783.614	2.293	478.417	125.934	604.351	6.518	4.859	11.308	4.464	
1958 M.M.	50	1.658	553.330	225.350	774.839	2.059(1)	446.817	124.770	571.587	7.803	5.048	12.564	3.821	
1957 M.M.	47	1.572	504.417	233.572	784.869	495	467.739	107.788	575.527	8.720	5.244	11.064	3.925	
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	3.980	
1955 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	4.137	
1954 M.M.	42	1.471	596.891	98.474	695.365	7.624(1)	421.329	112.605	533.934	12.937	3.437	13.825	4.370	
1953 M.M.	42	1.497	481.685	26.861	508.546	14.879(1)	297.005	86.167	383.172	19.179	3.215	12.260	4.284	
1952 M.M.	42	1.510	454.565	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	4.169	
1951 M.M.	47	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	4.463	
1950 M.M.	56	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	4.120	
1948 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229	
1947 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1946 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1945 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1944 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1943 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1942 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1941 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1940 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1939 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1938 M.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

N. B. - (1) En hl. - In hl.

FABRIQUES D'AGGLOMERES
AGGLOMERATENFABRIEKEN

COKERIES
COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE
AARD PERIODE

BELGIQUE
BELGIE

GENRE PERIODE AARD PERIODE	Production		Région - Région		Débit - Afzet		Sous-produits Bijproducten (t)		Production - Produktie (t)		Verkoft en afgegaan Mat. prem. Grondstoffen (t)		Au personnel Eigen verbruik (t)		Aan het personeel Eigen verbruik (t)		Consommation propre Total		Production - Produktie (t)		Verkoft en afgegaan Mat. prem. Grondstoffen (t)		Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)		Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.	
	Produktie	Consomm. propre	Synthèse Amm. fabr.	Siderurgie Staalfabriek.	Autres industr. Andere nijverh.	Distrib. publ. Stadsgas	Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol	Total	Briquettes Briquettes	Briquettes Briquettes	Briquettes Briquettes	Total	Consumption propre Eigen verbruik	Au personnel Eigen verbruik	Charbon Steenkool	Prat Prat	Total	Briquettes Briquettes	Briquettes Briquettes	Total	Verkoft en afgegaan Mat. prem. Grondstoffen (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.	
																										1.000 m ³ , 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg
Ministères - Van mijnen Sidérurg. - V. staalfabrieken Autres - Andere	43.545 195.948 39.991	19.354 89.635 16.233	21.393 33.833 12.646	624 66.304 1.084	624 6.435 1.084	14.284 43.497 16.594	3.241 16.289 3.251	1.124 5.057 649	915 3.190 883	3.241 16.289 3.251	12.670 12.670 139.125	15.205 9.676 70.833	135.819 70.833 92.284	130.747 8.378 139.125	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
Royaume - Het Rijk	279.484	125.222	67.872	66.304	8.143	74.375	22.781	6.830	4.988	22.781	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1962 Août - Augustus	278.211	128.412	72.182	68.034	8.363	68.529	22.252	6.884	4.971	22.252	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1961 Sept - Sept.	268.929	124.685	73.455	56.768	8.835	68.118	21.950	6.952	4.927	21.950	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.451	7.103	5.619	22.451	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1959 M.M.	268.123	126.057	82.867	57.436	7.817	73.576	21.541	6.801	5.562	21.541	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1958 M.M.	259.453	120.242	81.624	53.568	6.850	71.249	20.867	6.774	5.648	20.867	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1957 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569	20.628	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1956 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624	15.911	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1955 M.M.	229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	62.714	17.835	6.309	4.618	17.835	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1954 M.M.	193.619	126.601	—	—	—	62.714	13.909	4.764	3.066	13.909	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1953 M.M.	105.334	—	—	—	—	62.714	16.053	5.624	4.978	16.053	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			
1952 M.M.	75.334	—	—	—	—	62.714	14.172	5.186	4.636	14.172	12.670	15.205	135.819	130.747	2.449	13.859	132.148	10.293	122.693	7.377	7.377	7.253 64.982 26.617 82.881 77.103 32.920 61.236 68.297 62.598 4.664 11.737 36.580	439 5.587 406 429 473 495 647 569 638 552 873 1.911			

N. B. - (1) En hl. - In hl.

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden			Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden			Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
	Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal			Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal			
1962 Sept. - Sept.	56.919	197	57.116	42.563	235.990	9.728	—	9.728	10.293	12.694	(c)
Août - Aug.	64.300	68	64.368	45.192	221.893	7.463	—	7.463	9.983	13.259	(c)
Juillet - Juli	51.047	—	51.047	34.563	203.130	5.462	—	5.462	5.336	15.779	580
1961 Sept. - Sept.	52.783	—	52.783	48.459	202.914	6.875	—	6.875	7.182	17.023	915
M.M.	44.823	—	44.823	47.414	188.382	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	43.010	674	43.684	50.608	242.840	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1959 M.M.	46.336	2.904	49.240	56.775	346.640	3.342	176	3.518	6.309	44.919	2.314
1958 M.M.	50.713	7.158	57.871	71.192	448.093	3.834	3.045	6.879	6.335	78.674	2.628
1956 M.M.	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1954 M.M.	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023	2.468
1952 M.M.	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014
1950 M.M.	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325	1.794

N. B. — (c) Chiffres non disponibles. — Onbeschikbare cijfers.

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten								Demi-finis - Half pr.		Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
	Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, etc. Antim., Cadm., enz. (t)	Total Total (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, platina, enz. (kg)	Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	
1962 Sept. - Sept.	15.765	16.410	7.290	652	213	429	40.759	32.803	23.589	1.469	16.485
Août - Aug.	11.550	16.739	6.847	787	224	350	36.497	27.775	20.459	1.766	16.165
Juillet - Juli	12.409	17.208	6.784	771	241	353	37.766	30.183	20.113	1.114	15.642
1961 Sept. - Sept.	19.038	21.401	7.144	508	128	334	48.553	34.323	20.967	1.505	16.838
M.M.	18.465	20.462	8.324	540	155	385	48.331	34.143	22.519	1.642	17.021
1960 M.M.	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	31.785	20.788	1.744	15.822
1959 M.M.	15.474	18.692	7.370	560	227	404	42.727	31.844	17.256	1.853	14.996
1958 M.M.	13.758	18.014	7.990	762	226	325	41.075	27.750	16.562	2.262	15.037
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1954 M.M.	12.809	17.727	5.988	965	140	389	38.018	24.331	14.552	1.850	15.447
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557	361	36.155	23.833	12.729	2.017	16.227
1950 M.M.	11.440	15.057	5.209	808	588	331	33.102	19.167	12.904	2.042	15.053

N. B. — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles. — Pour les demi-produits : valeurs absolues.
Voor de ruwe produkten : bewegelijke trimestriële gemiddelden. — Voor de half-produkten : volstrekte waarden.

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten			Produits demi-finis Half-produkten		Aciers marchands Handelsstaal	Profils et zores Profielstaal (> 80 mm)	Rails et accessoires Spoorstaaven en toebehoren	
		Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Fer de masse Wolfijzer	Pour relamin. Voor Belg. herwalers					Autres Andere
					Belges Belg.	Autres Andere				
1962 Septembre - September	44	577.705	617.376	4.401	59.903	35.154	176.117	27.591	7.207	
Août - Augustus	44	556.476	624.684	5.252	66.186	52.115	162.236	19.146	7.091	
Juillet - Juli	45	526.685	527.482	1.894	49.505	44.910	139.186	18.046	4.686	
1961 Septembre - September	52	589.411	646.770	5.032	59.493	65.974	180.996	18.004	5.602	
M.M.	51	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.988	
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337	
1959 M.M.	50	497.287	534.136	5.394	153.278	44.863	147.226	16.608	6.449	
1958 M.M.	49	459.927	500.950	4.939	45.141	52.052	125.502	14.668	10.536	
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315	
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559	—	113.900	15.877	5.247	
				(1)						
1952 M.M.	50	399.133	422.281	2.772	97.171	—	116.535	19.939	7.312	
1950 M.M.	48	307.898	311.034	3.584	70.503	—	91.952	14.410	10.668	
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951	—	70.980	39.383	9.853	
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839	—	43.200	26.010	9.337	
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083	—	51.177	30.219	28.489	

N. B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen.

Importations - Invoer (t)					Exportations - Uitvoer (t)			
Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignites Bruinkolen	Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
Allem. Occ. - W. Duitsl.	186.611	2.838	3.122	7.934	Allemagne Occ. - W. Duitsl.	8.415	3.156	14.972
France - Frankrijk	20.060	120	46	—	France - Frankrijk	42.509	13.566	26.360
Pays-Bas - Nederland	67.700	18.479	9.209	445	Italie - Italië	33.184	757	—
C.E.C.A. - E.G.K.S.	274.371	21.437	12.377	8.379	Luxembourg - Luxemburg	2.121	18.105	120
Roy.-Uni - Veren. Koninkrijk E.U. d'Amérique - V.S.A.	37.185 113.575	1.380 —	— —	— —	Pays-Bas - Nederland	60.412	—	1.009
Allem. Or. - Oost-Duitsl.	—	—	—	122	C.E.C.A. - E.G.K.S.	146.641	35.584	42.461
Danemark - Denemarken	—	978	—	—	Autriche - Oostenrijk	125	232	—
U.R.S.S. - U.S.S.R.	12.283	—	—	—	Danemark - Denemarken	23.166	1.627	—
Maroc - Marokko	4.864	—	—	—	Finlande - Finland	—	500	—
Nord-Vietnam - Noord-Vietn.	4.091	—	—	—	Irlande - Ierland	9.124	—	—
Pays tiers - Derde landen	171.998	2.358	—	122	Norvège - Noorwegen	3.062	—	—
Sept. 1962 - Sept. 1962	446.369	23.795	12.377	8.501	Suède - Zweden	—	7.542	—
1962 Août - Augustus	380.634	19.668	12.268	8.673	Suisse - Zwitserland	7.915	—	100
Juillet - Juli	380.004	19.622	10.787	8.849	Congo - Kongo	5	—	—
Juin - Juni	387.542	22.105	12.767	8.820	Divers - Diverse landen	—	709	—
1961 M.M.	336.941	21.256	12.804	7.773	Pays tiers - Derde landen	43.397	10.610	100
Sept. - Sept.	325.613	22.058	11.827	7.509	Septembre 1962 - September 1962	190.038	46.194	42.561
Répartition - Verdeling :					1962 Août - Augustus	235.065	51.931	32.899
1) Sect. dom. - Huisel, sektor	189.644	818	12.307	8.501	Juillet - Juli	224.033	58.285	14.651
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	250.931	21.619	70	—	Juin - Juni	263.912	48.986	25.979
Réexportation - Wederuitvoer	5.373	—	—	—	1961 M.M.	237.800	72.833	13.778
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+421	+1.358	—	—	Septembre - September	313.991	93.463	16.051

ER- EN STAALNIJVERHEID

SEPTEMBRE-SEPTEMBER 1962

DUCTIE t

Produits finis - Afgewerkte produkten										Produits finaux Eindprodukten		Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
Fil machine Machinedraad	Tôles fortes Dikke platen (> 4/76 mm)	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm Middelmatige platen 3 tot 4,75 mm	Larges plats Breed bandstaal	Tôles fines noires Fijne zwarte platen	Feuillards bandes à tubes Bandstaal en Banden voor pijpen	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galvan., plomb. et étamées Gegalvan., verode en vertinde platen	Tubes d'acier Stalen buizen		
53.652	40.431	7.732	3.736	121.173	28.479	33	3.558	469.409	39.667	17.312	52.869	
47.495	45.559	7.937	3.376	110.448	27.998	—	2.976	434.262	33.270	19.745	52.418	
49.084	31.707	5.335	2.725	92.293	19.593	540	2.138	365.333	32.629	13.027	52.972	
58.555	49.282	7.649	3.052	95.841	27.331	414	3.151	449.877	38.057	18.627	54.909	
51.170	42.014	6.974	3.260	95.505	23.957	383	2.379	404.852	32.795	15.853	51.962	
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810	
49.989	44.456	7.107	2.043	79.450	23.838	581	3.874	381.621	31.545	13.770	42.189	
41.913	45.488	6.967	1.925	80.543	15.872	790	5.026	349.210	24.543	12.509	42.908	
										(2)		
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104	
36.301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.782	20.000	3.655	41.904	
37.030	39.357	7.071	3.337	37.482	26.652	—	5.771	312.429	11.943	2.959	43.263	
36.008	24.476	6.456	2.109	22.857	20.949	—	2.878	243.859	11.096	1.981	36.415	
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431	
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024	
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300	

Production Produktie	Unité - Eenheid	Sept. - Sept. 1962 (a)	Août - Aug. 1962 (b)	Sept. - Sept. 1961	M.M. 1961	Production Produktie	Unité - Eenheid	Sept. - Sept. 1962 (a)	Août - Aug. 1962 (b)	Sept. - Sept. 1961	M.M. 1961
Porphyre - Porfier :						Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Moëllons - Breuksteen . . .	t	23.065	19.285	25.711	11.740	Gravier - Grind	t	380.864	432.332	330.492	279.770
Concassés - Puin	t	388.261	357.235	339.802	267.909	Sable - Zand	t	44.442	64.265	43.636	47.263
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek . . .		—	—	125	433	Calcaires - Kalksteen	t	509.684	525.457	449.406	407.739
Petit granit - Hardsteen :						Chaux - Kalk	t	177.754	169.567	173.724	160.274
Extrait - Ruw	m ³	31.752	31.947	18.041	17.020	Phosphates - Fosfaat	t	(c)	(c)	(c)	1.168
Scié - Gezaagd	m ³	5.773	6.437	5.955	5.218	Carbonates naturels - Natuurcarbonaat	t	73.229	74.705	84.689	75.853
Faonné - Bewerkt	m ³	1.440	1.359	1.673	1.417	Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk	t	164	617	(c)	515
Sous-prod. - Bijprodukten	m ³	29.985	30.801	25.698	5.069	Dolomie - Dolomiet :					
Marbre - Marmers :						crue - ruwe	t	49.942	56.035	48.456	40.806
Blocs équarris - Blokken . .	m ³	469	534	807	422	frittée - witgegloeide	t	26.326	24.252	25.488	24.970
Tranches - Platen (20 mm)	m ²	44.247	38.689	44.562	40.791	Plâtres - Pleisterkalk :					
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin	t	1.816	2.139	4.566	2.293	Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m ²	300.911	218.361	285.091	251.172
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	11.388	6.919	11.801	12.589						
Grès - Zandsteen :											
Moëllons bruts - Breukst. Concassés - Puin	t	30.560	30.900	31.262	24.242						
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek . . .	t	1.238	773	992	887	Silex - Vuursteen :					
Divers taillés - Diversen . . .	t	8.031	7.471	7.577	6.801	broyé - gestampt	t	1.435	1.459	4.752	2.831
Sable - Zand :						pavé - straatsteen	t	1.762	643	866	783
pr. métal. - vr. metaaln. pr. verrerie - vr. glasfabr. pr. constr. - vr. bouwbedr. Divers - Diversen	t	94.392	112.333	87.696	81.292	Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
	t	110.353	181.698	109.743	99.133	Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartziet	t	94.471	51.207	113.291	94.298
	t	316.790	355.884	270.332	226.102	Argiles - Klei	t	75.137	51.002	74.301	67.032
	t	109.064	140.757	86.191	87.567						
Ardoise - Leisteen :											
pr. toitures - vr. dakwerk	t	543	533	685	656						
Schiste ard. - Dakleien . . .	t	527	416	301	189						
Coticules - Slijpstenen . . .	kg	2.095	3.758	3.659	4.789						
						Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders					
								11.109	11.187	11.112	10.846

(a) Chiffres provisoires - Voorlopige cijfers. — (b) Chiffres rectifiés - Verbeterde cijfers. — (c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

PAYS LAND	Houille produite Geproducte steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Inggesch. arb. (1.000)		Rendement (ouv./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproducteerde ovencookes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproducteerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1962 Sept. - Sept.	10.879	257	386	2.396	1.874	20,52	20,11	18,92	3.451	515	6.392	4.875
1961 M.M.	11.895	279	413	2.207	1.731	21,93	18,55	17,09	3.704	428	8.297	4.973
Sept. - Sept.	11.171	282	417	2.198	1.721	21,53	20,64	19,28	3.647	539	8.701	4.528
Belgique - België												
1962 Sept. - Sept.	1.663	64	85	1.662	1.157	20,46	19,63(1)	16,39(1)	592	139	2.002	291
1961 M.M.	1.795	66	90	1.541	1.092	21,40	19,18(1)	16,38(1)	604	97	4.394	266
Sept. - Sept.	1.812	69	93	1.542	1.087	22,60	18,66(1)	15,77(1)	630	92	5.384	299
France - Frankr.												
1962 Sept. - Sept.	3.997	116	165	1.897	1.291	22,40	11,90	7,25(2)	1.083	587	10.412	885
1961 M.M.	4.363	121	172	1.878	1.262	23,15	10,68	6,42(2)	1.121	507	11.974	731
Sept. - Sept.	4.144	119	170	1.868	1.247	23,09	11,73	6,75(2)	1.076	500	12.548	783
Italie - Italië												
1962 Sept. - Sept.	55	2,1 (3)		1.700	(3)	(3)	(3)	(3)	370	4	31	108
1961 M.M.	62	2,4 3,0(4)		1.573	(3)	(3)	(3)	(3)	325	2	8	165
Sept. - Sept.	56	2,4 2,9		1.538	(3)	(3)	(3)	(3)	315	3	12	235
Pays-B. - Nederl.												
1962 Sept. - Sept.	894	26,0 (3)		2.044	(3)	(3)	(3)	(3)	338	103	411	113
1961 M.M.	1.052	27,4 42,1(4)		2.055	(3)	(3)	(3)	(3)	380	99	541	297
Sept. - Sept.	983	26,9 41,8		2.061	(3)	(3)	(3)	(3)	370	109	614	311
Communauté - Gemeenschap												
1962 Sept. - Sept.	17.488	460,3 (3)		2.181	(3)	(3)	(3)	(3)	5.815	1.330	19.178	6.272
1961 M.M.	19.167	504,7 691,7(4)		2.059	(3)	(3)	(3)	(3)	6.121	1.133	24.857	6.433
Sept. - Sept.	18.167	492,2 683,5		2.050	(3)	(3)	(3)	(3)	6.024	1.244	27.098	6.157
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië												
1962 Sem. du 30-9 au 6-10	(5)			à front in front							en 1.000 t in 1.000 t	
Week van 30-9 tot 6-10	4.039,4	—	544	4.711	1.621	(3)	(3)	15,14	(3)	(3)	24.906	(3)
1961 Moy. hebd. Wekel. gem.	3.663	—	571	4.176	1.447	(3)	(3)	15,40	(3)	(3)	21.496	(3)
Sem. du 1-10 au 7-10	(5)											
Week van 1-10 tot 7-10	3.880,2	—	562	4.256	1.483	(3)	(3)	15,56	(3)	(3)	22.359	(3)

(1) Absences individuelles seulement - Enkel individuele afwezigheid. — (2) Surface seulement - Betreft enkel de bovengrond. — (3) Chiffres indisponibles - Niet beschikbare cijfers. — (4) Données rectifiées - Verbeterde cijfers. — (5) Houille marchande - Verkoopbare steenkool.

Dommages aux constructions

Etude théorique des influences étrangères à l'action minière et leurs effets présumés

par J. VAN HAM,

Ingénieur Civil des Mines,
Répétiteur Emérite de l'Université de Liège.

SAMENVATTING

De ondergrondse werken doen hun invloed gelden op de bovengrond gedurende een gemiddelde periode van tien jaren. De grondbewegingen zetten zich voort in de richting van de oppervlakte volgens bepaalde regels, die men heeft afgeleid uit de onderzinking zowel als uit de logica. Ook de tektoniek en de aard van de ondergrond zijn hierbij van belang.

Sommige beschadigingen van gebouwen houden geen verband met de mijnontginning, doch met geologische omstandigheden, slechte funderingen, zakking van het metselwerk, gebreken in de constructie, slecht handwerk, ouderdom, gebruik, gebrek aan onderhoud, drukkingen, vervloeiën van de bodem, schommelingen van het waterpeil, trillingen, naburige explosies, enz.

Van sommige verschijnselen kan men de oorzaak bepalen. De omstandigheden van tijd en plaats en het belang van de schade houden dikwijls aanwijzingen in bij het opzoeken van de oorzaak.

Wanneer er meerdere oorzaken blijken te bestaan, moet dikwijls het aandeel van de mijnschade worden bepaald. In dit geval bestaat er geen vaste regel. Wanneer mijnschade van verschillende zijden is opgetreden, kunnen wel sommige regels worden toegepast.

INHALTSANGABE

Bergmännische Arbeiten wirken sich im Durchschnitt etwa 10 Jahre lang auf die Erdoberfläche aus. Diese Einwirkung erfolgt allmählich aufgrund bestimmter Regeln, die man aus der Erfahrung und theoretischen Ueberlegungen ableiten kann. Die Tektonik und die Natur des Gebirges können Abweichungen von diesen Regeln verursachen.

Schäden an Gebäuden treten auch aus Gründen auf, die mit dem Bergbau nichts zu tun haben: Geologische Verhältnisse, fehlerhafte Fundamentierung, Sacken des Mauerwerks, Konstruktionsfehler,

RESUME

Les travaux miniers influencent la surface du sol pendant dix années en moyenne. L'influence se transmet de proche en proche suivant certaines règles déduites de l'expérience et du raisonnement. Elles peuvent être modifiées par la tectonique et la nature du sous-sol.

Il existe des causes de dégradations aux immeubles étrangères à l'action minière: circonstances géologiques, défauts d'assise, tassement des maçonneries, vices de construction, malfaçons, vétusté, usage, manque d'entretien, poussées, solifluxion, oscillations de la nappe aquifère, trépidations, explosions extérieures, etc.

On peut déterminer la cause de certaines dégradations constatées. Les circonstances de temps et de lieu et l'importance des dégradations constituent des critères d'appréciation dans la recherche des causes.

Quand plusieurs causes interviennent, il faut souvent rechercher la part des influences minières. Il n'y a pas de règle à ce sujet. Quand plusieurs influences minières sont en jeu, certaines règles sont appliquées.

SUMMARY

Underground working can affect the ground surface for about ten years on an average. The influence extends by degrees in accordance with certain rules deduced from experience and reasoning. They may be modified by tectonics and the nature of the sub-surface.

Some damage to buildings is due to other causes than mining action: geological circumstances, defective foundations, subsidence of masonry, faulty

Alter, Verschleiss, unzulängliche Wartung, Stösse, Fliessbewegungen im Boden, Schwankungen des Grundwasserspiegels, Erschütterungen, Explosionen usw.

Der Grund festgestellter Schäden lässt sich bestimmen, wobei die zeitlichen und örtlichen Verhältnisse sowie das Ausmass der Schäden wesentliche Merkmale sind, auf die man sich zu stützen hat.

Haben gleichzeitig mehrere Gründe mitgewirkt, so kommt es oft darauf an, den Anteil zu bestimmen, der auf bergmännische Arbeiten zurückzuführen ist. Hierfür gibt es keine Regel. Wirken dagegen verschiedene Einflüsse bergmännischer Art zusammen, so kann man gewisse Regeln anwenden.

construction, bad workmanship, age, wear and tear, lack of maintenance, thrusts, solifluction, oscillations of the underground water level, trepidations, external explosions, etc.

The cause of certain established damage may be determined. The circumstances of time and place and the extent of the damage constitute the criteria of assessment in determining the causes.

When several causes are responsible, it is often necessary to decide to what extent mining influences are responsible. There are no set rules on this subject. When several mining influences are involved, certain rules can be applied.

AVANT-PROPOS

En 1950, Inichar a publié à tirage réduit l'étude ci-après. Elle a été adressée aux charbonnages belges, aux spécialistes belges en matière de dommages miniers, avocats, architectes, experts habituellement désignés par les tribunaux, etc.

Il s'agit d'un extrait d'un rapport d'expertise établi par M. J. VAN HAM, Ingénieur Civil des Mines, Répétiteur à l'Université de Liège, comme suite à une mission qui lui avait été confiée par le Tribunal. Il devait « faire la discrimination entre les dégradations minières et celles qui ne le sont pas ».

La réserve de ce document est épuisée et, comme il est encore fréquemment demandé, Inichar a jugé opportun de le publier dans les « Annales des Mines de Belgique ».

A part la suppression des noms propres, nous donnons ce texte dans sa forme originelle.

I. EXPOSE SOMMAIRE DES MANIFESTATIONS DES INFLUENCES MINIERES

La période moyenne pendant laquelle se produisent, à la surface du sol, les affaissements consécutifs au déhouillement, comprend la dizaine d'années qui suivent la date d'exploitation.

Pour savoir si un chantier a pu, théoriquement, agir sur un immeuble déterminé, il est nécessaire d'utiliser certaines règles, bien connues de tous les spécialistes en la matière, qui permettent de définir l'aire de la surface du sol où se manifestent les affaissements consécutifs au tassement du toit des couches exploitées.

Ces règles ont été établies par des considérations théoriques, relatives au mode de rupture des bancs de roches surmontant le vide créé par l'exploitation, et par de nombreuses expériences ayant pour objet de suivre et de mesurer les affaissements du sol superficiel consécutivement à des déhouillements connus.

De par la manière dont elles ont été établies, ces règles sont l'expression moyenne des phénomènes

étudiés et servent toujours à ce titre pour définir, avec une certaine approximation et d'une façon purement théorique et hypothétique, la région de la surface du sol qui est sous l'influence d'une exploitation donnée.

Les règles les plus communément adoptées en la matière dans le Bassin houiller liégeois sont connues sous le nom de règles de Thiriart. Elles ont été éditées par leur auteur dans les « Annales des Mines de Belgique » (1912) et définissent l'inclinaison des cassures qui, partant des limites d'un chantier, se propagent dans le sous-sol jusqu'à la surface; l'inclinaison de ces cassures dépend de l'inclinaison de la couche exploitée et de la position, par rapport à la pente de la couche, de la limite que l'on considère dans le chantier (limite aval, amont ou latérale); la connaissance de l'inclinaison de ces cassures et de la profondeur du chantier étudié permet ainsi, par une simple opération géométrique, de déterminer les positions des lignes suivant lesquelles ces cassures affleurent à la surface du sol; ces lignes

d'affleurement constituent le périmètre de la région de la surface qui est sous l'influence de l'exploitation et où se produisent les affaissements dommageables pour les constructions.

Les affaissements de la surface du sol, consécutifs au tassement du toit des couches exploitées, ont pour résultat de produire des cuvettes dont le pourtour est constitué par les lignes d'affleurement des cassures provenant des chantiers souterrains et dont il a été question ci-avant.

En réalité, le phénomène de la déformation et de la rupture des roches n'est pas simple. On admet, d'après une théorie établie par M. Hause, que la cassure des roches se passe en deux phases : il se produit d'abord une cassure principale ou primaire qui se propage en faisant, avec la normale à la couche, un angle dont la tangente trigonométrique vaut la moitié de la tangente de l'angle d'inclinaison de la couche sur le plan horizontal. Ces cassures primaires sont ainsi comprises entre les normales à la couche et les verticales passant par les limites aval et amont de l'exploitation ; elles s'identifient avec la verticale lorsqu'elles sont menées par les limites latérales du chantier. Ces cassures primaires sont suivies de cassures secondaires dont l'inclinaison dépend de l'inclinaison de la couche et de l'angle du talus naturel des roches et ce sont ces cassures secondaires qui sont établies par les règles de Thiriart.

Les cuvettes d'affaissement, limitées par les lignes d'affleurement des cassures secondaires, se composent d'un fond et de bords en talus (comme une assiette).

Le fond de cuvette est caractérisé par des affaissements égaux de tous les points de la surface du sol et est compris à l'intérieur d'un périmètre formé par les lignes d'affleurement des cassures primaires ; ce fond de cuvette est donc situé très sensiblement dans l'aplomb de la partie exploitée.

Les bords de cuvette, compris entre les lignes d'affleurement des cassures primaires et celles des cassures secondaires, sont caractérisés par des affaissements inégaux des points de la surface du sol ; nuls au pourtour de la zone d'influence, ces affaissements vont en croissant au fur et à mesure que les points de la surface sont plus rapprochés des lignes d'affleurement des cassures primaires qui constituent le périmètre de la zone à affaissements constants formant le fond de la cuvette. Les bords des cuvettes s'inclinent donc vers les fonds de ces cuvettes, c'est-à-dire vers les chantiers créateurs de ces cuvettes.

Un immeuble qui est situé sur un bord de cuvette, c'est-à-dire qui, tout en étant dans la zone d'influence, ne se trouve pas à peu près dans l'aplomb de l'exploitation, doit en conséquence se déverser vers l'exploitation.

Au contraire, un immeuble situé dans l'aplomb d'une exploitation, c'est-à-dire sur un fond de cuvette, doit descendre régulièrement et se retrouver de

niveau à la fin de la période des affaissements. Ceci n'est cependant vrai que si l'ouverture de la couche exploitée est régulière et sa pente pas trop forte ; au cas où l'ouverture est variable, les affaissements le sont eux-mêmes et le fond de cuvette pourra présenter des inégalités de pente, ce qui produira des déversements locaux à la surface du sol ; si la pente de la couche est relativement forte, il peut se produire des glissements des terrains surincombants avec effet d'inclinaison du fond de cuvette dans le sens de la couche.

Le fait, pour un immeuble, de se trouver à l'intérieur du périmètre d'une zone d'influences minières, c'est-à-dire sur une cuvette d'affaissements, implique l'apparition dans la construction de certaines contraintes créant des déformations et même des ruptures.

Lorsqu'une construction se trouve, momentanément ou en permanence, à cheval sur le bord extrême de la cuvette d'affaissement, cette construction a une partie sur le sol ferme et une partie sur le sol en voie d'affaissement. Elle comporte donc, en quelque sorte, une partie en porte-à-faux ; le poids de la construction qui est ainsi en porte-à-faux produit, dans les sections normales au plan d'assise, des efforts tranchants et des couples de flexion qui sont maxima dans la section séparant la partie appuyée de la partie non appuyée. Cette section est la section dangereuse où se produiront éventuellement les ruptures.

Les maçonneries n'étant pas conditionnées pour résister aux efforts d'extension et résistant d'autre part assez mal aux efforts de cisaillement, si la partie construite sur le sol ferme ne peut pas tourner pour suivre le déversement que tend à prendre la partie construite sur le sol qui s'affaisse, des ruptures se produiront inévitablement.

Ces ruptures se marquent, dans les murs implantés en travers du bord de la cuvette, par des fissures, lézardes ou cassures inclinées avec pied vers la partie restée en ferme : tel est le résultat prévu par l'étude des déformations des maçonneries, confirmé d'ailleurs par l'expérience.

Ainsi donc, la rupture type d'une construction édifiée sur un bord de cuvette d'affaissement consiste dans la production de fissures, lézardes ou cassures ayant leur pied dans la direction opposée à celle de la pente du bord de la cuvette.

Exemple : une construction orientée de telle manière que ses murs regardent les points cardinaux et édifiée sur le bord sud-ouest d'une cuvette d'affaissement, c'est-à-dire sur un bord incliné vers nord-est (le chantier étant au nord-est), tend à se déverser vers le nord-est ; il s'y produira, ou il tendra à s'y produire, dans les murs nord et sud ou dans les murs parallèles, des fissures pied ouest et, dans les murs est et ouest, des fissures pied sud ;

les pieds des fissures dans les murs sont donc opposés au chantier considéré.

Ces ruptures orientées dans les murs ne se produisent d'ailleurs pas toujours: pour qu'elles n'apparaissent pas, il suffit que les contraintes internes, définies plus haut et toujours existantes, n'atteignent pas une valeur suffisante pour produire effectivement ces ruptures.

Avant d'ailleurs que ces ruptures orientées se produisent dans les murs, d'autres lésions apparaissent aux points faibles de la construction.

Ce sont d'abord des fissures dans les plafonds; de légères déformations dans la maçonnerie peuvent exister sans ruptures de cette maçonnerie; ces déformations créent à leur tour des déformations des gîtages sous-plafonds, c'est-à-dire des tensions internes dans les enduits de plafonnage, lesquels sont beaucoup plus fragiles que la maçonnerie et se fissurent. La fissuration des enduits des plafonds doit évidemment être en relation avec la nature de la déformation de la construction; cette fissuration étant produite en première analyse par l'affaissement de la partie de construction qui est en porte-à-faux, doit être orientée parallèlement au plan de la section dangereuse, c'est-à-dire parallèlement à la limite de la cuvette d'affaissement.

Exemple: la construction édifiée sur un bord sud-ouest de la cuvette (les travaux miniers étant dès lors au nord-est) aura ses plafonds fissurés dans la direction nord-ouest/sud-est.

Après que se sont produites les premières fissures dans les plafonds et avant que n'apparaissent les lésions orientées dans les murs, des disjonctions apparaissent aux raccords des différents murs et surtout aux raccords des cloisons avec les murs, parce que ces raccords sont des régions de la construction où, par suite de la modification brusque de forme, les contraintes internes se localisent d'abord: on dit que ces raccords constituent des points faibles de la construction et cette expression a d'autant plus de valeur que c'est souvent à ces endroits que la liaison des matériaux est le plus mal réalisée.

Si la position la plus dangereuse d'un immeuble par rapport à une cuvette d'affaissement est celle qui vient d'être étudiée, il ne faut cependant pas penser qu'une maison qui se trouve sur un fond de cuvette ne doit pas se dégrader parce que, à cet endroit, le sol s'affaisse régulièrement.

En réalité, quelle que soit la position d'une construction à l'intérieur du périmètre d'une cuvette d'affaissement, cette construction s'est trouvée, à un moment donné, dans la position dangereuse étudiée plus haut. En effet, avant que le chantier ne se développe, la construction se trouvait sur sol ferme puisqu'il n'y avait pas de cuvette d'affaissement; le chantier ne se développant que progressivement, la cuvette se crée à un moment donné et s'étend

à mesure que l'exploitation prend de l'extension; il arrive donc nécessairement qu'à un moment donné, le bord de la cuvette passe sous l'immeuble, le traverse et continue sa progression de telle manière que l'immeuble se trouve finalement dans le fond de la cuvette.

Cette disposition ne se réalise pas lorsque l'exploitation est commencée précisément dans l'aplomb de l'immeuble et progresse dans tous les sens à partir de ce point (méthode d'exploitation conseillée pour protéger des bâtiments importants à la surface, consistant à exploiter à partir de l'aplomb de ces bâtiments qui sont ainsi rapidement hors d'atteinte des lignes de cassures et peuvent descendre lentement et parallèlement à eux-mêmes).

Lorsqu'une construction passe dans l'aplomb d'un chantier qui n'a pas été commencé sous cette construction, elle se trouve donc momentanément sur le bord de la cuvette de ce chantier et risque de subir les dommages qui ont été décrits dans cette circonstance. Ces dommages peuvent être réduits si le bâtiment n'est pas très long et si l'avancement des travaux est rapide, car on peut admettre alors que toutes ses parties se déplacent ensemble dans le même sens; mais si le bâtiment est long (rue, canalisation) dans la direction de l'avancement des travaux, il doit se déformer parce que la partie en porte-à-faux devient à un moment donné trop longue. Il en résulte nécessairement des arrachements (fissures ou cassures orientées) ou des compressions. C'est un fait bien connu, expliqué par la théorie précédente, que dans une rue les maisons jointives sont plus cassées que les maisons isolées ou que les petits blocs de maisons.

Quoi qu'il en soit, du seul fait que l'immeuble s'est trouvé momentanément sur un bord de cuvette, il a subi les contraintes impliquées par cette position et peut s'être fissuré comme indiqué plus haut, même si, après le passage de la cassure secondaire, il se trouve finalement redressé sur le fond de la cuvette.

Les autres positions que peut occuper une construction sur une cuvette d'affaissement laissent prévoir la production des lésions orientées conformément aux sollicitations impliquées par ces positions.

La construction peut notamment se trouver sur le bord en talus de la cuvette, sans être à cheval sur la lisière de la zone d'influence. Dans cette position, elle doit se trouver tout entière déversée vers le fond de la cuvette, c'est-à-dire vers les travaux d'exploitation; cependant, les bords des cuvettes sont le siège de phénomènes de glissements provoquant des déplacements horizontaux qui augmentent avec l'inclinaison de ces bords de cuvettes. Il en résulte que la construction sera, non seulement mise hors-plomb, mais que sa maçonnerie présentera souvent des fissures et disjonctions; celles-ci, orientées comme dans le cas où l'immeuble est à cheval sur la limite

de la cuvette, seront cependant moins graves que dans ce cas.

La construction peut enfin se trouver partie sur le fond de la cuvette et partie sur le bord en talus. Elle est exposée, dans ce cas, à des efforts internes de compression résultant de la poussée du bord sur le fond provenant du glissement dont le bord de cuvette est le siège.

Les dégradations qui viennent d'être exposées constituent ce qu'on pourrait appeler des dégradations principales ou primaires. Elles ont, par rapport au chantier d'exploitation, une orientation déterminée. Cependant, elles se compliquent souvent de lésions secondaires dont l'orientation n'est pas nécessairement concordante avec celle du chantier souterrain. Ce fait provient de ce que la construction n'est pas un corps simple mais un solide complexe dont les différentes parties agissent les unes sur les autres. Lorsqu'une partie se déforme sous des sollicitations données, elle crée dans les autres parties des efforts dont l'orientation peut différer de celle des sollicitations données.

En voici un exemple simple : la lésion caractéristique d'un mur plein établi en travers de la limite d'une cuvette d'affaissement et ayant donc une partie en ferme et une partie en porte-à-faux, est une cassure dont le pied est opposé à la pente du talus de cuvette, c'est-à-dire opposé à la direction du chantier, ainsi qu'il a été exposé plus haut. Si le mur est percé de nombreuses ouvertures (façade), la lésion caractéristique a d'abord une forme différente : elle n'est plus continue mais se compose de différents tronçons qui traversent les allèges des baies, rompant les linteaux ; ces tronçons s'alternent dans les différentes allèges superposées ; ils ont une inclinaison en relation avec l'orientation de la partie du terrain d'assise qui est en voie d'affaissement, comme dans le cas du mur plein ; si les ruptures se produisent sous cette forme, c'est que la section dangereuse doit, dans le cas actuel, traverser le maximum de vides de manière à être celle qui a la plus faible section.

Cela étant, soit ab (fig. 1) une fissure se produisant dans une allège, consécutivement à un affaissement vers nord d'une partie du sol d'assise ; cette fissure a pied sud : c'est la lésion primaire.

Le décollement ou la rupture qui se produit le long de ab laisse maintenant en porte-à-faux la partie $abcd$ de l'allège considérée ; si le poids propre est suffisant pour produire une rupture de cette partie $abcd$, cette rupture se produira suivant la ligne df , qui a pied nord et constitue une lésion secon-

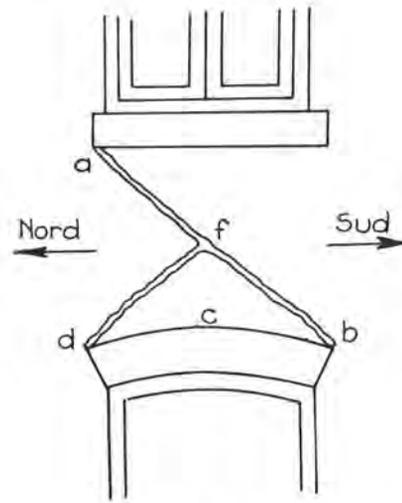


Fig. 1.

daire dont l'orientation n'est pas *directement* compatible avec la sollicitation primaire : affaissement du sol vers nord.

Il faut encore définir les relations chronologiques qui doivent exister entre les travaux souterrains et les dégradations consécutives.

L'expérience a montré que, dans les gisements en veines minces exploitées à une profondeur de 500 à 400 m, il faut de six mois à un an pour que les effets de l'exploitation soient perceptibles à la surface.

Dès la fin de cette première période, dont la durée dépend du temps qu'il a fallu pour que l'ébranlement consécutif à la rupture du toit des couches se soit transmis de proche en proche, apparaissent à la surface des affaissements qui vont en croissant pendant tout le temps que les chantiers se développent en étendue ; la durée de ces affaissements croissants est le plus souvent de deux ou trois ans, parfois davantage.

Quand les travaux sont arrêtés ou très éloignés, les affaissements commencent à ralentir mais continuent néanmoins à se produire pendant encore quelques années ; la durée de cette troisième période, dite d'amortissement, dépend de la profondeur des chantiers et de la nature des roches ; plus le massif ébranlé est considérable et plus il faut de temps pour qu'il reprenne un état d'équilibre stable.

En moyenne dans notre bassin houiller, la période des effets sensibles, celle à laquelle on attribue la plupart des dégâts aux immeubles, a une durée de deux à trois ans, tandis que la durée totale de l'influence est généralement estimée à une dizaine d'années. Ces chiffres n'ont cependant rien d'absolu.

2. EXPOSE SOMMAIRE DES MANIPULATIONS DES INFLUENCES ETRANGERES A L'ACTION MINIERE

Les influences étrangères à l'action minière et qui sont de nature à produire des lésions dans une construction sont nombreuses et variées.

Il faudrait donner un véritable cours des lésions dans la construction pour les étudier toutes.

Un exposé sommaire s'impose qui permette de dégager les éléments qui serviront de base au départage entre les dégradations d'origine minière et celles qui ne le sont pas.

21. DEF AUT D'ASSISE

Le défaut d'assise est l'insuffisance du sol de fondation à résister au poids de la construction. Lorsque le sol de fondation est dans ce cas, il se produit des phénomènes d'abaissement du plan de pose, résultant de l'écrasement du sol porteur.

Les lésions compatibles avec l'abaissement du plan de pose sont assez semblables à celles qui ont été étudiées dans le cas d'un affaissement du sol d'assise consécutif à l'exploitation souterraine, car le mouvement du sol d'assise est de même nature puisqu'il tend à descendre.

Cependant ces lésions sont plus localisées ; dans les murs à fondations continues et sans ouvertures, elles affectent la forme de fissures paraboliques ; dans les murs percés de nombreuses baies, elles se manifestent à nouveau par des ruptures de linteaux et de seuils et par des fissures obliques dans les allèges des baies. Les critères de différenciation entre ces lésions et celles dues à l'action minière sont assez nombreux.

Tout d'abord, s'il n'y a pas concordance d'orientation avec la position des chantiers d'exploitation ou si la dégradation ne peut pas apparaître comme une lésion secondaire due à la production de lésions convenablement orientées par rapport aux travaux miniers, l'hypothèse de l'action minière peut être a priori écartée.

Dans le cas contraire, l'étude de la construction et de son sol d'assise permettra toujours d'établir si le poids de la construction impose ou non au terrain de fondation des charges unitaires excédant sa limite d'écrasement.

Enfin, dans la majorité des cas, le point de vue chronologique pourra servir à opérer le départage : si les lésions sont apparues avant l'exploitation souterraine, elles ne peuvent pas être imputées à cette dernière ; l'apparition des lésions dues à un tassement du sol de fondation se produit en général peu de temps après la mise en charge, c'est-à-dire après la date de construction ; cependant cette loi n'est pas générale, car le tassement des constructions importantes édifiées sur un sol qui comprend des cou-

ches cohérentes compressibles (argiles) peut ne survenir qu'après un certain nombre d'années et se poursuivre très longtemps (un exemple est fourni par l'immeuble des Postes à Bregenz, Autriche, construit sur un sous-sol constitué de 7 m de sables et remblais surmontant 15 m d'argile ; l'immeuble, dont les tassements font l'objet d'observations continues, n'a pas cessé de descendre ; en 56 ans, le tassement était de 90 cm).

22. TASSEMENT DES MAÇONNERIES

Le tassement des maçonneries provient surtout du tassement des mortiers.

Les lésions en relation avec cette cause consistent surtout en disjonctions des murs, déplacements des sièges d'encastrement des poutres, vernes et gîtages, désassemblages des voussettes, fendillements et arrachements de l'enduit des plafonds, etc. Ces désordres apparaissent immédiatement après la construction, même dans les bâtiments les mieux construits ; le soin apporté à l'élévation de la maçonnerie peut les réduire dans de notables proportions, au point que les fissures ne sont le plus souvent que capillaires ; elles sont souvent plus sensibles dans les constructions ayant subi des réfections ou des transformations et s'y manifestent sous forme de disjonctions entre les maçonneries d'âge différent, dues à la variation de volume du mortier au fur et à mesure de sa dessiccation, à l'épaisseur relativement forte des joints de la maçonnerie et souvent à l'encastrement défectueux de la nouvelle maçonnerie dans l'ancienne.

Lorsque de telles lésions ont été aveuglées au mortier de ciment (en milieu humide) ou au plâtre (en milieu sec), elles ne s'aggravent plus d'elles-mêmes.

La forme et l'âge de ces lésions, joints à la connaissance des vicissitudes de la construction, permettent le plus souvent de les déceler et de les distinguer des lésions d'origine minière.

23. VICES DE CONSTRUCTION OU MALFAÇONS

On groupe sous ce titre toutes les dispositions défectueuses dans l'utilisation ou l'agencement des matériaux mis en œuvre dans une construction, dispositions défectueuses capables de produire certains désordres.

Les désordres liés aux vices de construction se manifestent sans ambiguïté par leur localisation et sont aisément repérables.

Les causes de ces désordres étant très variées, il n'est pas possible de donner une règle générale permettant de les déceler.

Il n'est pas davantage possible de préciser entre la cause et les effets, des relations d'ordre chronologique parce que certains vices de construction sont de nature à produire des dégâts sans cesse renouvelés.

Seule, la connaissance complète des lois de la construction permet de découvrir les dégâts causés par les vices de construction, comme elle permet au constructeur de les éviter ou de les réduire.

Il est cependant possible de signaler les dispositions défectueuses qui se rencontrent le plus souvent et de décrire les lésions typiques qu'elles produisent. En voici quelques-unes :

a) Manque de rigidité des gîtages sous plafonds : la marche sur les planchers supportés par ces gîtages y produit des vibrations qui créent des fissures dans les enduits de plafonnage ; ces fissures ont la direction parallèle aux gîtages et le réseau se complète d'un réseau perpendiculaire ; elles se produisent du seul fait de la mise en charge et sont donc indépendantes du temps. Dans les cas les plus graves (section insuffisante des solives), les planchers et plafonds fléchissent et il se produit un abaissement de la région centrale ; dans les enduits de plafonnage, les fissures rayonnent alors souvent à partir du centre.

Dans les plafonds les mieux conditionnés, il se présente toujours de fines fissures, même en dehors de concession minière.

b) Fondation irrégulière, comprenant différents plans d'assise en gradins. C'est le cas des constructions qui, n'ayant de caves que sous une partie de leur élévation, ont leurs fondations établies à des profondeurs différentes. Cette disposition, par la mise en charge qu'elle impose au terrain dont la résistance n'est pas la même à différentes profondeurs, a souvent pour effet de produire des cassures verticales à l'aplomb du gradin de fondation ; ces lésions surviennent immédiatement après la construction.

c) Fondation pas assez profonde, dont la base n'est pas à l'abri des alternatives de gel et dégel produisant des gonflements du sol d'assise suivis, lors du dégel, d'un tassement de ce sol. Les dégradations résultantes sont de même type que celles qui proviennent de l'affaissement du plan de fondation ; elles sont chroniques et subissent des alternatives d'accentuation et de réduction, simultanées avec celles du déplacement du sol superficiel.

d) Disposition défectueuse de linteaux, soit qu'ils aient une section insuffisante ou qu'ils soient trop chargés, ce qui les fait fléchir et peut entraîner la production de fissures paraboliques (fissures en chapelles) dans la maçonnerie surincombante, soit qu'ils soient mal posés, par exemple trop près d'un parement et sur une surface insuffisante, ce qui produit des écrasements locaux et des fissures dans les piédroits.

e) Emploi de pierres de taille de second choix, gélives ou posées en délit.

f) Usage d'enduits de plafonnage qui se retirent en séchant et où apparaissent des craquelures finement sinueuses et locales.

g) Conditionnement défectueux des blochets où sont fixées les huisseries, favorisant les descelllements de ces blochets et produisant par suite un mauvais fonctionnement de la menuiserie mouvante.

Etc. etc...

24. VETUSTE

C'est un ensemble de causes qui évoluent en aggravant leurs effets avec le temps.

Dans les maçonneries, les dégradations dues à la vétusté consistent en lésions d'écrasement, le mortier se désagrègeant et devenant pulvérulent sous l'effet de réactions chimiques entre ses constituants, réactions facilitées par l'action de l'humidité. Les lésions d'écrasement de la maçonnerie sont toujours décelées par le son creux que rend cette maçonnerie à la percussion et par la pulvérulence du mortier qui s'effrite entre les doigts. En cas d'écrasement prononcé, on observe un gonflement des parois murales, la production de fissures éparses, nombreuses, sinuées, suivant surtout les joints de la maçonnerie ; ces dégradations sont toujours précédées de ruptures dans les parties faibles : plates-bandes, linteaux, voûtes, etc.

Les symptômes des lésions d'écrasement sont tellement caractéristiques qu'il est impossible de confondre ces lésions avec des lésions d'affaissement.

Les lésions de vétusté sont souvent précoces dans les murs exposés à l'humidité.

25. USAGE NORMAL OU ANORMAL MANQUE D'ENTRETIEN

Ces causes produisent éventuellement des lésions locales, donc facilement différenciables des lésions minières, au même titre que les lésions dues à des vices de construction.

On peut également en citer un grand nombre. Parmi celles qui se rencontrent le plus fréquemment, il faut signaler :

a) Les nettoyages abondants à l'eau des pavements et le brossage énergique de ceux-ci ; il en résulte qu'à la longue, les joints entre les éléments des carrelages se vident de leur remplissage de ciment, lequel s'est petit à petit altéré ; les eaux de lavage pénètrent par ces joints, circulent dans l'assise de sable ou de cendrées sous-jacentes, provoquent des modifications dans la répartition des grains de cette assise et finalement des descelllements locaux, puis des ruptures locales d'éléments qui ne sont plus uniformément supportés.

b) L'usage anormal qui est parfois fait d'un pavement pour y découper du bois est la cause également de ruptures locales d'éléments.

c) Le manque de précaution dans la manipulation des ouvrants de portes produit des vibrations nuisibles à la stabilité des blochets et est souvent une cause de mauvais fonctionnement des menuiseries, sinon de dégradations dans les cloisons, lesquelles se trouvent parfois fissurées de ce chef.

d) Le manque d'entretien des peintures de menuiserie exposées aux pluies (fenêtres notamment) accélère la production des dislocations aux assemblages des ouvrants, c'est-à-dire le mauvais fonctionnement de ces ouvrants : il s'agit ici d'une dégradation de vétusté créée par le manque d'entretien.

Etc. etc...

26. POUSSEES

Une construction peut subir des poussées internes provenant d'un défaut de construction : fermes sans tirant ou avec tirant de section insuffisante, arcs ou voûtes dont les poussées à la clef ne sont pas équilibrées, toitures à deux versants susceptibles de se déformer par suite du manque de rigidité des vermes, etc.

Les poussées sur une partie de construction peuvent être dues à des causes extérieures : c'est le cas des murs de soutènement notamment.

Les poussées produisent des rotations et donc des dévers des murs qui leur sont soumis ; ces déviations se produisent avec plus d'amplitude au sommet du mur déversé et suivant une quantité presque nulle à sa base, c'est-à-dire près de son axe de rotation. Les lésions consécutives consistent en détachements des parois du mur déversé avec les dallages ou planchers intérieurs ; en arrachement aux encastresments du mur déversé et des murs encastres perpendiculairement avec lui, et en fissures dans ces derniers ; les fissures qui se produisent dans les murs encastres perpendiculairement à celui qui reçoit la poussée ont une orientation bien déterminée : leur pied se trouve à la base du mur déversé (au centre de rotation), et ces fissures s'écartent du mur déversé en s'élevant ; elles ne se manifestent d'ailleurs que quand le mur déversé fait complètement corps avec les murs perpendiculaires qui s'y encastrent, c'est-à-dire quand les liaisons des murs sont bien faites et quand le mortier est d'excellente qualité. Les lésions dues à des poussées sont donc bien caractéristiques ; dans les constructions courantes, elles ne peuvent d'ailleurs provenir en général que de la toiture et on doit alors pouvoir reconnaître l'existence de la poussée au fait que les façades sont toutes deux en surplomb.

27. GLISSEMENT NATUREL DU PLAN DE POSE : SOLIFLUXION

Le glissement du plan de pose peut se produire lorsqu'il existe, à une certaine profondeur, un plan lubrifié même très peu incliné (plan de glissement constitué, par exemple, par une couche d'argile humide).

Les phénomènes de glissement naturel sont suffisamment connus pour qu'on puisse se dispenser d'en démontrer l'existence. Le plus souvent ces phénomènes se produisent dans les terrains argileux et aquifères, situés à flanc de coteau, et même sur les plateaux à très faible pente.

Ils sont produits surtout par les alternatives de gel et dégel ; lors des gelées, le terrain gonfle et se fendille ; les soulèvements se produisent perpendiculairement au profil du terrain ; lors des pluies ou de la fonte des neiges, les eaux pénètrent dans les fentes créées par le gonflement dû à la gelée, et il se produit des ravines ; en été, le sol superficiel s'assèche jusqu'à une certaine profondeur ; la couche supérieure, sèche et fendillée, se comprime sous le poids des bâtiments ; sa cohésion augmente et son volume diminue, ce qui fait que le bâtiment descend ; mais il descend verticalement alors qu'il a été soulevé perpendiculairement au profil du sol ; le résultat est donc un faible glissement, qui s'exagère lorsque la compression de la couche supérieure s'exerce contre un plan lubrifié et incliné, même faiblement.

Les lésions dues à un glissement naturel sont évidemment de même forme que celles que l'on rencontre dans le glissement artificiel qui se produit sur les bords en talus des cuvettes d'affaissement produites par l'action minière.

Elles se distinguent de ces dernières par le fait qu'elles se produisent souvent beaucoup plus lentement ; leur âge et leur évolution sont évidemment en relation avec la nature de la cause créatrice.

28. OSCILLATIONS DE LA NAPPE AQUIFERE

La circulation de l'eau dans la nappe aquifère et les mouvements oscillatoires de la surface libre de cette nappe peuvent causer aux constructions des dommages ayant la même forme que ceux qui sont produits par l'affaissement du plan de pose.

On peut les distinguer de ces derniers par la considération des concordances spatiales et chronologiques entre les lésions et la cause.

Un abaissement du niveau de la nappe produit des affaissements à certaines régions, dont l'étendue n'a aucun rapport avec celle des cuvettes d'affaissement minier par exemple.

29. PHENOMENES OSCILLATOIRES

Trépidations.

La circulation, sur la voirie, de véhicules lourds et rapide est de nature à produire dans les constructions riveraines certains désordres. Sur les revêtements discontinus des voiries urbaines, les véhicules produisent des effets dynamiques qui se propagent dans le sol en ondes d'ébranlement constituant de minuscules séismes.

On a constaté que les véhicules hippomobiles lents, de poids moyen, à bandages métalliques, causent les mêmes trépidations que les camions automobiles les plus lourds, à bons bandages élastiques, roulant à 30 km à l'heure. Les trépidations causées par les véhicules lourds (trolleybus) à bandages pneumatiques, à 45 km à l'heure, sont sensiblement inférieures aux précédentes.

L'accélération ou vitesse de propagation des ondes qui, en séismologie, mesure la puissance destructive d'une secousse à laquelle un bâtiment est appelé à résister, « est assez comparable à celle d'un tremblement de terre, assez destructeur, mais les effets sont considérablement moins accusés, à cause de l'étendue très limitée de leur action et de la décroissance rapide des trépidations à partir de l'épicentre, correspondant à la faible énergie mise en jeu. Ces trépidations peuvent cependant être très désagréables et même causer des dégradations appréciables, quoique nullement comparables à celles des tremblements de terre » (F. Campus, Les Effets Dynamiques de la Circulation Routière sur les Immeubles ; Rapport présenté au 3^e Congrès Belge de la Route, 1955).

Pour étudier la nocivité des ondes de trépidation, on les décompose en deux rectangulaires, horizontale et verticale.

Les expérimentateurs ne sont pas encore d'accord au sujet de la nocivité relative des composantes horizontales et verticales, pas davantage qu'au sujet de la zone de transmission.

Les lésions constatées dans les bâtiments, sous l'effet des trépidations, consistent en fissures, tassements et écrasements des matériaux, provenant soit de la désagrégation des mortiers, soit des tassements dans un sol inégalement résistant ; ces phénomènes entraînent une fissuration assez particulière des plafonds, ayant des directions variées et comportant des éclatements d'enduits ; ils entraînent encore des dénivellations de planchers, des coincements des portes et fenêtres dans les dormants, des fuites dans les réservoirs, dans les cheminées, etc.

Pratiquement, les souffrances des bâtiments dues à ces causes commencent avec la dislocation des diverses parties de leur construction, c'est-à-dire avec l'affaiblissement de leur stabilité ; ceci est surtout le cas pour les anciens immeubles déjà affectés de vétusté.

D'autre part, il n'y a pas de doute, l'observation des vibrations dans les constructions est très difficile et aucun mode opératoire systématique n'a encore été défini avec précision : nature des appareils de mesure, manière de les disposer, etc. Enfin, on n'a pas encore fixé une unité permettant la création d'une échelle des intensités de trépidations.

Dans la définition des dégradations, l'élément subjectif est inévitable et il ne fait pas de doute qu'on soit actuellement porté à l'exagération lorsqu'on étudie la nocivité des trépidations ; on a en effet souvent l'impression qu'il s'agit de trépidations quand ce sont en réalité de simples bruits se transmettant par l'air.

Les expériences ont prouvé que, dans des immeubles bien construits, les trépidations dues au passage des véhicules ne produisent pas de dommage appréciable : les amplitudes des vibrations transmises aux planchers sont moindres que celles qui sont produites par la marche rapide d'un homme.

Dans l'étude déjà citée, le Professeur F. Campus conclut : « En réalité il est peu probable que les trépidations dues à la circulation aient jamais pu entraîner la ruine complète d'un immeuble suffisamment stable par lui-même. Des fissures de murs, cloisons et dallages, des chutes de crépit, carrelage et plafonnage, des dérangements de menuiseries, canalisations, etc., peuvent être éventuellement occasionnés par les trépidations sans que celles-ci en soient généralement les seules causes, mais le plus souvent ont contribué à ces effets avec des causes extrinsèques ».

Les vibrations dues à la circulation ne sont d'ailleurs pas les seules qui doivent être prises en considération. A ce sujet, il y a lieu de faire remarquer que les trépidations dues aux machines fixes et surtout les machines à piston, sont plus dangereuses pour la stabilité des constructions que les précédentes car elles sont entretenues.

Explosions d'engins de guerre.

Les lésions imputables aux explosions d'engins de guerre sont le résultat de la propagation d'un mouvement ondulatoire.

Ce mouvement ondulatoire peut être de deux espèces différentes, suivant que l'explosion s'est produite à une certaine profondeur dans le sol (torpilles aériennes) ou au contraire au niveau du sol ou au-dessus (bombes volantes, mines) dans le premier cas, l'onde se propage surtout dans le sol ; dans le second cas, elle se propage surtout dans l'air.

La propagation dans le sol produit des effets semblables à ceux que l'on observe dans les zones concentriques à l'épicentre d'un phénomène sismique ; la gravité de ces effets dépend évidemment de la distance de l'édifice atteint au centre de l'explosion,

ainsi que de la violence de cette dernière. Les parois murales regardant le centre d'ébranlement sont les plus éprouvées ; au maximum, ces parois se détachent des parois transversales et se renversent en dehors, en découvrant ainsi l'intérieur du bâtiment ; dans les parois transversales, c'est-à-dire parallèles à la direction de propagation de l'onde, il se produit des lésions (fissures) inclinées dans le sens de la poussée. En outre, la secousse ondulatoire a pour effet d'ébranler les poutres jusqu'à les faire sortir de leur siège, surtout si elles sont faiblement encastrées, et élargit les lésions existantes dans la direction des ondulations.

Le mouvement ondulatoire exerce plus de dégâts aux étages supérieurs et moins aux étages inférieurs. Les bâtiments encaissés se ressentent moins de l'influence ondulatoire que ceux qui ne le sont pas : les façades sont plus exposées que les pignons et les constructions isolées sont plus sujettes à être éprouvées que les constructions appartenant à des blocs.

Lorsque la propagation se fait dans l'air, les effets produits ont des formes très variées. Les murs extérieurs exposés directement au « souffle » (vibrations de l'air), c'est-à-dire orientés perpendiculairement à la direction de propagation du mouvement vibratoire, se comportent comme des murs chargés normalement à leur parement ; vu le système de liaison, ces murs se déforment comme une plaque rectangulaire encastrée sur trois côtés et libre sur le quatrième (faîte du mur) ; la mise en charge normale au parement y produit les désordres les plus graves dans la région de l'arête libre, c'est-à-dire à la partie supérieure.

Dans les murs ainsi exposés, on voit fréquemment des lésions en forme de V, affectant surtout la partie supérieure.

Dans les murs et cloisons intérieurs, et parfois à l'extérieur, on rencontre également des lésions en forme de X qui se produisent lorsque le mur peut être considéré comme encastré sur tout son pourtour.

Au maximum il se produit parfois des renversements vers l'intérieur ou vers l'extérieur.

3. METHODE D'ETABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC

Lorsqu'on examine les lésions affectant un immeuble, il est relativement aisé de séparer une partie de ces lésions en groupes de lésions relevant d'une cause bien déterminée et unique.

La chose est bien évidente même pour un observateur qui n'a que des connaissances élémentaires en la matière quoique, pour cet observateur, le champ d'observation doive être nécessairement plus restreint que celui dans lequel peut se mouvoir le spécialiste.

La multiformité des lésions observées provient de ce que, par suite de la propagation dans l'air, les ondes se réfléchissent sur les obstacles qu'elles rencontrent (constructions notamment) ; la multiplicité des obstacles qui fonctionnent ainsi comme des miroirs est telle, dans une agglomération, que de nombreuses ondes réfléchies prennent naissance et se croisent en donnant lieu à des phénomènes d'interférence ; celles-ci ont pour effet d'augmenter l'amplitude des vibrations lorsque les ondes se croisent en phase, de la réduire lorsque, au contraire, ces ondes sont en discordance.

Il arrive ainsi que certaines constructions assez rapprochées du centre d'ébranlement n'ont subi que peu de dégâts, tandis que d'autres, plus éloignées, ont été plus gravement atteintes, ou encore que certaines constructions aient pu subir des dégâts plus importants aux étages inférieurs qu'aux étages supérieurs, quoique ce dernier phénomène exige des dispositions de lieux très spéciales, rarement réalisées, et ne se soit en fait produit que très exceptionnellement.

Le mouvement vibratoire de l'air exerce, ainsi qu'il a été dit, plus de dégâts aux étages supérieurs qu'aux étages inférieurs ; cette propriété avait déjà été citée pour le mouvement ondulatoire du sol.

De la même manière également que dans le cas du mouvement ondulatoire du sol, le mouvement vibratoire de l'air atteint davantage les constructions surélevées que les constructions encaissées, les murs de façade que les pignons, et les murs percés de baies que les murs pleins.

De plus, à chaque incidence d'une onde sur un obstacle, donc à chaque réflexion de l'onde, une partie de l'énergie cinétique est absorbée par l'obstacle. Il en résulte que, dans le mouvement vibratoire de l'air, la multiplication des obstacles a pour effet de créer des amortissements souvent rapides et importants.

En fait, la diversité des dommages relevés dans le voisinage des points de chute des bombes volantes V 1 est due à la diversité de configuration et de relief des zones d'influence du centre vibratoire.

Des écrasements locaux d'enduits de plafonnage, portant l'empreinte d'angles de meubles, ne laissent par exemple aucun doute sur la cause productrice, qui est le choc produit sur ces enduits lors de manipulations maladroites du mobilier à l'occasion d'un déplacement de celui-ci.

Certaines dislocations de menuiseries extérieures, dans lesquelles on constate le manque de peinture extérieure, souvent la disparition du mastic, le gonflement des chevilles d'assemblage, la dislocation

de ces assemblages, la pourriture des seuils en bois ou des jets d'eau, sont, pour l'œil le plus inexpérimenté, des lésions qui ont la vétusté et le manque d'entretien pour cause.

Certains bris de vitres, en forme d'étoile, portant nettement la marque d'une percussion locale, peuvent être attribués sans hésitation à un accident.

Des bris de pavements, accompagnés d'écrasements et de la production de nombreux petits morceaux, prouvent nettement un usage anormal (souvent découpage de bois à brûler).

L'usage en construction de matériaux de second choix (pierres gélives, briques tendres, carrelage à craquelures, etc.), mal préparés ou mis en œuvre de façon défectueuse (enduits de plâtre ou de ciment qui se gercent), produit des lésions bien caractéristiques sur lesquelles ne se trompe pas l'homme de l'art.

En général, les lésions nettement imputables sans discussion à des causes étrangères à l'action minière ne sont pas décrites dans les relevés de dégradations qu'exécutent les experts chargés de rechercher les dégradations d'origine minière, ou sont expressément dites « non minières » dès la description elle-même, sans qu'il soit nécessaire de justifier cette qualification.

Au surplus, assez souvent — c'est le cas des lésions accidentelles — l'expert obtient confirmation de son opinion par une déclaration de l'occupant de l'immeuble, qu'il a soin d'interroger sur la cause de la lésion.

Il est d'autre part des dégradations dont la cause bien déterminée échapperait au non connaisseur, et pour lesquelles le spécialiste n'éprouve pas de difficulté à formuler un diagnostic.

Ici interviennent et la science théorique et l'expérience pratique du spécialiste, qui permettent à celui-ci d'associer une lésion de nature, forme et âge déterminés à une cause déterminée.

Les relations entre causes de dégradations, d'une part, et nature, forme et âge de ces dégradations, d'autre part, ont été brièvement exposées plus haut.

L'imputation d'une lésion donnée à une cause déterminée implique une discrimination sévère entre toutes les causes de dommage, exécutée au moyen de la recherche des concordances et des discordances qui existent entre la lésion observée et les effets théoriquement attendus de chacune des causes envisagées.

La question n'est pas simple, car si certains effets théoriquement attendus d'une cause déterminée peuvent souvent être exprimés par des lois générales, au moyen des théories de la Résistance des Matériaux d'une part, théories confirmées par l'expérience plus ou moins développée qu'acquière les constructeurs et ceux qui font profession d'étudier les dégâts aux constructions, il n'en reste pas moins que

ces lois ne sont strictement applicables que lorsque toutes les conditions qui ont présidé à leur établissement sont réalisées ; or, en matière de Résistance de Matériaux et en Construction, la forme des solides étudiés a une importance primordiale, et d'ailleurs seul est examiné le comportement de solides de forme simple sous des efforts connus. Lorsqu'il s'agit de solides tels que des immeubles, qui sont parfois fort complexes, les lois générales ne sont pas toujours applicables, parce que les interractions des solides de forme simple constituant ce corps complexe modifient en chaque point les contraintes qu'y produiraient les efforts extérieurs s'ils n'étaient appliqués qu'à des solides simples, sans dépendance avec d'autres solides simples voisins. Un exemple élémentaire en a été donné à la page 183 à propos des effets d'un affaissement du sol d'assise sur un mur percé de baies, et les cas abondent où un examen trop sommaire ou trop rigide de la question risquerait d'entraîner des erreurs de diagnostic.

Dans un ouvrage dont la première édition remonte à 1915 (Le Lesioni dei Fabbricati), C. Russo, Chef de Section du Bureau Technique des « Hôpitaux Réunis » de Rome, établit une classification des diverses lésions susceptibles de se manifester dans les constructions dont la stabilité a été compromise ; cette étude est le fruit d'une longue expérience illustrée par l'abondance des exemples cités par l'auteur qui décrit notamment les modes définitifs de consolidation qu'il a réalisés dans de nombreuses constructions, parfois séculaires, et qui consacre un chapitre spécial aux lésions produites par les mouvements sismiques, dont les désastres de Messine et Reggio en 1908, des Abruzzes en 1915 lui ont fourni la triste documentation.

L'introduction de la première édition de cet ouvrage débute par la phrase suivante :

« L'expertise des lésions survenues dans les constructions est une des tâches les plus ardues de l'Ingénieur Civil, attendu que, pour bien l'accomplir les connaissances scientifiques ne suffisent pas ; il faut encore posséder une grande pratique et une longue expérience, acquises en face des difficultés souvent insurmontables que l'on rencontre dans la restauration des édifices ravagés par les années, ébranlés par des transformations ou rendus instables par des mouvements telluriques ».

Plus loin, l'auteur ajoute : « Il n'est donc pas donné à tous de faire un diagnostic, dans un délai très court, d'une construction qui est un organisme *muvt* et d'une étendue considérable ».

Les lésions dont l'auteur de l'ouvrage cité pose le diagnostic répondent assez bien aux caractères de celles qui se rencontrent dans les immeubles de notre région ; ce sont :

1^o) les lésions de retrait résultant du tassement des maçonneries en œuvre ;

2^o) les lésions dues au tassement du plan de pose par la mise en charge ;

3^o) les lésions dues à l'affaissement du plan de pose d'immeubles construits sur d'anciennes carrières souterraines de tir et même sur des carrières encore en exploitation (zone de Monteverde à Rome) ;

4^o) les lésions d'affaissement dues à une construction défectueuse de la maçonnerie de fondation ;

5^o) les lésions d'affaissement dues aux infiltrations pénétrant dans le plan de fondation par suite, soit de fuites souterraines invisibles dans les canalisations, soit d'inondations provenant de débordements de rivières ou de canaux traversant les villes ;

6^o) les lésions d'affaissement dues à un accroissement des charges (addition d'étages à une construction) ;

7^o) les lésions d'écrasement dues ou à l'excès de charge ou à l'emploi de matériaux de démolition ou à la vétusté de la construction ou à une exécution intempestive des travaux de construction ;

8^o) les lésions de rotation produites par une poussée de fermes sans tirant ou avec tirant de section insuffisante, ou par une poussée d'arcs ou de voûtes dont les poussées à la clé ne sont pas équilibrées par le poids des culées ou par la section du tirant ;

9^o) les lésions de rotation sans poussée résultant d'un affaissement du plan de pose d'un mur sans fondation sur une partie de sa longueur ;

10^o) les lésions dues au glissement du plan de pose, ce phénomène s'observant surtout dans les terrains argileux et aquifères situés à flanc de coteau ;

11^o) les lésions dues aux phénomènes endogènes : tremblements de terre ; dans ces phénomènes sont étudiés le mouvement sursultatoire à l'épicentre et le mouvement ondulatoire dans les zones concentriques à l'épicentre.

Ces lésions sont étudiées pour les murs pleins ou percés de baies, fondés sur arcs et piliers ou sur massifs continus, en maçonnerie ordinaire, en ciment armé ou monolithiques, pour les arcs, voûtes, plates-bandes, coupes, tours, etc.

D'après l'énumération précédente, on se rend compte que l'auteur a envisagé sensiblement toutes les causes de dégradations qui se rencontrent dans les immeubles de notre région, y compris celles dues à la présence d'excavations souterraines, à l'infiltration de l'eau et aux phénomènes ondulatoires.

Au chapitre relatif à la détermination des causes des perturbations, C. Russo écrit ce qui suit :

« Dans la recherche de la cause d'une perturbation statique, le professionnel doit s'avancer avec circonspection (comme le piéton qui aurait du plomb dans ses chaussures), attentivement, par petits pas et par voie d'élimination (car souvent ce

» n'est que difficilement qu'il acquiert une certitude, laquelle est parfois impossible) ; il se rappellera les considérations suivantes, fruit d'une expérience personnelle.

» Les perturbations statiques sont toujours partielles, elles ne sont jamais totales. Et, comme il a été dit que ces phénomènes sont toujours accouplés, il en résulte que jamais on ne peut attribuer les lésions d'un bâtiment à une cause unique (et surtout s'il s'agit d'un groupe de bâtiments).

» Un bâtiment et encore plus un groupe de bâtiments, ayant perdu l'équilibre statique, présentent une quantité de perturbations partielles, ayant chacune une cause différente, par suite produisant des effets différents...

» Pour reconnaître le plus ou moins de gravité d'une perturbation statique, il faut s'assurer avant tout si les lésions sont neuves ou vieilles, récentes ou anciennes.

» Si l'on examine les interstices des vieilles lésions, on voit qu'ils présentent une couleur foncée à cause des insectes, des toiles d'araignée, de la moisissure, du terreau qui s'y sont accumulés.

» Si l'on regarde, au contraire, dans les fentes des lésions récentes, on aperçoit immédiatement la rupture récente de l'enduit et des pierres. Une vieille lésion peut, elle aussi (comme la récente), concerner l'enduit, être superficielle ou profonde...

» En ce qui concerne la largeur, tandis que les lésions d'enduit varient de 1 à 5 millimètres et les superficielles de 5 à 5 millimètres, celles profondes dépassent toujours 8 millimètres...

» Les lésions doivent être étudiées dans leur allure générale et non dans leurs allures partielles ; c'est ainsi que, si l'on étudiait une lésion millimètre par millimètre par exemple, il serait impossible de reconnaître l'inclinaison caractérisant tel ou tel phénomène, de sorte que les directions les plus diverses s'opposeraient au diagnostic du phénomène.

» D'ailleurs, sauf le cas d'un bâtiment qui menace de s'écrouler d'un moment à l'autre, dans lequel toute la maçonnerie se désagrège et se dissocie au point qu'aucun examen n'est possible, même sur les débris les plus divers, dans tous les autres cas où l'apparition du phénomène précède de beaucoup l'écroulement du bâtiment, les lésions, bien que se manifestant dans les directions caractéristiques qui ont été étudiées dans la première partie, suivent assez fidèlement les joints de pierres qui, comme on le sait, étant altérées, déterminent des lignes brisées. C'est pourquoi les lésions doivent être examinées d'après leur allure d'ensemble ou prédominante, mais jamais dans leurs variations multifformes.

» Certains ingénieurs, pour déterminer les causes d'une perturbation statique, appliquent rigoureusement

» ment aux lésions les théories de la mécanique et de
 » la statique graphique.

» Mais ils oublient que les bâtiments et surtout
 » ceux d'ancienne date, ne sont pas des solides ho-
 » mogènes, encore moins monolithiques et que, par
 » suite, la force perturbatrice qui les sollicite, étant
 » de nature complexe, ne peut déterminer des phéno-
 » mènes correspondant rigoureusement aux postulats
 » scientifiques.

» C'est ainsi que l'on n'observera jamais une lé-
 » sion parfaitement perpendiculaire à la résultante
 » des forces composantes, mais seulement presque
 » perpendiculaire.

» De même la lésion parabolique qui se manifeste
 » dans un mur sans ouverture, sous l'influence de
 » l'affaissement du plan de pose, ne sera jamais une
 » parabole parfaite, bien qu'elle s'en rapproche.

» Pour la même raison, une lésion préexistante ne
 » peut changer de direction comme le mouvement
 » d'une aiguille d'horloge même si une nouvelle
 » poussée intervient pour l'y contraindre.

» La perfection ne peut être réalisée dans les bâti-
 » ments gênés par la contiguïté, dans un conglomé-
 » rat de matériaux divers, dont le mode de liaison
 » encore plus important a une influence prépondé-
 » rante sur l'établissement de la configuration de la
 » lésion ».

Il n'y a pas lieu de voir entre les extraits précé-
 dents et ce que j'ai moi-même écrit plus haut une
 contradiction quelconque relativement à la com-
 plexité des causes intervenant dans la production
 d'une dégradation. L'affirmation de C. Russo
 d'après laquelle « jamais on ne peut attribuer les
 lésions d'un bâtiment à une cause unique » ne doit
 pas être prise à la lettre ; il est en effet évident que
 l'auteur n'avait en vue que les grandes dégradations
 affectant les œuvres vives du bâtiment et n'a donc
 pas porté d'avis sur certaines lésions locales telles
 que, par exemple, bris de matériaux par chocs acci-
 dentels dont la cause est parfaitement unique et bien
 discernable.

Cette précision étant donnée, il est parfaitement
 logique d'admettre que la plupart des dégradations
 que l'on peut constater dans les bâtiments procèdent
 de plusieurs causes.

L'éventualité d'un départage de responsabilité en-
 tre ces diverses causes ne se présente d'ailleurs que
 dans le cas où ces causes ont été *déterminantes*
 d'une partie du dommage.

Le choix de la qualification d'une cause en cause
 déterminante ou non déterminante constitue le pre-
 mier domaine de l'expertise en matière de dégâts mi-
 niers.

Certaines causes sont en effet *déterminantes*, tan-
 dis que d'autres ne sont qu'*aggravantes* : les pre-
 mières sont actives dans la production du dommage,
 les autres n'étant que passives. Il convient de préci-

ser ces définitions, car l'expression « cause aggra-
 vante » est souvent employée dans un sens incor-
 rect.

Une cause doit être jugée déterminante dans la
 production d'un dommage chaque fois qu'il est re-
 connu qu'elle a participé à la *production*, ne fût-ce
 que d'une partie de ce dommage, et qu'il peut être
 admis qu'elle aurait produit un certain dommage,
 même au cas où elle se serait trouvée être seule à
 intervenir.

Elle ne peut être qualifiée de déterminante si elle
 est incapable de produire seule un certain dommage,
 même lorsque, par suite de son existence, les pertur-
 bations produites par d'autres causes deviennent
 plus graves qu'elles ne le seraient si elle n'existait
 pas ; dans ce cas, la cause envisagée est simplement
 cause aggravante et elle ne porte dans la création du
 dommage aucune responsabilité.

Tel est le cas par exemple d'un mode de fonda-
 tion ou de construction dont on pourrait démontrer
 que, en l'absence d'une cause étrangère, il serait in-
 capable de produire des dégradations.

Nous avons rencontré le cas d'une petite maison
 rurale très légère, assise sur un terrain argileux qua-
 ternaire de plusieurs mètres d'épaisseur ; sous cette
 couverture argileuse se trouvait le terrain crétacé de
 la Hesbaye ; la maison se situait à la limite d'une
 poche de dissolution dans la craie et cette poche
 était remplie de sable tertiaire. Des exploitations
 souterraines avaient été conduites dans la région
 par une société concessionnaire. Le dommage relevé
 dans l'immeuble litigieux était nettement discordant
 avec celui que l'on aurait attendu normalement
 des affaissements résultant de l'exploitation du sous-
 sol : au lieu de se déverser vers les travaux miniers,
 comme c'est la règle générale, l'immeuble se déver-
 sait en sens contraire. La découverte par une fouille
 de la poche de dissolution expliquait le déversement
 anormal constaté. Dans ce cas précis nous avons
 conclu à la responsabilité entière de l'exploitant, en
 justifiant cette conclusion comme suit :

« Nous estimons que la couche de limon reposant
 » sur des silex ou du sable, le tout supporté par la
 » masse de la craie, constitue un sol d'assise de résis-
 » tance amplement suffisante pour supporter un im-
 » meuble de type léger tel que celui qui fait l'objet
 » du litige. Nous allons même plus loin : la présence
 » de la poche de sable sous une partie de cette mai-
 » son légère ne modifie pas notre façon de juger le
 » sol d'assise, pour autant que l'on ne considère
 » que les effets produits par la mise en charge...

» Sans l'existence des travaux miniers, cette mai-
 » son n'eût pas subi les dommages qui y sont rele-
 » vés. Les travaux miniers sont donc la cause déter-
 » minante des importantes dégradations litigieuses.

» Le propriétaire n'a commis aucune faute en bâ-
 » tissant sa maison à l'endroit litigieux. La Société
 » défenderesse qui a conduit ses exploitations vers

» un sol de composition hétérogène, apte cependant
 » à recevoir des constructions légères, a provoqué
 » dans ce sol des perturbations capables de produire
 » des effets anormalement graves sur ces construc-
 » tions ; elle a donc, de ce chef, couru un risque dont
 » il est clair qu'elle doit subir les conséquences pré-
 » vues par les lois coordonnées sur les mines, mi-
 » nières et carrières ».

Les causes aggravantes *sensu strictu* sont en réalité peu fréquentes et l'expérience montre que, le plus souvent, les causes dites en général aggravantes sont en fait de véritables causes déterminantes *qui ajoutent leurs effets* à ceux d'autres causes ; elles portent alors une part de responsabilité dans le dommage créé.

Une lésion se fractionne ainsi en lésions partielles ayant chacune leur cause déterminée ; évidemment, chaque partie de la lésion peut constituer chronologiquement une aggravation d'une lésion antérieure ; c'est à tort cependant que l'on dirait de la cause ayant agi chronologiquement en deuxième lieu qu'elle n'a fait qu'aggraver le dommage antérieur, laissant ainsi croire que le dommage n'admet comme cause déterminante que celle qui est intervenue la première dans l'ordre chronologique.

La coïncidence de plusieurs causes déterminantes dans la production d'une lésion est un phénomène très général, comme le dit excellemment C. Russo dans l'ouvrage déjà cité.

Nul ne se hasarderait à nier que l'exploitation minière ne produise aucun dégât à l'intérieur d'un certain périmètre encadrant les limites d'un chantier de dépouillement, pas davantage qu'à mettre en doute la création d'un dommage dans un certain rayon autour du point où s'est produite l'explosion d'une bombe. Si un immeuble se trouve dans les deux zones d'influences qui viennent d'être citées, il est bien certain qu'on y relèvera des dégradations imputables à l'une ou à l'autre des deux causes envisagées ; il est non moins certain que nombre de lésions qui seront relevées auront été produites en partie par les deux causes à la fois. Il tombe en effet sous le sens que, en général, une lésion créée par l'une des causes s'agrandira sous l'influence de la seconde cause, parce que l'existence de la lésion implique celle d'une région de moindre résistance où les contraintes ultérieures ont le plus de chance de produire de nouvelles déformations.

Les causes déterminantes de lésions, que l'on rencontre le plus fréquemment dans les expertises en matière de dégâts miniers, sont celles qui ont été citées au début de la présente étude.

Pour rappel, il s'agit des suivantes :

- influence de l'exploitation souterraine,
- défaut d'assise,
- tassement des maçonneries,
- vices de construction ou malfaçons,

- vétusté,
- usage normal ou anormal : manque d'entretien,
- poussées,
- glissement naturel du plan de pose ; solifluxion,
- oscillations de la nappe aquifère,
- phénomènes oscillatoires : trépidation ; explosions d'engins de guerre.

La mise en évidence de l'influence d'une ou de plusieurs de ces causes dans un dommage déterminé est relativement aisée.

Bien entendu, il s'agit d'abord de démontrer l'existence de la cause : il ne peut être question d'influences minières s'il n'y a pas d'exploitation souterraine dans un certain rayon autour de l'immeuble ; de la même manière, le phénomène de solifluxion ne peut exister si l'immeuble n'est pas bâti sur un terrain en pente et les trépidations ne pourront être mises en cause que si l'immeuble est établi le long d'une voirie où se produit un trafic plus ou moins important ; de même encore, les explosions d'engins de guerre ne pourront être mises en cause que si de telles explosions se sont produites effectivement à une distance pas trop grande de l'immeuble considéré et les oscillations de la nappe aquifère ne mériteront de retenir l'attention que si tout d'abord la nappe aquifère existe.

En second lieu, il faut rechercher si la cause prise en considération a effectivement produit un dommage réel. La science théorique et l'expérience ont permis de définir, dans des circonstances déterminées, la forme et l'importance des lésions qu'une cause déterminée peut produire dans une construction.

Il en résulte que l'expert possède un acquis lui permettant de prévoir, dans une situation déterminée, les lésions compatibles avec une cause de perturbation donnée.

Les différentes causes de perturbation qui se rencontrent le plus fréquemment ont été examinées et l'exposé général des lésions compatibles avec ces causes a été fait aux pages 180 à 187 du présent rapport.

Cependant, seules ont été développées les grandes lignes de cette matière, parce qu'il est impossible d'envisager tous les cas qui peuvent se produire et d'entrer en des détails qui transformeraient ce rapport en véritable traité sur les lésions dans les constructions (l'ouvrage de C. Russo comprend 235 pages et n'épuise pas le sujet).

En la matière envisagée, les phénomènes étudiés ne sont pas régis par des lois mathématiques simples. Si, par des études théoriques et expérimentales, on peut dégager certaines lois générales, les exceptions sont fréquentes. En effet, la loi générale est établie au moyen de multiples observations et n'exprime alors que l'allure moyenne du phénomène étudié, allure moyenne dont s'écartent plus ou moins les al-

lures particulières de chacun des phénomènes observés ; ou bien, cette loi générale est établie par expérimentation, ce moyen d'étude consistant à simplifier les conditions dans lesquelles se déroule le phénomène et donnant par suite des résultats différents de ceux que l'on obtient par l'observation directe ; ou bien encore, cette loi générale est établie par déduction et elle a les mêmes caractères que dans les cas précédents puisque, dès que le phénomène est complexe, un facteur insignifiant peut devenir essentiel dans des circonstances particulières.

Dans le domaine des sciences de la nature, on ne saurait être assez prudent pour manipuler les lois et on risquerait de graves erreurs en prétendant les utiliser à tort et à travers sans connaître la matière dont elles ont été établies, les limites dans lesquelles elles sont applicables et le degré d'approximation qu'elles donnent.

Un exemple simple fera très bien comprendre ce qui précède.

Il s'agit d'établir une loi de la chute libre des corps sur plan incliné.

En regardant rouler des pierres au flanc des montagnes, on reconnaît dans leur chute un point commun : elles progressent d'abord lentement puis plus vite, accélèrent leur mouvement, rencontrent des obstacles et bondissent par dessus ces obstacles, jusqu'au moment où, arrivées à un endroit où la pente est trop faible, elles ralentissent leur course pour finir par s'arrêter.

Les observations faites en grand nombre ne permettent jamais d'énoncer d'autres résultats et on pourrait en suite de ces observations formuler la loi suivante : en général, la chute libre des corps sur un plan incliné consiste en un mouvement d'abord lent puis plus rapide, accompagné de sauts au-dessus des obstacles et se terminant par un ralentissement suivi de l'arrêt complet.

Telle quelle, cette loi souffre de très nombreuses exceptions : d'abord, sur les faibles pentes, les pierres ne roulent pas en chute libre, mais il faut les lancer pour leur imprimer un mouvement qui ne s'accélère pas toujours mais bien plus souvent ralentit rapidement, pour cesser avant que la pierre n'arrive au bas de la pente ; en second lieu, les petites pierres se mettent plus difficilement en mouvement que les grosses et sont aussi plus facilement arrêtées que ces dernières par les obstacles rencontrés (souches, racines, etc.) ; en troisième lieu, si certains obstacles sont franchissables par bonds, d'autres sont infranchissables (quartiers de rocs, troncs d'arbres, etc.) ; en quatrième lieu, les pierres arrondies roulent mieux que les pierres anguleuses, etc.

L'observateur qui a constaté ces exceptions et remarqué qu'elles se produisent toujours dans des circonstances données formulera dès lors une loi plus précise, apportant des restrictions que ne comporte pas le premier énoncé.

Le nouvel énoncé pourrait par exemple être le suivant : en général, la chute libre de corps assez pesants et peu anguleux sur un plan incliné de pente suffisante, pas trop raboteux ni semé de gros obstacles, consiste en un mouvement d'abord lent, puis plus rapide, accompagné de sauts au-dessus des petits obstacles ; le mouvement ne s'arrête que lorsque le mobile rencontre un gros obstacle ou s'engage dans une région où la pente est suffisamment faible.

Cette loi est très générale mais peu satisfaisante parce qu'elle n'apporte aucun renseignement sur la mesure du mouvement et que les conditions à réaliser pour qu'elle soit valable ne sont pas assez précises.

Si on désire connaître la mesure du mouvement, il faut que la loi exprime par exemple quel est l'espace parcouru pendant la première, la deuxième, la troisième ... seconde du phénomène.

Un nombre suffisant d'observations amènerait facilement à remarquer que, pendant la première seconde, toutes les pierres ne parcourent pas la même distance sur une même pente, que la même pierre ne parcourra pas non plus la même distance sur des pentes différentes et qu'il en sera de même des distances parcourues pendant les deuxième, troisième ... secondes.

En voulant préciser la loi de la chute, on devra donc nécessairement en restreindre le champ d'utilisation.

Ainsi, pourrait-on formuler une loi de la manière suivante : à tel endroit, sur tel flanc de telle montagne, par telle saison, les pierres d'un poids minimum de 5 kg franchissent en moyenne autant de mètres pendant la première seconde, autant pendant la deuxième, etc. Elles sont en général arrêtées après un parcours de autant de mètres réalisé en autant de secondes.

Cette loi ne serait utilisable qu'à l'endroit déterminé.

En voici une autre qui restreindrait moins le champ d'application : sur des pentes comprises entre 40 et 50°, pas trop rocailleuses, non plantées d'arbres et couvertes d'une végétation pas trop dense, les pierres dont le poids dépasse tel minimum roulent à telle période de l'année en moyenne à telle vitesse pendant la première seconde, à telle autre pendant la deuxième, etc. ; encore faudrait-il, pour réduire les chances d'erreurs, préciser dans cet énoncé la signification des expressions « pas trop rocailleuse » et « pas trop dense ».

Quel que soit l'énoncé adopté pour finir, il ne sera utilisable que dans les situations respectant les conditions formulées. Cela étant, il est évident que même alors nul ne se hasarderait à émettre l'avis que toutes les chutes de pierres qui se produisent dans les conditions formulées par la loi répondent à cette dernière. Tout le monde en effet a vu rouler des

pierres sur le flanc des montagnes, a observé que la chute de ces pierres est un phénomène capricieux, *s'est rendu compte* plus ou moins nettement des raisons de la complication du phénomène et *comprend* sans effort qu'une loi établie uniquement par des statistiques ne peut dans un tel phénomène qu'indiquer l'ordre de grandeur moyen des résultats laissant chacun de ceux-ci s'écarter individuellement plus ou moins de celui que formule la loi.

Cette loi sera d'autant meilleure que le nombre des écarts individuels sera plus petit et que ces écarts seront plus faibles ; mais alors son champ d'utilisation sera d'autant plus restreint.

Toute loi naturelle établie uniquement à la suite d'observations est sujette aux faiblesses signalées.

Pour faire un progrès dans l'étude du phénomène, il ne suffit pas d'en contempler les aspects variables ; il faut réfléchir à ces aspects, les comparer, apprendre à discerner ce qu'ils ont de semblable dans leurs détails, de manière à pouvoir deviner par les mêmes effets l'existence des mêmes causes.

En un mot, l'intelligence doit intervenir par le procédé de *l'induction*, en classant les effets pour les imputer à une cause déterminée.

Il faut ici opérer avec prudence car le même effet peut être produit par bien des causes différentes et le savant peut s'y tromper comme tout le monde, quoique moins grossièrement.

Dans l'exemple proposé, l'observateur aura vite fait de remarquer que ce qui trouble la régularité dans le déroulement du phénomène, ce sont les différents obstacles que rencontrent les pierres dans leur chute ainsi que l'irrégularité de forme des matériaux soumis à l'observation.

Il va dès lors *éliminer* ces facteurs dont il comprend qu'ils produisent des actions particulières et n'interviennent pas dans tous les cas.

C'est dans l'élimination de ces facteurs agissant fortuitement que réside l'opération voisine de l'observation, qui est l'expérimentation.

En remplaçant le versant de la montagne par une planche bien unie et la pierre par une boule aussi parfaite que possible, il suffira de laisser rouler la boule sur la planche préalablement inclinée pour pouvoir décrire à très peu de chose près et le chemin que toutes les boules bien faites suivront sur des planches rabotées de même inclinaison et les longueurs parcourues pendant les première, deuxième, troisième ... secondes et les instants où chaque boule passe en chaque point de la planche. La loi de cette chute deviendra de plus en plus rigoureuse, c'est-à-dire exprimera plus rigoureusement toutes les circonstances accompagnant la chute, que la planche sera plus parfaitement droite et la boule plus parfaitement ronde.

La rigueur absolue ne sera cependant jamais obtenue, mais le phénomène du mouvement d'une

boule ronde sur une planche inclinée s'écartera moins souvent de la loi obtenue et les écarts relevés entre les résultats des expériences particulières et le résultat prévu par la loi seront bien plus faibles maintenant que les conditions d'étude du phénomène sont simplifiées que lorsque l'on considérerait des pierres roulant au flanc des montagnes.

Il suffit que les écarts particuliers ne dépassent pas une valeur maximum que l'on s'impose d'après les exigences des problèmes à résoudre à l'aide de la loi, pour que celle-ci soit jugée suffisante dans une application déterminée ; on dira alors que la loi décrit le phénomène étudié avec une *approximation* donnée.

Ainsi dira-t-on que la trajectoire de la boule qui descend un plan incliné est une ligne droite : il faut entendre qu'il s'agit *approximativement* d'une ligne droite ; à examiner la trace que laisse la boule sur la planche préalablement noircie, on ne sera en effet pas loin de la vérité en déclarant que cette trace est une ligne droite, quoiqu'un examen minutieux de cette trace y laisse apparaître de légères ondulations.

Mais si on désire savoir s'il est possible de réaliser une trajectoire parfaitement droite, il faudra se demander quelles sont les causes de perturbation qui font de cette trajectoire une ligne ondulée presque droite dans les expériences précédentes. On constatera immédiatement que les causes de perturbations ne se découvrent maintenant plus aussi facilement que dans le cas de la pierre qui roule à flanc de coteau, parce que les écarts sont moins visibles et exigent des mesures plus précises, les perturbations devenant de plus en plus faibles à mesure que la loi devient plus rigoureuse.

Et en effet, on commettrait une grosse erreur en imputant les perturbations au seul fait que la planche ne serait pas assez plane et la boule pas assez ronde ; cette cause de perturbation est en effet à prendre en considération dès que l'on a constaté que, plus la planche est plane et plus la boule est ronde, mieux la trajectoire se rapproche de la ligne droite ; cependant la perturbation pourrait aussi être due au fait que l'expérience a été réalisée dans un immeuble secoué par les trépidations dues au passage des véhicules dans la rue ou au mouvement de machines dans le voisinage, on se rend compte des dangers du raisonnement par induction.

Et effectivement, en opérant dans un endroit tranquille, sur des planches de plus en plus planes et avec des boules de plus en plus parfaitement rondes, on constatera que la trajectoire devient de plus en plus droite.

S'il est impossible de réaliser une trajectoire parfaitement droite, on connaîtra maintenant les raisons qui s'y opposent : manque de tranquillité absolue, impossibilité d'exécuter une planche qui soit par-

faitement plane et une boule qui soit parfaitement ronde.

Un résultat sera cependant acquis : en simplifiant convenablement les conditions dans lesquelles se déroule expérimentalement un phénomène, on parvient à obtenir des résultats très peu différents les uns des autres au cours des diverses expériences réalisées, dans les conditions de simplicité les plus proches de la perfection : ces résultats sont ensuite interprétés par une opération intellectuelle qui consiste à les dépouiller mentalement des petites perturbations expérimentales dont l'induction a fait connaître les causes ; le raisonnement ayant de la sorte rejeté toutes les causes capables de produire des perturbations dans l'action de la cause prépondérante, l'expérimentateur sera en état d'énoncer une loi naturelle rigoureuse.

Cette loi sera la suivante : le mouvement de chute libre d'une boule parfaitement ronde sur une planche parfaitement plane, inclinée d'un angle a sur l'horizontale, est un mouvement uniformément accéléré ; sa trajectoire est rectiligne ; l'espace parcouru après un temps t , mesuré depuis le début de la chute et exprimé en secondes, sera calculé en mètres en faisant le produit de 9,81 par le carré de t , puis en divisant le résultat obtenu par le double du sinus de l'angle a .

La loi énoncée a été obtenue en éliminant toutes les complications qui accompagnaient le phénomène principal de la chute.

Chacune de ces complications particulières peut maintenant être reprise et étudiée séparément : dans le mouvement de la boule descendant un plan incliné, l'étude des oscillations de la trajectoire peut présenter de l'intérêt ; elle a déjà révélé les mouvements d'un bâtiment secoué par les trépidations de la voirie ; au sujet du mouvement d'une pierre qui dévale une pente, on pourra étudier les phénomènes de ralentissement, de chocs et rebondissements, d'arrêt, etc. dont on aura facilement reconnu les causes dans l'irrégularité des formes de la pierre, la rugosité de celle-ci et du flanc de la montagne, la présence sur ce flanc de multiples obstacles de forme, volume, masse et consistance variables, etc. etc.

La connaissance de la loi du phénomène principal et de celles de tous les phénomènes perturbateurs devrait, semble-t-il, permettre de décrire aisément a priori le mouvement d'une pierre déterminée roulant librement sur une pente déterminée à partir d'un point déterminé.

Il n'en est pratiquement rien ; pour résoudre cette question, il faudrait en effet connaître dans tous leurs détails mm^2 par mm^2 et la forme de la pierre et sa rugosité et le terrain avec lequel la pierre sera en contact, de manière à pouvoir décrire toutes les actions auxquelles la pierre obéit. Il n'est pas un homme sensé qui consentirait à perdre un temps

incalculable pour débrouiller des données aussi complexes !

Tout au plus pourra-t-il répondre en fonction de l'intérêt vital que présente une telle question, avec une approximation estimée suffisante pour l'intérêt vital en cause.

S'il s'agissait par exemple de savoir si un accident dû à la chute d'une pierre a pu se produire, indépendamment des circonstances qui ont produit le détachement de la pierre et par suite sa chute, par suite de la présence d'un obstacle déterminé susceptible d'avoir produit une déviation de la trajectoire, une connaissance pas trop détaillée du terrain permettrait, à la suite d'études de bureau, d'affirmer ou de nier l'influence de l'obstacle en cause ; bien entendu, dans la question actuelle, il sera toujours possible de contrôler les conclusions de cette étude par des observations répétées sur place avec l'objet du litige ; ces observations seront particulièrement utiles et parfois indispensables lorsque les études de bureau seront arrivées à une conclusion telle qu'une légère modification des données de la question amènerait une conclusion contraire.

D'ailleurs, même en complétant les études par des observations faites sur place, il ne sera pas toujours possible de conclure dans un sens ou dans l'autre. On conçoit en effet très bien que, entre le champ des données qui permettent de répondre oui et celui des données qui permettent de répondre non, il y a un champ plus ou moins vaste dans lequel les données peuvent varier sans qu'il soit possible de répondre ou par oui ou par non.

Dans le cas de la conclusion douteuse, il sera peut-être encore possible de donner la probabilité de la réponse affirmative et celle de la réponse négative ; cette probabilité pourrait en l'occurrence résulter d'un grand nombre d'observations dans lesquelles il aurait été constaté que tel pourcentage des expériences ont réussi à reproduire les circonstances de l'accident, le restant n'y ayant pas réussi.

Finalement, on se rendra bien compte que, en matière de phénomènes naturels, les lois sont excessivement complexes et que leur interprétation n'est pas à la portée de tout le monde.

L'exemple de la pierre roulant à flanc de coteau a été choisi à dessein parce que tout le monde a pu l'observer ; rares cependant sont les promeneurs qui auront vu dans ce phénomène d'apparence simple matière à tant de complications.

Il aura suffi de montrer cet exemple à portée de toutes les intelligences pour faire comprendre que, en matière de dégâts miniers notamment, où l'on met en cause des phénomènes qui se produisent au sein du sol et des constructions où il est impossible d'aller voir la diversité infinie des compositions et des structures, il s'agit d'être encore plus prudent

dans l'usage et l'interprétation des lois, en tenant compte des conditions dans lesquelles elles sont établies, des marges d'erreurs qu'elles admettent, des limites dans lesquelles elles sont applicables en se gardant des illusions que peuvent produire des sens imparfaitement éduqués ou des appareils de mesure imparfaits et en évitant les erreurs de jugement qui peuvent facilement s'introduire dans les raisonnements par induction et dont il sera question plus loin.

En présence d'un dommage déterminé, l'expert qui connaît toutes les causes de perturbations et les effets compatibles avec ces causes est maintenant en état de conclure d'un effet à l'action d'une cause par le procédé de l'induction, le seul possible mais bien dangereux ; ce procédé exige en effet la connaissance complète des causes et de leurs effets et une grande prudence dans le raisonnement car, ainsi qu'il a déjà été dit précédemment, le même effet peut être produit pour des causes différentes.

Démêler ces diverses causes est un art analogue à celui du médecin qui pose un diagnostic, ou du magistrat qui instruit un crime.

Il y a toutefois une différence entre l'art de l'expert et celui du médecin ou du juge d'instruction ; l'expert se trouve en effet devant des organismes muets ; tout au plus peut-il escompter certaines déclarations plus ou moins exactes des occupants d'un immeuble, sur la date d'apparition des dégradations et éventuellement sur l'évolution de ces dégradations ; le médecin est aidé par les observations du patient, pas toujours correctement exécutées, il est

vrai, tandis que le magistrat instructeur doit démêler, dans les aveux d'un inculpé, ce qui est vrai de ce qu'il y mélange pour améliorer son cas.

Un exemple d'erreurs de jugement faites à l'occasion d'un raisonnement par induction a déjà été signalé dans la note précédente ; c'est celle qui consiste à imputer exclusivement, dans tous les cas, à l'imperfection du matériel expérimental les oscillations que présente la trajectoire d'une boule roulant sur un plan incliné, alors que les trépidations de la rue pourraient y avoir une part.

De même commettrait une erreur de jugement l'observateur qui, voyant rouler une grosse pierre sur le flanc d'une montagne, en conclurait que le mouvement de cette pierre se fait conformément à la loi établie pour la chute des grosses pierres sur le flanc de cette montagne, sans se préoccuper de savoir si cette pierre n'a pas été lancée, c'est-à-dire en négligeant une cause capable de perturber complètement le phénomène codifié par la loi.

Pour démêler les causes ayant produit un effet déterminé dans un organisme muet, l'expert doit rechercher les concordances et discordances existant entre l'effet constaté et les effets compatibles avec les causes présumées.

Pour retenir l'action d'une des causes présumées, il importe qu'une concordance suffisante puisse être relevée entre effet réel et effet théoriquement compatible avec cette cause dans le domaine du temps d'abord, dans celui de l'espace ensuite et tant dans la production de l'effet (forme et date) que dans son évolution et sa répartition.

4. LE CRITERE DES CONCORDANCES CHRONOLOGIQUES

Il est évident, par exemple, que des dégradations apparues avant 1940 ne peuvent pas être imputées à des faits de guerre ; de même, ne peuvent être attribuées à l'action minière des lésions qui seraient survenues avant que des chantiers d'exploitation ne s'approchent de la région litigieuse.

Il est toujours intéressant de connaître la date d'apparition des dégradations ; c'est pourquoi il y a lieu de s'enquérir, auprès des occupants de l'immeuble, de leurs connaissances en la matière. Il faut bien avouer cependant que celles-ci ne sont pas toujours précises, ou encore que les déclarations recueillies sont parfois empreintes d'une certaine réticence ; on rencontre même des cas où ces déclarations sont nettement inexactes.

Il est du devoir de l'expert de contrôler l'exactitude de ces déclarations ; de nombreux recouplements peuvent être utilisés à cet effet : recherche de la date de la pose de certains papiers peints, de l'exécution de certaines peintures ou de certains travaux de réparations dont on voit la trace ; il est de plus assez souvent possible à l'expert d'estimer

avec une certaine approximation l'âge d'une fissure et en tout cas de distinguer les récentes des anciennes par l'aspect de fraîcheur des premières et l'accumulation des poussières et débris divers qui donnent une teinte foncée aux secondes.

Si la connaissance de la date d'apparition des lésions est fort utile, elle n'est cependant pas absolument indispensable pour arriver à conclure à l'influence réelle d'une cause déterminée, car il existe d'autres relations de concordance à utiliser.

Une de ces relations se rapporte à l'évolution des lésions dans le temps.

Cette évolution n'est elle-même pas toujours observable étant donné que le délai dans lequel doit se faire une expertise est généralement court.

Cependant, il est parfois possible de connaître à peu près cette évolution en recueillant les déclarations des occupants ou anciens occupants de l'immeuble ; si l'on dispose d'un délai suffisant pour faire des observations continues, on placera des témoins sur les lésions ou bien on relèvera l'ouverture et l'état de celles-ci à des intervalles réguliers.

La connaissance de l'évolution des lésions dans le temps revêt un caractère d'importance égale à celle de la date d'apparition des lésions.

En effet, les différentes causes de lésions produisent des évolutions différentes : les influences minières ont cette propriété de créer un dommage qui se manifeste en général de 6 mois à un an après le déhouillement, qui s'aggrave rapidement pendant les trois ou quatre premières années qui suivent son apparition, ensuite de plus en plus lentement pendant encore quelques années pour tendre enfin à la stabilité au terme d'une période qui n'excède en général pas une dizaine d'années après le passage de l'exploitation ; l'explosion d'un engin de guerre produit au contraire un dommage instantané qui n'évolue pas après sa production ; le glissement naturel du sol d'assise (solifluxion) étant de son côté un phénomène géologique dont la durée se mesure en siècles, produit un dommage qui ne cesse de croître d'une façon lente et progressive ; il en est encore de même des lésions produites par la vétusté ; les fluctuations du niveau de la nappe aquifère sont en relation avec les précipitations atmosphériques et donc saisonnières et il en résulte que l'évolution des dégâts se marque par des alternatives saisonnières d'intensités différentes de ces dégâts, tandis que les autres causes créent un dommage évoluant le plus souvent dans le même sens et en tout cas indépendamment du cycle des saisons.

Après ce qui a été dit de l'établissement des lois naturelles, on comprendra sans peine que la chronologie de l'évolution d'une lésion produite par une cause déterminée ne réponde pas nécessairement aux caractères qui viennent d'être décrits, lesquels cependant se rapportent à la généralité des cas.

L'apparition et l'évolution des influences minières étant fonctions de la profondeur de l'exploitation, de la nature des terrains qui surmontent celle-ci, du mode d'exploitation, de la forme et de la solidité des constructions, les écarts que peuvent présenter les cas d'espèce avec la loi générale peuvent être assez grands.

Dans les gisements en veines minces, exploitées à faible profondeur (300 à 400 m), on a constaté que les effets de l'exploitation sont perceptibles après 6 mois, mais on connaît des cas de transmission beaucoup plus lente (12 à 15 mois dans le bassin de Sarrebrück) ; pour les exploitations à grande profondeur (1.000 m), la transmission de l'affaissement exige un minimum de un an.

La transmission est d'autant plus rapide que les terrains surincombants sont moins résistants : une couverture de terrain plastique ou de terrains déjà remués et déconsolidés par des exploitations antérieures cède plus aisément qu'une formation puissante de grès dur.

Cependant, la dureté exceptionnelle des roches surplombant l'exploitation ne joue qu'un rôle res-

treint dans le cas d'exploitations réalisées sur de grandes surfaces et le retard à l'affaissement dans le temps est minime : il a été constaté, en mesurant l'épaisseur des remblais dans des exploitations d'une couche du Bassin de Liège, couche surmontée d'un toit en grès particulièrement dur, que la descente du toit était en un endroit égale aux 5/5 de l'ouverture de la couche, 26 ans après l'exploitation ; en un autre endroit, cette descente était égale à la moitié de la même ouverture, 26 ans également après l'exploitation ; en un troisième endroit, elle était encore égale à la moitié de l'ouverture 17 ans après l'exploitation ; en un quatrième, elle était de 54 % de l'ouverture, deux ans après l'exploitation ; en d'autres endroits, le toit de la couche reposait sur les remblais et comprimait ceux-ci déjà 6 mois après la mise en exploitation (experts Delruelle, Roselier et Paul Thonnart, ingénieurs désignés par jugement du 8-11-1926 de la 5^e Chambre du Tribunal Civil de 1^{re} Instance de Liège, dans une affaire Severyns c/Abhoos ; rapport déposé le 19 novembre 1932).

Par contre, si les vides n'affectent pas une grande surface, la présence d'un toit en grès dur est un élément favorable à la stabilité, ainsi que l'ont constaté les experts précités dans d'anciennes galeries creusées en ferme dans la même couche : dans la voie de fond d'une ancienne vallée creusée en ferme qui fut dénoyée en août 1929, le toit de la couche, dépourvu de boisage sur de grandes surfaces, était resté intact.

La rapidité plus ou moins grande de la propagation des affaissements à la surface dépendant, ainsi qu'on vient de le voir, de la rupture du toit des couches exploitées, il va de soi que le mode d'exploitation constitue un facteur du phénomène. Il est certain que, dans les exploitations à remblayage pneumatique ou hydraulique ou même à remblai ordinaire, dans lesquelles l'étañonnage est laissé en place, la rupture du toit survient moins rapidement que dans les exploitations par foudroyage du toit, dans lesquelles l'étañonnage est récupéré.

Dans les premières, l'ébranlement des roches surincombantes atteindra la surface du sol moins rapidement que dans les secondes.

C'est encore grâce à la stabilité du toit acquise par le mode d'exploitation que d'anciens travaux ont pu être inoffensifs pour les constructions superficielles pendant de très nombreuses années (même plus d'un siècle), qu'il s'agisse d'exploitations par piliers abandonnés ou d'exploitations par chambres, dans la houille, la marne ou les phosphates.

Mais il n'y a pas que la date d'apparition de l'ébranlement à la surface du sol qui soit fonction du mode d'exploitation et de la nature des roches surmontant cette exploitation ; toute l'évolution chronologique du phénomène d'affaissement est en relation avec ces facteurs.

Il serait exagéré de vouloir admettre comme règle absolue de cette évolution celle qui a été énoncée aux pages 180 et 185 du présent rapport, d'après laquelle les affaissements se produiraient pendant la dizaine d'années qui suivent la date de l'exploitation, avec une intensité croissante pendant les 2 ou 3 premières années, décroissante ensuite jusqu'à l'expiration du terme de dix ans après le passage des déhouillements.

Dans les exploitations avec remblayage pneumatique ou hydraulique, la phase des affaissements croissants est peu sensible ; il en est de même quand l'affaissement est dû à une exploitation à grande profondeur (les tassements sont plus uniformes).

Quant au moment où l'affaissement cesse, c'est-à-dire où le tassement des terrains ébranlés n'est plus guère perceptible à la surface, si le plus souvent, il survient environ 10 ans après le passage de l'exploitation, on peut citer de nombreux cas où il n'arrive qu'après 20 ou 25 ans, parfois davantage. Tout d'abord, plus la surface déhouillée est grande, ou bien plus est grande la profondeur, plus le massif ébranlé est considérable et plus il faut du temps pour qu'il reprenne un état d'équilibre stable.

Cependant, une longueur anormale de la période des affaissements à la surface provient le plus souvent d'une composition particulière du sous-sol et peut se rencontrer quelle que soit la profondeur des exploitations ; qu'il s'agisse de terrains traversés par de nombreuses failles par exemple et surmontés de morts-terrains contenant une nappe aquifère, le vide des exploitations peut avoir pour effet d'ouvrir ou de recouvrir les failles, d'épuiser la nappe aquifère par ces failles, lorsque le manteau imperméable sur lequel repose la nappe est susceptible de se fissurer en se déformant et donc de créer dans les morts-terrains des courants d'eau à trajectoires privilégiées, le long desquelles les particules argileuses ou sableuses des morts-terrains sont peu à peu entraînées par le courant produisant des vides qui sont nécessairement localisés et n'ont aucune raison de cesser de se produire. Il en résulte que, dans certaines régions, le sol ne cesse de s'affaisser, créant un dommage qui peut se développer sur une très longue période de temps ; un tel dommage se caractérise d'ailleurs par une forme spéciale et sa répartition dans l'espace a également une forme déterminée dont il sera question plus loin.

J'ai rencontré une autre cause de tassements particulièrement prolongés (plusieurs siècles) et en relation avec des exploitations à très faible profondeur (20 à 25 m sous le niveau du sol) ; c'est encore la texture particulière des morts-terrains qui jouait un rôle dans la durée exceptionnellement longue des affaissements du sol superficiel : des exploitations dans une couche de houille et dans le grès formant le toit de cette couche, exploitations remontant au 15^e siècle, sont immédiatement surmontées d'une

forte épaisseur de limon argileux qui a commencé à s'infiltrer lentement dans les vides des exploitations par les cassures qui, un jour, se sont produites sur le mince toit protecteur qui avait été laissé ; l'exploitation avait été faite par chambres assez vastes dont le toit était maintenu çà et là par des piliers en platines de grès provenant des chantiers. Les vides ainsi créés restèrent en équilibre pendant longtemps, mais leur vie ne pouvait être éternelle ; dès le moment où des fissures apparurent dans la voûte des chambres, la lente infiltration du limon surincombant commença et des dégâts apparurent à la surface : on en signale déjà au 18^e siècle (1767) et ils se produisent encore actuellement sans qu'aucun autre facteur ne soit intervenu pour faciliter le déroulement imperturbable du phénomène.

A ces exemples d'action malfaisante de l'eau, on peut d'autre part opposer des cas d'action bienfaisante due à son utilisation comme remblai ; l'eau est évidemment le meilleur remblai qui soit dans les exploitations souterraines : incompressible et remplissant tous les vides, elle s'oppose à la descente des roches exactement comme, dans un cylindre qu'elle remplirait, elle s'oppose à toute descente d'un piston qui, épousant suffisamment la forme intérieure du cylindre, ne permettrait pas la fuite du liquide ou ne la permettrait que moyennant un effort exagéré, capable de vaincre les résistances à l'écoulement par canal capillaire ou très mince. Il s'ensuit que, réserves faites sur la possibilité pour l'eau de remplir tous les vides existants (il peut subsister à certains endroits des cloches d'air, notamment dans les parties supérieures des chantiers inclinés), dès qu'un chantier a été noyé, volontairement ou non, la descente du toit n'est plus possible et les affaissements de la surface du sol dus à ce chantier s'arrêtent ; il est fort possible dans une telle circonstance de voir les influences minières s'arrêter après un laps de temps inférieur à 10 ans.

Il y a encore d'autres facteurs capables de raccourcir la période de temps pendant laquelle durent les affaissements miniers ; par exemple, la faible profondeur des exploitations (à moins de cas exceptionnels de très faible profondeur, immédiatement sous des morts-terrains plastiques, comme on l'a vu plus haut), surtout lorsqu'elle est associée à un mode d'exploitation tel que le foudroyage, produit des affaissements massifs et très rapides dont l'évolution dans le temps est le plus souvent très courte (à Cemmentry, une exploitation à 40 m de profondeur a provoqué en 5 minutes un affaissement de 5 cm et en 24 h de 25 cm).

Au contraire, lorsqu'il s'agit d'exploitations à grande profondeur et surtout lorsque ces exploitations ont déhouillé de grandes surfaces, le massif ébranlé étant très important, il faut plus de temps pour que ce massif reprenne un état d'équilibre stable, c'est-à-dire pour que la surface du sol cesse de

s'affaisser ; dans ce cas, d'autre part, la phase des affaissements croissants est peu sensible (les tassements étant plus uniformes), comme cela se passe, on l'a vu plus haut, lorsque les exploitations sont remblayées hydrauliquement ou pneumatiquement.

Tout comme les influences minières, les autres causes de mouvements de la surface du sol peuvent produire des effets dont l'évolution chronologique ne répond pas toujours strictement aux règles générales d'ordre théorique.

On a déjà vu par exemple des massifs de mort-terrains en voie de glissement sur une faible pente (solifluxion), ayant suivi pendant de nombreuses années la loi générale (mouvement lent, voir page 186), accuser à un moment donné, localement le plus souvent, une allure nettement anormale par la rapidité du mouvement. Il est évident que, si d'une part le glissement est lent, tandis que d'autre part il est plus rapide, la différence entre les déroulements du phénomène provient de ce que certains facteurs essentiellement liés à la production de ce phénomène, ou bien n'existent pas dans un cas tandis qu'ils existent dans l'autre, ou bien ont au moins une importance différente d'un cas à l'autre.

Ces différences dans l'importance des facteurs qui jouent un rôle dans l'évolution du phénomène échapperont le plus souvent à l'esprit non averti des subtilités de la nature ; elles ne peuvent échapper au spécialiste expérimenté.

Celui-ci qui sait que, entre autres, le glissement est facilité par la présence d'eau en plus ou moins grande quantité dans les dépôts meubles superficiels, s'inquiètera, au cas où le phénomène de glissement deviendrait à un moment donné anormalement rapide, de savoir s'il n'y a pas eu par exemple des ruptures de conduites d'eau dans le voisinage amont immédiat quelque temps avant la mise en mouvement anormale des terres en voie de glissement ; mais, sachant aussi que le mouvement de glissement des terres est facilité par les mouvements propres du substratum rocheux, tels les affaissements consécutifs à la présence de vides souterrains ou les ébranlements provoqués par les trépidations, il recherchera si de tels mouvements du substratum rocheux se sont produits ou ont pu se produire quelque temps avant que ne soit signalée la perturbation dans le déroulement normal du phénomène. Etc. etc.

Si l'évolution chronologique *réelle* des mouvements de la surface du sol peut donc être, dans certains cas, assez différente de celle que définissent les règles habituellement utilisées pour prévoir ces mouvements, on se rend compte qu'il faut être circonspect dans l'emploi de ces règles ; le manque de concordance entre l'évolution réelle et celle définie par les règles empiriques n'est pas un critère suffisant pour faire rejeter l'action d'une cause déterminée, sauf dans les cas où un examen minutieux des facteurs capables d'agir sur l'évolution du phéno-

mène aura prouvé qu'il n'est pas *raisonnable* d'admettre que l'évolution réelle doive s'écarter notamment de celle que définissent les règles (parce que celles-ci — je me répète — ne sont valables, comme toutes les lois naturelles, que dans un champ de variation déterminé et connu des données de la question). Et c'est à l'expérience, au bon sens et à l'objectivité des spécialistes qu'il faut faire confiance, non seulement pour déterminer en ces matières ce qui est *raisonnable* et ce qui ne l'est pas, mais encore pour définir l'allure théoriquement *la plus probable* d'un phénomène permettant d'obtenir, par l'observation des effets réels, un certain nombre de concordances ou discordances entre ces effets réels et les effets théoriquement attendus ; ces concordances ou discordances constituant autant d'*indices* positifs ou négatifs de l'intervention réelle d'une cause présumée sur l'effet constaté, c'est par la réunion de tous ces indices dont chacun dans son domaine est affecté de la *probabilité maximum* que le spécialiste pourra en fin de compte *estimer* pouvoir conclure avec la probabilité maximum à retenir ou à rejeter l'influence de la cause étudiée ; l'avis qu'il remettra en conséquence sera le meilleur avis scientifiquement acceptable ; si cet avis n'exprime pas une certitude matérielle et encore moins absolue ou mathématique, il sera cependant l'expression d'une *certitude humaine*, c'est-à-dire suffisante pour déclencher des activités, sans laquelle d'ailleurs n'existerait que manque d'action ou hésitations stériles, en dehors de laquelle enfin ne régneraient que l'arbitraire et la fantaisie.

Si l'évolution des lésions dans une construction dépend de l'évolution des mouvements du sol sur lequel cette construction est établie, la structure de la construction elle-même joue à son tour un rôle important dans le phénomène.

Ceci est nettement évident dans le cas de lésions de ruptures (production de disjonctions, fissures, lézardes et cassures).

Les ruptures constituent en effet des phénomènes qui, bien que se produisant instantanément, n'en sont pas moins préparées souvent depuis longtemps, au point qu'une construction a fort bien pu, pendant un laps de temps plus ou moins long, se déformer par suite d'un certain mouvement de son sol porteur sans que cette déformation soit apparente à l'œil, sans même qu'on puisse la déceler sauf si on dispose d'instruments de mesures spéciaux et particulièrement sensibles.

Tous les matériaux solides jouissent de la propriété suivante : lorsqu'on leur applique des efforts, ils subissent avant de se rompre des déformations plus ou moins importantes ; les ruptures ne surviennent que, lorsque les efforts dépassent une intensité déterminée, caractéristique du matériau envisagé ou lorsque les déformations dépassent une valeur déterminée, variable elle aussi avec le matériau considéré.

Dans les constructions, la nature des matériaux utilisés, leur agencement, la forme générale de la construction sont des facteurs très importants de la stabilité, c'est-à-dire de la résistance aux déformations et par suite aux ruptures.

On se rend fort bien compte qu'un immeuble construit tout en acier sur un sol en voie d'affaissement pourrait subir sans rupture des déformations importantes, tandis qu'un autre immeuble en maçonnerie ordinaire n'en supporterait que de beaucoup plus faibles avant de se casser.

On dit d'une construction en voie de déformation qu'elle est « sous tension » ; les tensions sont des efforts internes (appelés aussi « contraintes ») qui naissent avec la mise en charge par les efforts extérieurs ; ce sont ces tensions internes qui produisent les déformations et toute déformation d'un solide est liée à la présence de ces tensions. Toute modification de la mise en charge (qu'elle provienne d'une modification des efforts extérieurs appliqués à la construction ou d'une modification introduite dans la disposition des appuis ou liaisons qui le maintiennent en équilibre statique) entraîne ipso facto une modification des tensions internes. Lorsque celles-ci dépassent un certain taux, et alors seulement, des ruptures se produisent.

Dès qu'une construction est édiflée, elle est déjà sous tension, puisque chacune de ses parties est mise en charge, soit par le poids propre d'autres parties, soit par des charges extérieures (action du vent, poids de surcharges telles que meubles sur les planchers, neige sur la toiture, etc.).

Construire suivant « les Règles de l'Art », c'est précisément utiliser pour la construction des matériaux appropriés, les agencer d'une certaine façon, donner à l'ensemble une forme déterminée de telle manière que, pour la mise en charge prévue par la destination de ladite construction, les tensions internes en chaque point soient suffisamment faibles pour que, non seulement aucune rupture ne soit à craindre, évidemment, mais encore pour que les déformations soient réduites au point qu'on puisse les considérer comme pratiquement nulles.

Dès lors, une construction réalisée suivant les règles de l'art dispose d'une réserve de résistance suffisante pour subir des tensions internes supplémentaires plus ou moins importantes sans risque de rupture immédiate ; cette réserve de résistance dépend naturellement de la valeur de la tension interne originelle en chaque point et de celle de la tension interne maximum admissible en ce point pour qu'une rupture ne s'y produise pas.

La tension qui produit la rupture (« charge de rupture ») est déterminée au moyen d'expériences et peut être connue avec grande précision pour chaque matériau.

Quant aux tensions existant en chaque point, elles peuvent être, soit mesurées au moyen d'appareils

ad hoc (tensomètres), soit calculées avec une approximation convenable au moyen des lois de la mécanique rationnelle (lorsqu'on connaît la mise en charge) ou des lois de la résistance des matériaux (lorsqu'on connaît les déformations), ou de ces deux sciences à la fois.

Nous nous trouvons ici dans un domaine (détermination des tensions et des déformations et non de leurs causes) où peut régner une précision aussi grande que le demanderait la nature d'un problème à résoudre ; dans le domaine considéré, une construction peut, en effet, toujours être auscultée jusque dans ses moindres détails.

En général, les tensions internes dans une construction correctement calculée n'atteignent pas le dixième de la tension qui provoquerait une rupture.

Dans ces conditions, cette construction pourra subir, sans qu'elle nécessairement se casse, certaines déformations accidentelles de son sol d'assise (affaissements ou glissements, quelle qu'en soit la cause). En fait, nombreux sont les cas que l'on pourrait citer de constructions, même en maçonnerie de briques ordinaires, qui ont subi des affaissements sans se rompre exactement, comme, par exemple, les chaudières peuvent supporter sans rupture des pressions supérieures à celles pour lesquelles elles ont été calculées : tout ici est affaire de « limites » à ne pas dépasser, de manière à ne pas compromettre une « sécurité » qui a été largement prévue par les « Règles de l'Art ».

Ces considérations conduisent à deux observations importantes :

a) Toute construction qui subit l'influence d'une déformation de son sol d'assise, que ce soit par affaissement ou glissement et quelle que soit la cause, minière ou non, de cette déformation, est soumise ipso facto à des tensions internes qui dépassent les valeurs normales admises par les règles de l'art de construire, même si aucune fissure n'y est décelable. La présence de ces tensions supérieures aux tensions normales constitue une véritable dégradation de la construction. La cause créatrice du surcroît de tension est une cause déterminante de dégradation, même s'il n'y a pas de fissure. Et si une autre cause survient après coup, ajoutant à son tour des tensions aux précédentes, de manière à amener la tension totale à dépasser la tension de rupture en un point, la responsabilité de la rupture ne paraît pas techniquement devoir être nécessairement imputée à cette seconde cause à l'exclusion de la première.

Mais ceci se rapporte directement à l'exécution de départages éventuels et sera traité plus loin.

b) En ce qui concerne le parallélisme entre l'évolution des lésions et celle des effets théoriques de leurs causes, on peut dire que ce parallélisme n'est pas nécessairement toujours apparent, puisqu'il existe des cas où les lésions ne sont pas apparentes

(parce qu'il n'y a pas de ruptures) quoique l'influence existe et donc que la construction se trouve soumise à des tensions anormales.

Cette remarque, jointe à tout ce qui a précédé relativement à l'interprétation des règles théoriques sur l'évolution chronologique des mouvements de la surface du sol, donne plus de poids encore aux in-

jonctions à la *prudence* dans l'interprétation des règles théoriques par lesquelles s'établissent les concordances ou les discordances entre des *phénomènes dont l'œil et nos moyens d'investigation, à vrai dire rudimentaires, ne perçoivent que la partie spectaculaire* (déversements, fissuration) et les causes présumées de ces phénomènes.

5. LE CRITERE DES CONCORDANCES SPATIALES

Ici également, la recherche des concordances entre les effets réels et les effets théoriquement compatibles avec une cause présumée doit être menée avec une grande circonspection.

Il est évident que des dégradations apparues dans des maisons à Saint-Hubert ne peuvent être imputées aux exploitations minières de la région liégeoise ; de même, n'ira-t-on pas imputer à des explosions d'engins de guerre des lésions apparues à 200 km de tout point où une telle explosion s'est produite ; pas davantage n'attribuera-t-on à la vétusté des dégradations relevées dans un immeuble neuf ou aux trépidations de la voirie, les fissures qui se manifestent dans une ferme isolée à plusieurs kilomètres d'une grande voie de communication.

Si les affirmations précédentes ne font qu'exprimer une évidence à la portée de tout observateur même superficiel, elles n'ont été formulées que parce qu'elles permettent la généralisation suivante qui ne souffre pas d'exception : « *toute déformation du sol d'assise d'une construction, imputable à une cause déterminée, s'arrête quelque part* » ; au-delà d'un certain périmètre, à l'intérieur duquel se produit la déformation due à la cause envisagée, il n'y a plus de déformation imputable à cette cause.

Ainsi, les affaissements de la surface du sol consécutifs au déhouillement d'une couche ne se produisent que dans la région appelée « zone d'influence » du chantier ouvert dans cette couche ; à l'extérieur de cette zone, ne fût-ce qu'à 0,25 m au-delà de son périmètre extérieur, il n'existe plus d'affaissement imputable à l'affaissement du toit du chantier considéré. Cependant, ceci ne signifie pas qu'une maison située en dehors de la zone des affaissements ne doive pas comporter de dégradations, car la zone des lésions peut localement être plus étendue que la zone des affaissements : ceci se passe à peu près chaque fois qu'une construction, se trouvant à la limite de la zone des affaissements, est reliée à d'autres constructions situées au-delà (maisons d'une rue par exemple) ; la construction édifiée à la lisière de la zone des affaissements transmet aux constructions qui forment bloc avec elle des efforts éventuellement capables de déformer et dégrader ces dernières.

La détermination du périmètre de la zone d'influence d'un chantier d'exploitation est faite, dans

le bassin de Liège, le plus souvent au moyen des Règles de Thiriart dont un rapide exposé a été fait déjà aux pages 180 et 181.

Pour comprendre la formation des cuvettes d'affaissements (zones d'influences), on pourra utilement consulter la figure 2 qui est une représentation schématique et sommaire du phénomène.

La couche est en pente vers le sud ; l'amont-pendage est donc au nord et l'aval-pendage au sud. Les pentes des talus (ou bords) de la cuvette sont indiquées par des flèches. Le périmètre de la zone d'influence est noté RSTUVXYZ. L'affaissement maximum (fond de la cuvette) est représenté par $AM = BN = CP = DQ$.

On y voit un chantier d'exploitation auquel on a supposé la forme rectangulaire EFGH, dans une couche en pente vers le sud. La limite nord EF de ce chantier se trouve, vu la pente, à un niveau supérieur à la limite sud GH, et constitue donc la limite-amont du chantier, tandis que GH en est la limite-aval ; les limites latérales est (FG) et ouest (HE) sont dites limites latérales.

La descente du toit de la couche, dans la partie exploitée, entraîne finalement la descente du massif surincombant compris entre les cassures secondaires dont il a été question page 181 ; ces cassures secondaires, qui partent des limites de l'exploitation, comprennent 4 plans raccordés par des surfaces courbes (coniques) ; des cassures planes, seules ont été figurées celle qui part de la limite-aval GH du chantier et qui est dite « cassure d'aval-pendage » ($GH \times V$), et celle qui part de la limite latérale est FG, appelée de ce chef « cassure latérale » ; les cassures de raccordement HXY, GVU, entre la cassure d'aval-pendage et les cassures latérales, sont également représentées.

L'affleurement à la surface du sol des cassures secondaires se fait suivant la ligne RSTUVXYZ qui constitue le périmètre extérieur de la zone d'influence (cuvette d'affaissement) ; c'est à l'intérieur de ce périmètre que le terrain superficiel s'affaisse.

L'affaissement maximum (dont l'importance est figurée par $AM = BN = CP = DQ$) se produit à l'intérieur du périmètre ABCD qui limite extérieurement ce qu'on appelle le fond de la cuvette, où tous les affaissements sont théoriquement égaux. Le

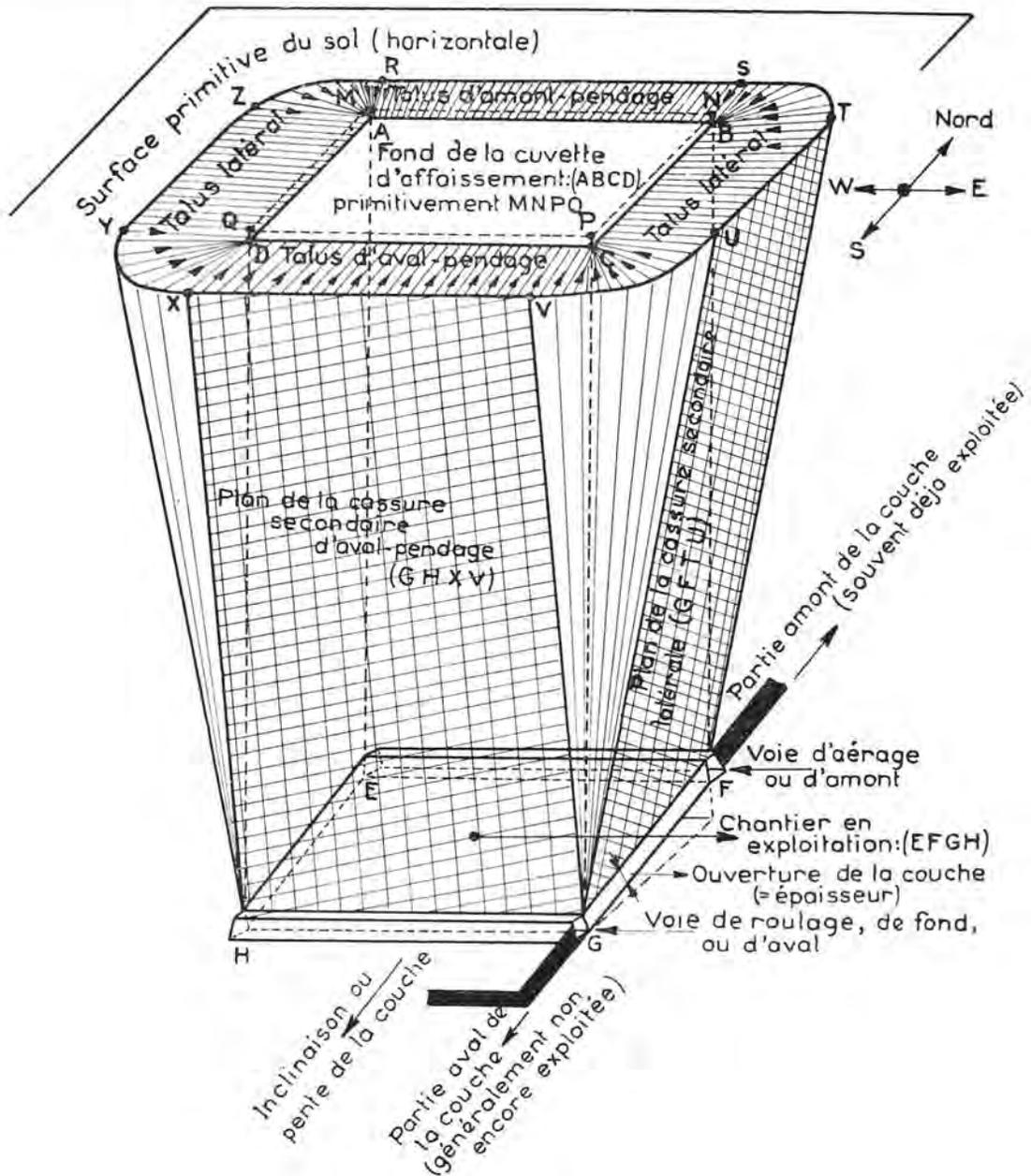


Fig. 2.

fond de la cuvette se trouve, sinon tout à fait exactement dans l'aplomb de la surface exploitée EFGH, tout au moins très près de cet aplomb ; notamment BC est dans l'aplomb de FG, AD dans l'aplomb de EH, tandis que AB et CD sont au sud de EF et GH respectivement (donc hors de l'aplomb et du côté de la pente de la couche) ; ces différentes positions résultent en effet de la position des cassures primaires (non figurées), dont il a été question à la page 181 et dont les latérales BCGF et ADHE sont verticales, tandis que celles d'amont ABFE et d'aval CDHG sont comprises entre les normales à la couche et les verticales passant par les limites amont et aval de l'exploitation (p. 181), c'est-à-dire ont pied nord dans le cas de la figure.

Enfin, le fond de cuvette est raccordé au périmètre extérieur par des talus inclinés qui indiquent, par leur pente, comment les affaissements sont ici variables en grandeur et précisément décroissants entre le fond de la cuvette où ils sont maxima et le périmètre extérieur, où ils sont nuls. Le talus ARSB est celui « d'amont-pendage », CUXD celui « d'aval-pendage » et les deux autres, BTUC et DYZA sont les « talus latéraux » ; on comprend aisément ces dénominations après ce qui a été dit ci-avant ; les talus plans qui viennent d'être cités sont enfin raccordés par des talus courbes BST, CUV, DXY et AZR.

Les règles de Thiriart ont pour objet de faire connaître les inclinaisons des plans des cassures secon-

daires, c'est-à-dire de permettre, dès que la profondeur du chantier est connue, la détermination des dimensions du périmètre extérieur de la cuvette.

Or, il faut savoir qu'il existe d'autres règles tendant au même but :

a) la règle de la verticale, appliquée par les anciens et d'après laquelle la zone d'affaissement serait dans l'aplomb du vide de l'exploitation ; cette règle est abandonnée depuis que les observations ont démontré que cette zone s'étend en dehors de l'aplomb des limites de l'exploitation ;

b) la règle de la normale, aujourd'hui abandonnée aussi, qui admet que les affaissements se propagent normalement (perpendiculairement) au vide de l'exploitation ;

c) la règle de la tangente, qui est encore applicable aujourd'hui pour déterminer les plans des cassures primaires (voir page 181) ;

d) la règle Westphalienne ou de Dortmund, qui a été adoptée pour déterminer les massifs de protection à laisser sous le canal du Rhin à l'Elbe et s'est vérifiée pour des couches peu inclinées en Belgique et dans le Pas-de-Calais ;

e) la règle Silésienne, utilisée dans le Bassin de Silésie où l'exploitation se fait par foudroyage ;

f) la règle du Lancashire appliquée dans les houillères anglaises.

Pourquoi tant de règles différentes ? Tout simplement parce que d'abord la théorie de la rupture des massifs cohérents surmontant un vide a évolué en se perfectionnant ; ensuite parce que les observations de plus en plus nombreuses des affaissements miniers ont prouvé l'insuffisance des conceptions que l'on se faisait jadis de ces phénomènes ; enfin, parce que ces règles se rapportent à un phénomène naturel excessivement complexe dont tous les facteurs ont une existence connue, mais dont certains de ces facteurs (composition du sous-sol traversé par les cassures, propriétés mécaniques de ce sous-sol en tenant compte de la profondeur, c'est-à-dire de la pression exercée par les roches surincombantes) ne peuvent pas être mesurés avec une précision suffisante, étant donné l'indigence actuelle des méthodes d'investigation scientifique en ce domaine.

L'exemple donné aux pages 192 à 195 a précisé-ment eu pour but de montrer les difficultés de l'étude d'un phénomène naturel et la valeur qu'on peut attribuer aux règles ou lois qui expriment l'allure du phénomène.

Il permettra de comprendre que, en matière d'affaissements miniers, comme en matière d'affaissements ou de glissements du sol superficiel sous toute autre cause, le phénomène se déroule d'une manière ici et pas nécessairement de la même là.

A la vérité, ainsi que je l'ai écrit dans un récent rapport, on ne pourra jamais trouver de règle parfaite capable d'exprimer l'infinie variété des nuances que comportent les phénomènes en cause.

Tout au plus sera-t-il possible un jour de « voir » ce qui se passe dans chaque cas d'espèce, au moyen d'instruments ultra-perfectionnés qui, non seulement décèleront les cassures s'élevant depuis un chantier d'exploitation jusqu'à la surface, mais aussi analyseront tous les mouvements qui se produisent au sein du sous-sol, que ce soit depuis une nappe aquifère où circulent des eaux souterraines, depuis une source d'oscillations superficielle (trépidations) ou souterraine (phénomènes sismiques), depuis un accident géologique en voie d'évolution, ou depuis toute autre cause de perturbation.

En attendant, seuls des spécialistes objectifs et perspicaces pourront démêler l'écheveau que constituent les phénomènes en cause, en manipulant sans fausse interprétation les seules méthodes de recherches mises à leur disposition par l'état actuel de la science.

En matière d'influences minières, la méthode a déjà été décrite et il n'y en a pas d'autre, qu'on le veuille ou non ; l'usage de cette méthode exige la détermination préalable d'un contour approché de la zone d'influence. Cette détermination se fait au moyen de l'une des règles citées plus haut et il n'y a lieu de voir, dans le fait qu'un immeuble se trouve dans ladite zone d'influence, qu'un simple indice de la probabilité de l'action minière sur cet immeuble, exactement comme on ne pourrait voir, dans le fait qu'un immeuble a subi des dégradations pendant une période considérée par une certaine règle théorique comme étant la période moyenne pendant laquelle se développent normalement les influences minières, qu'un autre indice simple de la probabilité de l'action minière sur cet immeuble.

En comprenant ainsi les règles de Thiriart, il n'y a pas d'excès à redouter dans leur utilisation, excès qui sont probablement à l'origine de la position qu'adoptent à leur sujet d'éminentes personnalités scientifiques et notamment M. H. Labasse, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, en s'inscrivant en faux contre leur valeur de « règles » ou « lois ».

C'est du manque de souplesse dans l'usage de ces règles que peuvent naître de véritables erreurs grossières, tout comme il peut s'en produire dans l'interprétation trop rigide des lois naturelles exprimées le plus souvent par un énoncé réduit dans lequel ne sont pas toujours citées toutes les conditions d'établissement et pour lesquelles ledit énoncé ne laisse pas non plus toujours percevoir la possibilité de restrictions, d'extensions et même, dans certains cas, la carence.

Si précise qu'elle soit, une règle relative en mouvement de chute d'une pierre sur le flanc d'une montagne se trouvera souvent prise en défaut. Personne ici n'aura l'idée d'admettre que la loi s'applique sine varietur à tous les cas, parce que l'observation même élémentaire du phénomène a fait immé-

diatement deviner la portée de la loi, ce qui n'est malheureusement pas le cas lorsqu'il s'agit de phénomènes difficilement observables dans leur développement complet et dont de nombreux facteurs ne tombent pas sous les sens.

Quoi qu'il en soit, aucune règle meilleure que celles de Thiriart n'a été proposée à ce jour, qui ait pour objet de faire connaître la zone d'influence en surface d'un chantier d'exploitation souterraine.

La zone d'influence réelle d'un chantier souterrain n'étant pas nécessairement la même que celle que prévoient les règles de Thiriart, mais pouvant être ou plus petite ou plus grande que cette dernière, il y a lieu d'être au courant des facteurs capables de produire des réductions ou des extensions de l'aire influencée.

Tout d'abord, il faut savoir que, en réalité, les cassures qui partent de l'exploitation souterraine ne sont pas planes mais constituent des surfaces courbes ayant la forme de cloches, ainsi que le représente la figure 3.

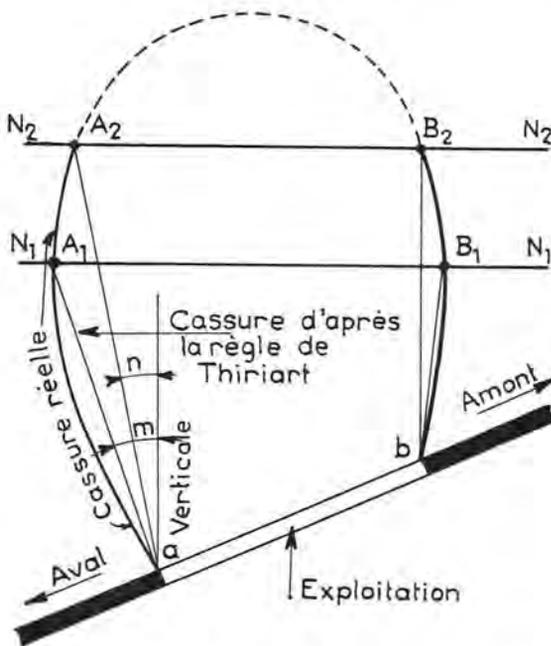


Fig. 3.

(A remarquer que ces surfaces courbes, obtenues par expériences sur modèles réduits — les expériences ont été faites par Fayol — ont la même allure parabolique que les fissures qui apparaissent dans les murs fondés sur un sol en voie d'affaissement — cf C. Russo, op. cit. page 191 et seq. et fig. 4).

Si, sur la figure 3, on suppose que la surface du sol est en N_1 (exploitation à moyenne profondeur), l'affleurement A_1 de la cassure d'aval-pendage occupe une position telle que, si on remplace la cassure courbe aA_1 par une cassure droite aA_2 , celle-ci fait avec la verticale passant par a un angle m : si

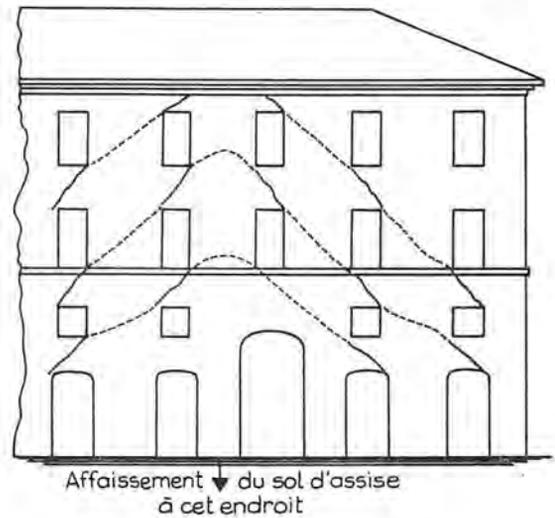


Fig. 4

la surface du sol est en N_2 (exploitation plus profonde) l'affleurement A_2 de la même cassure courbe d'aval-pendage est tel que, si on considère la droite aA_2 , celle-ci fait avec la verticale un angle n plus petit que m . Le même phénomène se produit à l'amont-pendage.

On se rend aisément compte de ce que la simplification introduite par la considération de cassures planes n'est valable que pour autant que les chantiers souterrains se trouvent à une profondeur donnée.

Les règles de Thiriart sont établies pour des exploitations à moyenne profondeur (400-600 m) ; plus les travaux sont à grande profondeur, plus les cassures secondaires planes théoriques se rapprochent de la verticale, ce qui amène à réduire les dimensions de la cuvette d'affaissement calculée au moyen de ces règles ; dans le cas contraire (travaux à faible profondeur), les cassures planes théoriques s'écartent souvent davantage de la verticale et les cuvettes d'affaissements sont par suite souvent plus importantes que ne le laissent prévoir les règles de Thiriart.

Il faut savoir en outre que, plus les terrains surincombants sont solides, plus les cassures secondaires se rapprochent de la verticale, ce qui amène à réduire les dimensions de la cuvette d'affaissement calculée au moyen des règles de Thiriart.

Par contre, plus les terrains surincombants sont meubles (soit qu'ils aient déjà été disloqués par de nombreuses exploitations précédentes, soit qu'il s'agisse de morts-terrains tels que marnes, graviers, sables recouvrant le terrain houiller), plus les cassures secondaires s'écartent de la verticale et plus les règles de Thiriart donnent des cuvettes d'affaissements trop petites.

Ainsi, l'inclinaison la plus grande que fasse une cassure secondaire avec la verticale est, d'après une

des règles de Thiriart (exploitation à moyenne profondeur), égale à $29^{\circ} 45'$ (cassure d'aval-pendage d'une exploitation dans une couche inclinée à 50° sur l'horizontale), tandis que l'inclinaison la plus faible est de $10^{\circ} 15'$ (cassure d'amont-pendage de la même exploitation) ; toutes les cassures secondaires se propagent donc en moyenne (pour des chantiers

à moyenne profondeur) dans le terrain houiller en faisant avec la verticale des angles compris entre $10^{\circ} 15'$ et $29^{\circ} 45'$; lorsque ces cassures traversent des marnes, elles le font sous un angle de 22° avec la verticale ; cet angle est porté à 45° lorsque les cassures se propagent dans des graviers et à 60° lorsqu'elles se propagent dans le sable (fig. 5).

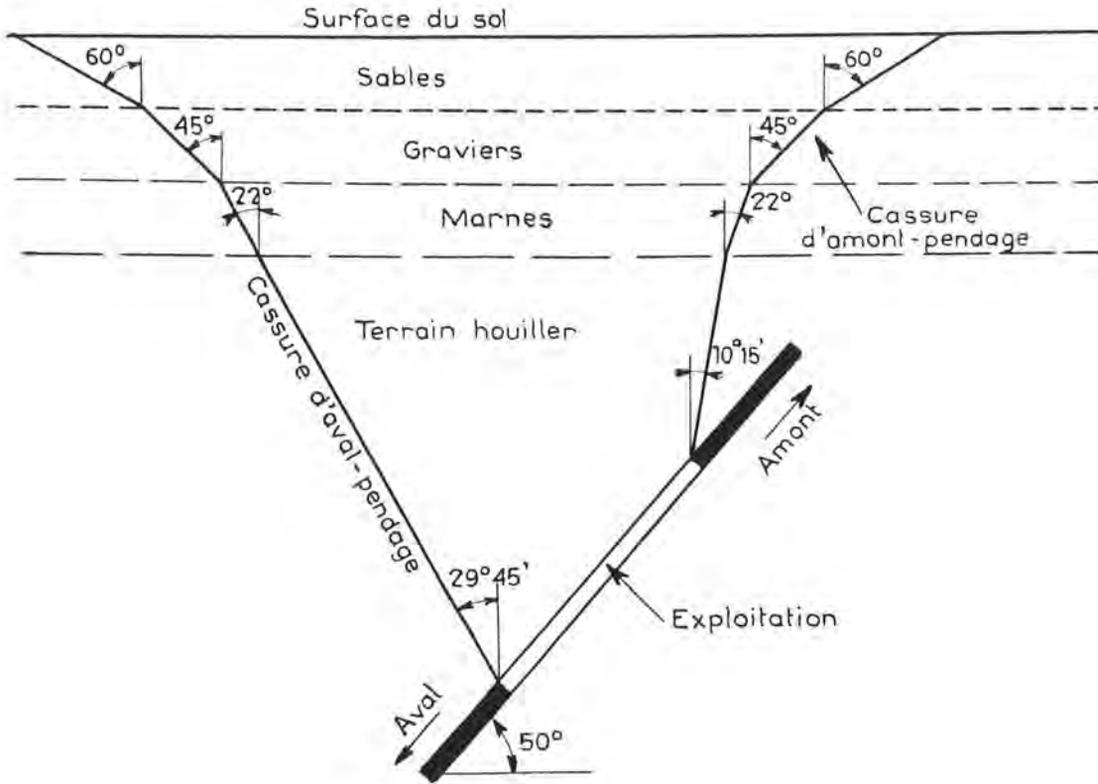


Fig. 5.

Dans les sables bouillants, les cassures se rapprochent encore davantage de l'horizontale, au point que les effets des exploitations souterraines se font sentir à de très grandes distances et que les règles de Thiriart n'ont plus aucune signification.

En écrivant ce qui précède, je n'ignore pas les acquisitions récentes sur le mode de propagation des cassures minières dans les schistes et dans les grès du terrain houiller, mais je tiens à déclarer que ces acquisitions (Philips, D.W., 1938 : Les Roches houillères, leurs propriétés et leur influence dans le problème du soutènement. Annales des Mines de Belgique, t. IX, pp. 581-616. — Baudart, P., 1945 : Réflexions sur les pressions de terrain. Revue Universelle des Mines, Mémoire, n° 111, pp. 102-106), si elles ont pu aider l'exploitant, n'ont jusqu'à présent fait faire aucun progrès à l'étude des affaissements. Ainsi que je l'ai dit plus haut, aucun rapport positif n'a été réalisé qui permette d'énoncer des règles nouvelles capables de remplacer avantageuse-

ment les règles de Thiriart dans notre bassin houiller liégeois.

Les règles théoriques peuvent être mises en défaut par d'autres phénomènes tels que rencontre de failles, stratification discordante, épuisement des eaux, présence d'anciennes exploitations à niveau supérieur, non encore affaissées par suite d'un mode d'exploitation rencontré souvent dans les travaux anciens et qui consiste à laisser des piliers ou massifs destinés au soutènement.

Les failles sont des cassures naturelles des roches, produites par des phénomènes géologiques. Lorsqu'une cassure provenant d'une exploitation souterraine rencontre une faille, elle peut, dans certains cas, être déviée le long de celle-ci et la zone d'affaissement peut dès lors s'étendre jusqu'à l'affleurement de la faille, soit au-delà de l'affleurement normal de la cassure minière ; l'effet en est un agrandissement de la zone d'influence théorique (fig. 6, déviation

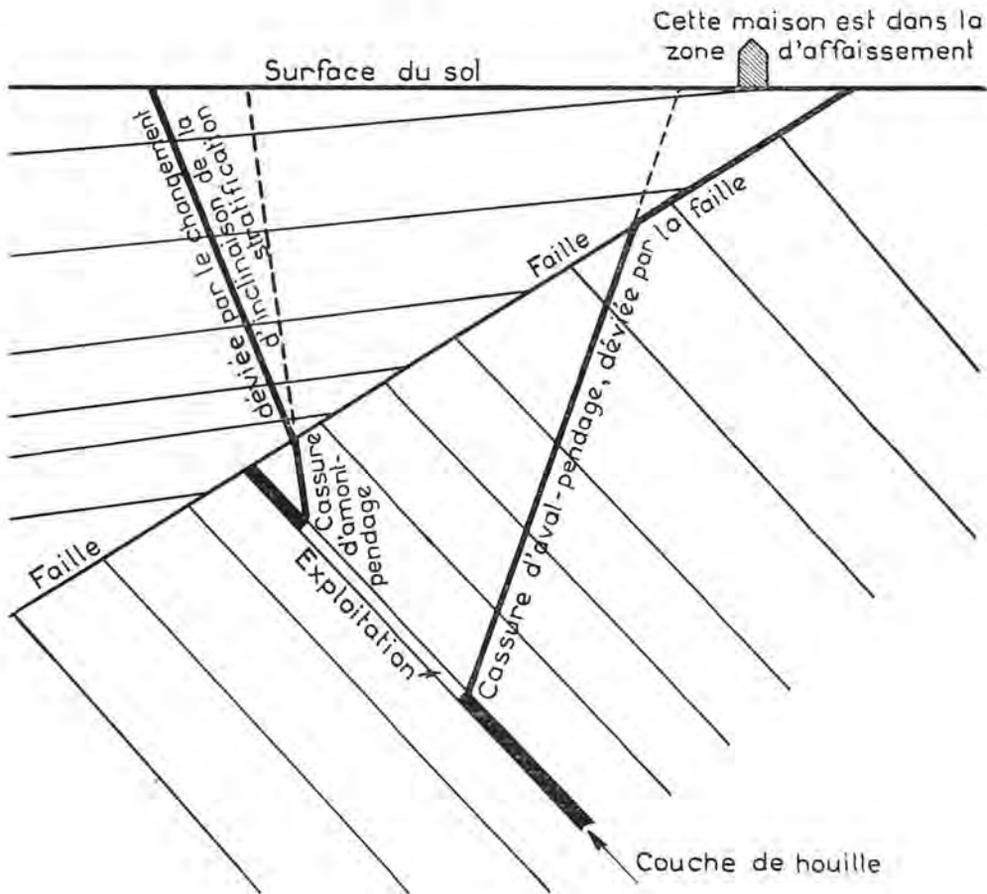


Fig. 6.

de la cassure d'aval-pendage, avec extension de la zone d'influence de ce côté).

Mais certaines failles ont pour effet de superposer des stratifications de pentes différentes : les cassures secondaires étant inclinées de façon différente suivant que les bancs de roches qu'elles traversent ont des inclinaisons différentes, au passage d'une faille les cassures peuvent changer d'inclinaison ainsi que cela se voit sur la figure 6 au sujet de la cassure d'amont-pendage, qui d'abord traverse des bancs fort inclinés et n'a qu'une faible inclinaison sur la verticale (Règles de Thiriart), puis traverse au-delà de la faille des bancs moins inclinés dans lesquels elle prend une inclinaison plus forte sur la verticale.

Dans le cas de la figure, la zone d'influence est ainsi étendue du côté de l'amont-pendage ; le phénomène contraire se produirait si les pentes des roches traversées étaient interverties. Des discordances de stratification se rencontrent d'ailleurs sans présences de failles ; ce sont des formations géologiques naturelles qui proviennent du dépôt horizontal de sédiment sur des roches inclinées ; on en a vu un exemple à la figure 5 où les terrains supérieurs (marnes, graviers, sables) reposent horizontalement sur

un socle rocheux (terrain houiller) où les bancs sont très souvent inclinés.

Les changements de pentes dans la stratification plissée du terrain houiller peuvent à leur tour jouer un rôle dans la déviation des cassures ; le phénomène se produit (fig. 7) lorsque des cassures qui ont d'abord traversé des plateaux rencontrent des dressants, puis encore des plateaux, puis des dressants, etc. ; les déviations des cassures peuvent alors être telles que, finalement, la zone d'influence soit plus grande ou plus petite que celle que donnent les règles de Thiriart utilisées sans tenir compte du plissement des terrains surmontant l'exploitation.

Les cassures d'exploitation et les failles naturelles amènent d'autre part dans les travaux souterrains une certaine quantité d'eau que les mines doivent épuiser (voir p. 198). C'est pour se prémunir autant que possible contre les inconvénients et dangers des venues d'eau que l'on ménage des « stots » (massifs inexploités) immédiatement sous les morts-terrains. Ce sont les failles naturelles qui constituent les drains les plus dangereux, car leur débit est souvent bien supérieur à celui des cassures d'exploitation. La dissolution des sels calcaires et l'entraînement

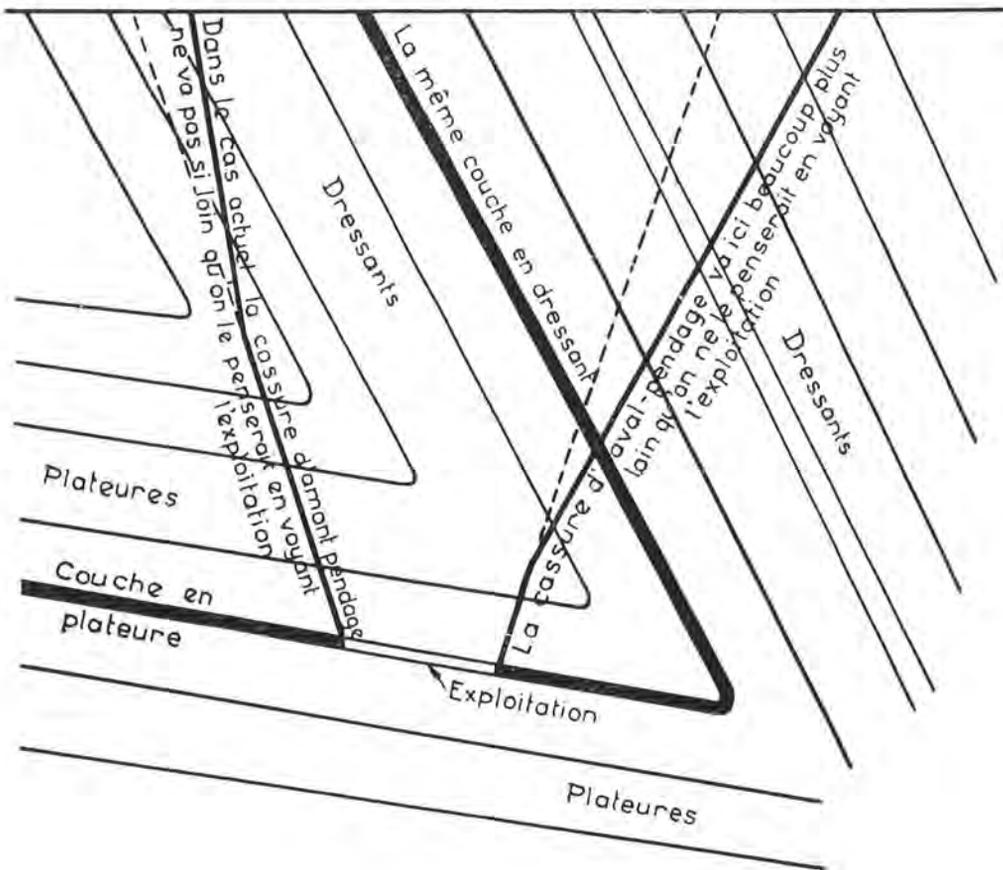


Fig. 7.

par l'eau de boues ou sables tenus sont de nature à créer à la longue un certain vide ; il est connu que l'épuisement d'eaux contenant un gramme de terre par litre crée des vides suffisants pour provoquer des tassements, surtout si l'épuisement n'agit que sur une zone assez limitée. Cette circonstance peut donc étendre les effets nocifs d'une exploitation jusqu'à une certaine distance au-delà du périmètre d'influence donné par les règles de Thiriart.

Cependant, s'il n'y a pas d'entraînement de matières solides (boues, sables) ni de dissolution (calcaires), ce qui arrive lorsque la vitesse de circulation de l'eau dans les drains est insuffisante et lorsqu'il n'y a pas de calcaire à dissoudre, l'épuisement des eaux imprégnant les terrains perméables et meubles n'occasionne aucun tassement de terrain.

Par contre, l'épuisement d'eau pure peut amener des éboulements lorsque cette eau servait de soutènement à des cavités préexistantes (voir pages 198 et 199) ; dans les grottes, l'eau soutient les bancs ; il en est de même dans les anciens travaux, exploités généralement par piliers abandonnés ; quand on épuise ces eaux, les travaux s'éboulent.

Même au cas où ces anciens travaux auraient été dénoyés sans éboulement, les effets de l'affaissement

dû à des exploitations à plus grande profondeur peuvent compromettre leur stabilité ; il suffit qu'un pilier cède pour que les suivants le fassent et que tout le toit de l'ancienne exploitation s'affaisse, créant par suite à la surface du sol une cuvette propre qui s'ajoute à celle que produit l'exploitation plus récente et profonde ; la zone totale influencée en surface lors de la production d'un tel phénomène peut être notablement plus grande que celle que l'on obtiendrait si les anciens travaux n'existaient pas ou si leur surface ne débordait pas celle des travaux récents.

Il importe encore de connaître un facteur qui peut avoir une influence sur le tracé théorique des cuvettes d'affaissements, à savoir les petites erreurs dont peuvent être affectés, soit les plans d'avancement, soit les plans de surface. Ces erreurs ne sont jamais importantes et on constate, en examinant les vérifications faites régulièrement par les officiers des mines, qu'elles n'atteignent pas la dizaine de mètres.

Si l'exactitude rigoureuse n'est pas possible dans l'établissement des plans de mines, elle doit être suffisante pour éviter les risques de ruptures d'espontes (massifs de 10 m d'épaisseur à réserver, d'après le

cahier des charges des concessions, le long et à l'intérieur des limites de concessions).

Il est évident, en effet, que l'intérêt du concessionnaire lui commande de ne pas rompre une esponde ; indépendamment des accidents qu'il risque de causer par cette faute (irruptions d'eaux de la concession voisine par exemple), il commettrait en effet une infraction au cahier des charges, capable de lui valoir de graves sanctions administratives et judiciaires.

Le concessionnaire ne peut donc pas se payer le luxe de commettre, au voisinage de la limite de concession, des erreurs de plans de l'ordre de 10 m, erreurs qui, si les travaux s'approchent jusqu'à l'esponde, pourraient avoir pour conséquence la rupture de cette esponde.

Les obligations imposées par l'Administration des Mines relativement à l'exactitude des plans miniers n'ont été précisées qu'en 1885 dans leur forme actuelle ; le plus souvent, les plans des travaux anciens sont affectés d'erreurs notables provenant le plus souvent d'une mauvaise orientation, au point que, si ces travaux anciens n'ont pas été reconnus par des reconnaissances ou des travaux plus récents, on ne puisse pas les situer toujours avec une précision suffisante.

Tout ce qui vient d'être dit au sujet des règles théoriques permettant de calculer les dimensions et la position des cuvettes d'affaissements est excellemment résumé dans le texte suivant, extrait d'un rapport d'expertise déposé le 18 février 1929 par les Experts, MM. Thonnart, Darchis et Lohest, dans un litige intéressant un immeuble appartenant à M. Burnelle, rue du Calvaire, n° 11 :

« Nous estimons que les conclusions que l'on peut tirer de toutes les théories pures doivent céder le pas aux conclusions déduites de ces théories complétées par des constatations faites sur les lieux litigieux ; car toute théorie pure comporte toujours un certain nombre d'hypothèses difficilement vérifiables et une expertise a précisément dans ses attributions de corriger autant que possible les hypothèses, afin de serrer la vérité de plus près. Nous rappelons à ce sujet que les angles d'élongation qui résultent de la théorie de M. Thiriart sont obtenus en supposant que l'angle du talus naturel des terrains situés au-dessus de l'exploitation considérée est de 30°. Ces angles d'élongation doivent donc servir de directives pour guider les recherches des experts, mais c'est à eux, par leurs observations sur les lieux, à vérifier l'opportunité de leur application.

» D'autre part, si, en admettant l'angle théorique de 21°, nous traçons sur le plan de surface de la région considérée la limite de la zone influencée par l'exploitation de la couche Deuxième Cinq Pieds, nous trouvons que cette limite passe à 15 m

» au nord-ouest de l'angle nord-ouest de la maison » et à 19 m au nord-ouest de son centre de figure » c'est-à-dire en deçà de la maison, note de l'expert » soussigné). Nous estimons que ces longueurs » sont de l'ordre de grandeur des erreurs normales » possibles inhérentes aux instruments de mesure » utilisés et aux conditions dans lesquelles les opérateurs se trouvent pour établir les relevés typographiques des travaux miniers.

» Nous ajouterons que des erreurs du même ordre » peuvent parfaitement exister dans les relevés ayant » servi à l'établissement des plans de surface.

» Ces différences rentrent dans l'ordre normal des » probabilités.

» De plus encore, il faut noter que la région influencée par les travaux dans la couche Deuxième Cinq Pieds avait déjà été disloquée auparavant par des exploitations antérieures dans d'autres couches, circonstance qui est de nature à agrandir la zone d'influence théorique ».

Si les règles théoriques relatives à l'aire superficielle influencée par les exploitations minières peuvent admettre, dans les conditions citées plus haut, des restrictions ou des extensions, il en va de même de celles qui ont été énoncées à la page 184 relativement à la répartition dans l'espace des influences des autres causes de dégradations aux constructions de la surface.

L'étude présente ne serait pas complète si quelques précisions n'étaient pas apportées à ce sujet.

Défaut d'assise.

Il est bon d'insister sur le fait que les connaissances actuelles de la mécanique des sols (géotechnique) amènent à n'employer qu'avec prudence et même à n'utiliser que sous caution l'expression « bon sol de fondation », au sens où l'utilise la terminologie architectonique courante.

Les acquisitions de la science à ce sujet sont relativement récentes et les publications les plus autorisées en la matière ne se rencontrent qu'à partir de 1925.

L'ouvrage intitulé « Sols et Fondations », paru en 1939 sous la signature de Armand Mayer, Ingénieur en Chef des Mines, Membre du Comité Technique du laboratoire d'étude du Sol et des Fondations, dans la collection Armand Colin (Paris), cite en références une cinquantaine de publications diverses sur la question.

En se référant à ces travaux, on pourra apprendre que le soin de baptiser les terrains compressibles (sables, argiles, marnes, limons) ne peut pas être confié à n'importe qui et que même les procédés classiques de reconnaissance du sol, employés pour déterminer ce qu'il est convenu d'appeler la charge admissible d'un terrain, s'ils donnent d'excellents

résultats dans certains cas, risquent dans d'autres de faire commettre de grossières erreurs.

Si ces erreurs se font dans un sens tel que les tassements réels produits par la construction soient inférieurs à ceux que l'on aurait déduits des essais, le dommage ne regardera que l'économie et la stabilité de la construction ne sera que renforcée.

Mais si elles se produisent dans l'autre sens, elles peuvent compromettre la stabilité de la construction.

Or les essais classiques n'intéressent que les couches superficielles, tandis que la zone d'influence réelle de la mise en charge par la construction comprend aussi les couches profondes. Toutes les fois que ces couches profondes, sur lesquelles les essais classiques n'ont apporté aucune précision, auront des caractéristiques mécaniques insuffisantes, il se produira des tassements capables de créer dans la construction des dégradations.

On cite de nombreux cas.

Des constructions à San Francisco, qui ont produit des tassements de 30 mm pour une charge de 2 kg/cm², alors qu'aux essais, une pression de 2,4 kg/cm² n'avait produit qu'un tassement de 2,5 mm. Un des bâtiments, construit à la suite d'essais ayant donné 250 g/cm² pour charge admissible, s'est enfoncé de plusieurs décimètres sous une charge de 150 g/cm².

L'immeuble des Postes à Brégenz déjà cité a été construit sur 7 m de sables après des essais directs ayant donné d'excellents résultats. Les tassements considérables qu'il a subis proviennent de la compression de la couche de 15 m d'argile sous-jacente.

L'existence d'une pile de pont de chemin de fer ayant été utilisée comme essai direct à grande échelle (la pile avait 112 m² de surface et reposait sur des pieux chargés entre 7 et 15 tonnes), on entreprit de construire des bâtiments industriels d'une superficie de 3.400 m² ; la présence d'une couche d'argile molle à 30 m de profondeur se révéla à ce moment, le bâtiment s'étant enfoncé de 60 cm alors que ses pieux n'étaient chargés qu'à 25 t et avaient aux essais directs résisté à 100 t.

Si les tassements sont fort spectaculaires dans les cas cités parce qu'il s'agit de constructions importantes, il ne faut pas croire que les petites constructions échappent au phénomène.

J'ai fait en 1942, avec l'Architecte M..., l'expertise d'un immeuble construit en 1933-34 et appartenant à M. G. Vonnèche, à Liège, (rapport déposé le 25 février 1942 au Greffe de la Justice de Paix du second Canton de Liège). Notre attention ayant été attirée sur certaines dégradations anormales, nous avons découvert, en faisant des recherches par puits, que les piliers de fondation de l'immeuble après avoir traversé des remblais étaient enfoncés de 0,70 m dans du limon argileux en place, qualifié de « bon terrain » ; cette couche de

« bon terrain » devenait malheureusement très humide au point qu'elle était fluente à 1,10 m sous le pied des piliers. Nous avons dû imputer au tassement de cette couche imprégnée d'eau une partie des lésions affectant l'immeuble litigieux.

La connaissance complète des propriétés mécaniques des sols porteurs ne peut être acquise que par une prospection suffisamment profonde (sondages ou puits), complétée par des travaux de laboratoire ayant pour objet de mesurer certains coefficients caractéristiques tels que les limites de liquidité et de plasticité, l'angle de frottement interne, la compressibilité, la perméabilité, etc.

Les tassements d'un sol d'assise compressible ne sont uniformes que si la mise en charge, d'une part, l'épaisseur et la compressibilité de la masse compressible, d'autre part, le sont elles-mêmes ; dans le cas contraire, on observera des tassements inégaux capables de produire des déversements.

Les lésions imputables à un défaut d'assise sont plus localisées que celles dues à un affaissement consécutif, à l'exploitation souterraine, a-t-il été dit page 184. Cette constatation doit être interprétée à la lumière de ce qui précède, comme il va être maintenant précisé.

Si la mise en charge n'est pas uniforme sur la surface d'implantation de la construction, les lésions seront localisées, sinon dans une partie déterminée de cette construction, au moins dans cette seule construction et dans celles qui lui sont contiguës ; une construction voisine indépendante ne les montrera pas si la mise en charge qu'elle fait subir à son sol de fondation est uniforme.

Si d'autre part le tassement irrégulier du sol d'assise provient d'inégalités dans l'épaisseur et la compressibilité du sol d'assise, la localisation des lésions se constatera à l'échelle régionale, dans la zone où se présentent les inégalités du sol porteur ; il y a bien peu de chances que cette zone coïncide exactement avec une zone d'influences minières.

Les plaines alluviales sont précisément des zones où se présentent des phénomènes localisés de tassements ; elles sont remarquables par la variété des déversements que l'on y constate dans les immeubles, ainsi que par l'extrême localisation des lésions orientées, lesquelles n'ont souvent pas la même orientation dans deux immeubles distants de quelques mètres l'un de l'autre.

Ces phénomènes sont dus à la variation rapide de l'épaisseur et de la compressibilité des roches compressibles, d'un point à un autre ; cette variation provient de la stratification entrecroisée bien connue des dépôts alluviaux (cf. P. Fourmarier, Professeur à l'Université de Liège : « Principes de Géologie », éd. Vaillant-Carmanne, Liège 1944, pp. 148-154) ; dans les plaines alluviales larges, les alluvions sont en réalité disposées en une série

de lentilles enchevêtrées les unes dans les autres. Dans ces conditions, si une construction édifiée à la limite d'une lentille compressible (argile, limon ou autre) est capable de tasser le sol compressible, les valeurs des tassements iront en augmentant depuis le périmètre de la lentille (où l'épaisseur à comprimer est nulle) jusqu'au point où l'épaisseur de cette lentille est maximum ; en conséquence, la construction se déversera vers le centre de la lentille. Des désordres plus prononcés, sous forme de cassures, pourront même survenir si la construction s'étend sur deux terrains de compressibilité différente (partie sur gravier par exemple et partie sur argiles molles).

Et enfin, si deux constructions sont édifiées à deux extrémités opposées d'une même lentille compressible ou aux deux extrémités voisines de deux lentilles compressibles voisines, et si ces constructions produisent des tassements, elles se déverseront en se rapprochant l'une de l'autre dans le premier cas, en s'écartant l'une de l'autre dans le second cas, ainsi que le montre la figure 8.

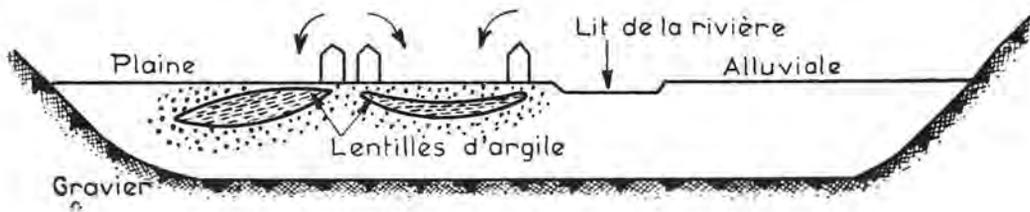


Fig. 8.

Ce qui précède montre qu'il est impossible d'établir des règles applicables sine varietur à la détermination a priori de l'étendue des zones d'influence des phénomènes de tassement et, à plus forte raison, à la détermination de l'étendue des zones où ces phénomènes se produisent dans un sens déterminé.

Glissement naturel du plan de pose ; solifluxion.

Il n'a été question, dans l'étude très sommaire faite de ce phénomène à la page 186, que des glissements lents.

Cependant les phénomènes de glissement peuvent avoir des ampleurs très diverses : entre les véritables glissements, localisés, à vitesse souvent perceptible, et les glissements extrêmement lents qui se produisent sur les très faibles pentes et désignés sous le nom de « creep », tous les glissements intermédiaires peuvent se rencontrer.

Les glissements rapides se produisent surtout sur des pentes assez fortes, le long d'une surface constituée par des terrains tels que argiles, limons aquifères, sables bouillants, qui jouent un rôle analogue à celui d'un lubrifiant lorsqu'ils sont gorgés d'eau. Ces glissements rapides laissent des traces dans la

topographie : dénivellations marquées, brusques, à la partie supérieure, souvent avec traces d'arrachement ; boursoufflures à la partie inférieure, dues à la variabilité locale des glissements ; au pied, gonflement des argiles en forme de loupe.

Dans le creep (appelé aussi improprement solifluxion), on constate le remaniement des matériaux entraînés par le glissement (cailloux plats généralement disposés parallèlement à la pente), la présence au pied de la pente de fragments de roches provenant de plus haut (lorsque le substratum rocheux diffère au bas et au haut du versant), le fauchage des têtes de bancs (celles-ci disloquées par l'altération s'incurvant vers le pied du versant), le déversement vers l'aval des piquets, des poteaux et des arbres (ces derniers se redressant par l'effet du géotropisme et se coulant en conséquence), etc. etc.

Le creep a été étudié par de nombreux géologues (J. Cornet, Annales de la Société Géologique, T. 45, 1921-22 — Sharpe C.F.S., Landslides and

related phenomena : Columbia Geomorphic Studies, 1938 — P. Fourmarier, Annales de la Société Géologique de Belgique, T. 42, 1918-19 et T. 44 1920-21).

La zone d'influence du creep étant théoriquement limitée aux surfaces en pente, de même d'ailleurs que celle des glissements importants, il n'en reste pas moins que l'allure du phénomène diffère, dans une même zone, suivant les endroits et que, même dans une zone de glissements, on puisse trouver des régions où celui-ci ne se produit pas.

De la sorte, la zone d'influence réelle ne correspond pas nécessairement à celle qui serait définie par la règle théorique générale, mais peut être plus restreinte que celle-ci.

Par exemple, le glissement peut être localement arrêté par des obstacles naturels (seuils rocheux en saillie sur la surface de glissement) ou artificiels (constructions dont les fondations atteignent le substratum rocheux).

Oscillations de la nappe aquifère.

De ce phénomène, il n'a pas été dit beaucoup en ce qui concerne la répartition des effets dans l'espace (p. 192), et pour cause.

La connaissance de la surface libre d'une nappe aquifère, des oscillations de celle-ci, de la circulation de l'eau en son sein et notamment des trajectoires privilégiées qui s'y trouvent ainsi que de la vitesse de circulation, ne peut en effet être acquise, au cas où de nombreux puits n'existent pas dans la région, qu'au prix de recherches très laborieuses et coûteuses.

Dans les plaines alluviales, le comportement de la ou des nappes aquifères est très complexe ; ceci provient de l'hétérogénéité des dépôts alluviaux, déjà signalée (stratification entrecroisée, lenticulaire). Il en résulte que, si le mouvement de la nappe se fait suivant une trajectoire générale comme dans ses grandes lignes (les filets liquides tendent à se diriger suivant la pente du thalweg, c'est-à-dire à peu près parallèlement au cours d'eau), le manque d'homogénéité des alluvions a pour effet de créer des changements locaux de direction et de vitesse du courant ; ce courant peut même se diviser lorsqu'il rencontre des zones de perméabilité moindre (lentilles argileuses par exemple) (c'est ainsi que, dans la traversée de Liège, on parle souvent de l'eau du premier gravier et de l'eau de second gravier de la vallée de la Meuse).

On imagine sans peine la diversité des cheminements locaux de l'eau dans une nappe aquifère de pleine alluviale (voir à ce sujet P. Fourmarier, Professeur à l'Université de Liège, Hydrogéologie ; Vaillant Carmanne 1939 ; pp. 105-112).

D'autre part, les oscillations du niveau des nappes, produites par les variations dans les apports d'eau pluviale alimentant la nappe, se compliquent dans les nappes des plaines alluviales par les influences des crues et décrues de la rivière, car les eaux qui circulent dans les alluvions sont en communication plus ou moins facile avec le cours d'eau.

En conclusion, les phénomènes dont les nappes aquifères sont le siège, et surtout les nappes des plaines alluviales, peuvent être fort différents d'un point à l'autre.

Trépidations.

La zone d'influence de ces phénomènes oscillatoires est très variable ; plus ou moins étendue, elle s'arrête cependant aussi quelque part.

Il va sans dire d'abord que l'étendue de cette zone dépend en premier lieu de la source : selon les constatations, les trépidations dues aux véhicules se propagent suivant la nature du sol de 10 à 20 m de profondeur, celles dues aux chemins de fer, entre 20 et 70 m et parfois plus profondément, celles dues aux puissantes machines jusqu'à 530 m de profondeur ; dans le sens horizontal, on a pu constater qu'une turbine à vapeur transmettait des trépidations d'une telle violence qu'un immeuble situé à 1.500 m est devenu parfaitement inhabitable (cf. Katel, I. : « Les bruits dans le bâtiment », Béranger, 1929, p. 72 et « L'influence des trépidations de diverses sources extérieures sur la stabilité des bâtiments », Béranger, 1935).

L'étendue de la zone d'influence des trépidations dépend encore de la nature du sol : la transmission des trépidations est d'autant plus grande que la transformation plastique de l'énergie vibratoire est plus petite ; au sujet de ce qu'on pourrait appeler la « conductibilité vibratoire », c'est-à-dire la propriété de transmettre les vibrations à plus grande distance, on peut classer les sols dans l'ordre suivant par ordre de conductibilité croissante : rocher, gravier et sable sec, gravier et sable humide, argile, glaise, marécage, limon et eau ; plus le niveau de l'eau est élevé, plus la transmission sera facile (Katel, I., *ibid.*).

Ceci suffit pour que l'on admette la proposition énoncée, à savoir que la zone d'influence des trépidations ne peut pas être fixée a priori sans reconnaissances et mesures préalables.

Explosions d'engins de guerre.

L'expérience qu'ont acquise de ces phénomènes ceux qui ont vécu les bombardements par avions des mois de mai et juin 1944 ou par les bombes volantes V₁ et V₂ de novembre 1944 à février 1945, est suffisante pour leur avoir appris que la zone d'influence de ces phénomènes est, non seulement très complexe, mais aussi de forme et d'étendue très variables avec l'intensité de la source vibratoire et la configuration du milieu dans lequel se propagent les vibrations.

La diversité des effets produits a par ailleurs déjà été signalée dans l'étude faite aux pages 187 et 188.

(à suivre)

Quelques considérations sur l'aspect économique des problèmes posés par l'électromécanisation des travaux souterrains

par G. DELAUW,

Ingénieur Electromécanicien A.I.Ms,
Ingénieur à la S. A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine.

SAMENVATTING

De elektrificatie en mechanisering van de ondergrondse werken der kolenmijnen stelt problemen van economische aard.

De beste oplossing kan maar gevonden worden door iemand die gebruik maakt van de economische technieken, die in de loop van de laatste twintig jaren grote vooruitgang gemaakt hebben dank zij de wiskundige wetenschappen en meer in het bijzonder de wiskundige statistiek en de waarschijnlijkheidsleer.

In een eerste paragraaf wordt het probleem van de uitgavencontrole aangesneden, en wel door middel van een voorbeeld van berekening van kostprijs van een werkplaats. Men vestigt de aandacht op enige zwakke punten in de administratieve methoden, die in de private sector maar mogen geduld worden in zoverre ze de nodige elementen kunnen verschaffen om bepaalde beslissingen uit te lokken, maar die het nooit kunnen halen bij de waarnemingen verricht door de eigenlijke verantwoordelijken. Vervolgens wordt gehandeld over de klassieke hoofdstukken van de economische techniek, te weten: de afschrijvingen, de bijkomende onkosten, de delgingsproblemen, de bepaling van de beste programma's, het beheer der voorraden en de studie van de markt.

In de laatste paragraaf wordt het belang van de elektrificatie en de mechanisering onderstreept op grond van de volgende drie elementen: vermindering van de kosten, verhoging van de produktie en verbetering van de produktiviteit.

In elke paragraaf worden enkele voorbeelden uit de praktijk aangehaald. Voor enkele gevallen wordt het probleem volledig uitgewerkt.

Tot besluit wordt de aandacht nogmaals gevestigd op het belang van het nodige vooruitzicht bij de leiding van een onderneming.

RESUME

L'électromécanisation des travaux souterrains des entreprises charbonnières pose des problèmes économiques.

Pour la recherche des solutions économiques optima, il est intéressant de recourir aux techniques économiques qui ont fait, depuis vingt ans, des progrès immenses grâce à l'utilisation des sciences mathématiques et en particulier de la statistique mathématique et du calcul des probabilités.

Dans un premier paragraphe, on aborde le contrôle budgétaire par un exemple de détermination du prix de revient d'un chantier. On souligne certaines faiblesses des méthodes administratives qui, en particulier, ne sont justifiables qu'à condition d'être un élément générateur de décisions et qui ne sauraient prévaloir sur des analyses effectuées par les responsables. La suite de l'exposé est consacrée aux chapitres classiques de la technique économique et qui sont: les amortissements, les coûts marginaux, les problèmes d'investissement, la détermination des programmes optima, la gestion des stocks et les études de marché.

Dans le dernier paragraphe, on met en évidence l'importance de l'électromécanisation des travaux souterrains en examinant les trois aspects suivants: des dépenses minima, une production maximum et l'augmentation de la productivité.

Dans chaque paragraphe, on signale quelques cas d'application pratique. Pour certains exemples, le problème est d'ailleurs entièrement formulé.

Dans la conclusion, on insiste sur le rôle prépondérant de la prévision dans la gestion des entreprises.

INHALTSANGABE

Elektrifizierung und Mechanisierung des Untertagebetriebs im Steinkohlenbergbau werfen wirtschaftliche Probleme auf.

Ihre optimale Lösung ist nur mit Hilfe von Wirtschaftlichkeitsberechnungen möglich, die im Laufe der letzten 20 Jahre durch Einschaltung der Mathematik, besonders der mathematischen Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung, ausserordentliche Fortschritte gemacht haben.

In einem ersten Abschnitt wird ein Beispiel für die Etatkontrolle durch Bestimmung der Gesteungskosten an einem Betriebspunkt gegeben. Der Verfasser weist auf einige schwache Punkte in den Verwaltungsmethoden hin, die lediglich im Einzelfall als Grundlage von Entscheidungen dienen, nicht jedoch den Vorrang vor den von verantwortlichen Stellen durchgeführten Untersuchungen besitzen dürfen. Weiter folgen Betrachtungen über die klassischen Kapitel der Betriebswirtschaft: die Abschreibungen und die mit ihnen verbundenen Probleme, die Grenzkosten, die Bestimmung der optimalen Programme, die Lagerhaltung und Marktuntersuchungen.

Im letzten Absatz wird dann die Bedeutung der Elektrifizierung und der Mechanisierung des Untertagebetriebs unter drei verschiedenen Gesichtspunkten deutlich gemacht: möglichst geringe Ausgaben, möglichst hohe Förderung und Steigerung der Leistung.

Zu jedem Abschnitt werden einige praktische Anwendungsbeispiele gegeben, zum Teil mit völliger Fassung des Problems in Formeln.

Abschliessend wird auf die entscheidende Bedeutung von Vorausschau für die Führung eines Unternehmens hingewiesen.

INTRODUCTION

Dans son livre « A l'Ouest, rien de nouveau », l'économiste français J. Fourastié écrivait: « Le progrès technique est la cause fondamentale de l'augmentation du pouvoir d'achat », mais il ajoutait: « Rien n'est moins technique que les causes du progrès technique ». A l'analyse, il apparaît que l'une des causes dominantes de l'évolution technique, résulte de l'activité des industries, activité qui doit associer harmonieusement les aspects technique, économique, financier et humain des problèmes qu'elles doivent résoudre. L'aspect économique de la gestion d'entités importantes telles que les entreprises, a bénéficié des diverses techniques économiques élaborées au cours de ces vingt dernières années. Or on constate, et c'est un des buts de la présente note,

SUMMARY

The electrification and the mechanization of underground works in collieries give rise to economic problems.

In order to find the ideal solutions, it is essential to resort to economic techniques which, for over twenty years, have made tremendous progress, thanks to the use of the mathematical sciences and particularly mathematical statistics and the calculation of probabilities.

In one of the first paragraphs, the question of budgetary control is touched upon by an example of the assessment of the cost of production of a working place. Emphasis is laid on certain shortcomings in the administrative methods which, in particular, are not justifiable unless they produce decisions and which could not possibly prevail over the analyses carried out by the responsible authorities. The rest of the report is devoted to orthodox chapters on economical technique, and the subjects are as follows: amortizements, marginal costs, the problem of amortization, the determining of the ideal programmes, the management of stocks and market studies.

The last paragraph shows the importance of the electrification and mechanization of underground works by examining the following three aspects: minimum outlay, maximum output and increased productivity.

In each paragraph, some actual examples are quoted. Moreover, for some examples all the details of the problem are set forth.

In conclusion, emphasis is laid on the extreme importance of looking ahead in the management of the enterprises.

que la formulation de certains problèmes d'ensemble est directement transposable au niveau des services d'une entreprise, et qu'il est donc possible d'appliquer les techniques économiques à certains problèmes que l'on peut grouper sous le vocable de « microéconomie des entreprises ». Un second but de cette note est de montrer que l'on risque de ne pas résoudre les problèmes de microéconomie, en instaurant à l'échelle de l'entreprise, des analyses administratives tendant, par exemple, à déterminer a posteriori, des états de dépenses inutilement détaillés qui risquent d'avoir pour seul résultat de scléroser les éléments actifs par un accroissement du volume des travaux administratifs.

Il reste, avant d'aborder le sujet proprement dit, à formuler une remarque fondamentale sur le rôle des mathématiques dans la science économique. L'appli-

cation systématique des mathématiques à la science économique a permis, comme on pourra l'entrevoir dans la suite de l'exposé, de définir des techniques de gestion économique des entreprises. Mais il est d'autre part certain, que les techniques mathématiques ne seront que des outils, parfois nécessaires, pour concrétiser une pensée tournée vers la recherche de l'optimum économique. Et comme le disait M. M. Demonque, au cours d'une remarquable conférence prononcée le 14 novembre 1957 en Sorbonne : « Vous comprenez bien que, s'il suffisait de mettre les problèmes de l'entreprise en équation suivant des méthodes puisées dans des formules, ce serait tout de même trop simple ». C'est une des raisons qui m'ont conduit à éviter tout développement mathématique et à abuser de la citation d'exemples. Ce qui de plus, permet d'éviter des remarques analogues à celle formulée par Detœuf dans « Les propos de M. Barenton, confiseur ». « Lorsqu'un Ingénieur-Conseil fait appel à un jargon technique, il ne faut pas hésiter à le pousser dans ses retranchements, car l'on a alors devant soi un petit homme tout nu qui tremble ».

1. CONTROLE BUDGETAIRE

L'expression « Contrôle budgétaire » n'est, en fait, qu'une traduction trop littérale de son équivalent anglo-saxon (1). Cette traduction ne présenterait aucun inconvénient si elle ne définissait pas certaines méthodes « technocratiques » de contrôle administratif qui sont, de plus en plus, appliquées a posteriori dans certaines entreprises.

L'expression « Gestion prévisionnelle et contrôlée » reflète certainement mieux la réalité des applications d'Outre-Atlantique. En fait, cette technique de gestion est une généralisation de l'acte de comparaison entre le prix de revient prévisionnel et le prix de revient constaté d'une opération. On notera que certains spécialistes ont introduit dans le diptyque traditionnel « Programme-Exécution » un troisième élément qui est « l'Engagement », ou contrôle pendant l'exécution. On obtient alors les deux binômes « Programme-Engagement » et « Engagement-Exécution ». L'importance de la mise en application, dans un cadre administratif, de cette notion « Engagement » est indéniable, car elle est la seule qui, généralement, implique une action efficace entre l'élaboration du programme et sa réalisation définitive. On s'est limité, dans la suite, à l'examen du prix de revient prévisionnel et contrôlé d'un chantier. Il est certain qu'un tel prix de revient offre un intérêt considérable. On verra cependant que l'examen détaillé des dépenses entraînées par le matériel électromécanique, ne présente qu'un intérêt secondaire dans le cadre du chantier.

(1) Le verbe anglais « to control » signifie non seulement contrôler, mais également diriger.

11. Etablissement d'un prix de revient prévisionnel.

La méthode d'établissement la plus classique est celle qui consiste à attribuer par jour, à la section de production, le montant des dépenses suivantes :

- les salaires et charges afférentes ;
- les dépenses en amortissement et charges financières ;
- les frais de réparations et d'entretien ;
- les dépenses en énergie ;
- les dépenses en matières consommées.

On trouvera, en annexe, un exemple d'établissement d'un prix de revient prévisionnel dans le cas d'un chantier mécanisé (1).

L'annexe montre qu'il s'agit d'un chantier mécanisé à équipements classiques où le rendement minimise l'importance des dépenses en salaires. En résumé, on obtient pour les différents postes :

— salaires et charges afférentes	46.744 F
— dépenses en matériel (amort. et char. finan.)	12.005 F
— dépenses en réparations et entretien	4.698 F
— dépenses en énergie	2.002 F

Les dépenses en réparations sont un élément que l'on a parfois trop tendance à négliger. On ne saurait trop insister sur le fait que la rentabilité d'un grand nombre de machines dépend moins de leur amortissement que des frais d'entretien, des réparations et des conséquences des arrêts.

Si on exclut les dépenses entraînées par le soutènement, les matières consommées et la consommation d'énergie, l'examen du tableau montre que les dépenses en matériel électromécanique n'interviennent que pour 17 % du montant total.

12. Etablissement d'un prix de revient contrôlé.

Les dépenses en salaires, en matières consommées et en énergie ne posent, en principe, aucune difficulté et sont certainement justifiables d'un contrôle. Pour les dépenses en matériel, on se trouve devant une *impossibilité totale de contrôle administratif efficace*. Le cas le plus frappant est celui où la durée d'exploitation du chantier est de 1 1/2 an. Dans ce cas, et en tenant compte du fait que la majorité des dépenses de réparation ne pourra être chiffrée que plusieurs mois après l'arrêt du chantier, il ne sera possible de contrôler en temps utile qu'un mon-

(1) Le choix des différentes valeurs repose sur les éléments suivants : Pour les durées d'amortissements et les dépenses en réparation, on a généralement suivi les valeurs adoptées dans la littérature allemande traitant du matériel électromécanique du fond. Pour un certain nombre de matériels, l'expérience de notre collègue, M. Jennes, Chef du Service Mécanique du Fond, et la nôtre, nous a conduit à avancer certaines valeurs. Les dépenses en énergie sont établies pour un coût unitaire, de 0,58 F/kWh. Le personnel repris ne comprend pas le personnel de la station de chargement (ce cas se rencontre lorsque la station de chargement est commune à deux chantiers).

**DETERMINATION DU PRIX DE REVIENT JOURNALIER D'UN CHANTIER
EXPLOITE PAR TAILLE CHASSANTE**

1. *Caractéristique du chantier.*

Longueur de voies :	350 m	Avancement journalier :	2,00 m
Longueur de la taille :	150 m	Production journalière :	420 t
Puissance moyenne :	1,00 m	Rendement à veine :	12,5 t
Ouverture moyenne :	1,00 m	Rendement chantier :	5,18 t
		(Surveillance comprise)	

Organisation de l'abatage.

Poste I : déhouillement d'une allée de 1 m.
Poste II : déhouillement d'une allée de 1 m.
Poste III : havage avec un bras de 2 m de longueur.

2. *Coût de la main-d'œuvre (salaires et charges afférentes).*

Total : 46.744 F.

3. *Coût des matières consommées, de l'énergie et du matériel (amortissement, charge financière et réparation).*

Total : 18.705 F (voir détails ci-dessous).

Designation	Valeur à l'état neuf	Durée de vie	Amortissement et charge financière	Energie					Total	
				Réparation		Durée de fonctionnement	Consommation			
				% de la valeur neuve	F/jour					
1. Taille										
Abatage										
1 Haveuse	600.000	5	605	10	255	3	40	42	902	
50 Pics de havage	3.250	0,5	48	—	—	—	—	—	48	
170 m Câble de halage	5.100	0,5	75	—	—	—	—	—	75	
180 m Câble électrique souple	54.000	2	125	10	25	—	—	—	148	
1 Coffret de chantier	60.000	8	41	20	51	—	—	—	92	
14 Marteaux-piqueurs	42.000	5	67	20	36	1	60	35	158	
2 Marteaux-piqueurs	6.000	5	10	20	5	2	60	10	25	
150 m Tuyauterie souple complète	45.000	5	72	10	19	—	—	—	91	
	818.350		1.045		389			87	1.519	
Transport										
1 Tête motrice double complète	250.000	4	306	25	266	—	—	—	572	
1 Tête motrice simple complète	180.000	4	221	25	191	—	—	—	412	
2 Couloirs de raccordement	50.000	2	70	25	52	—	—	—	102	
95 Eléments complets	261.250	2	606	25	278	—	—	—	884	
95 Haussettes	142.000	2	329	25	151	—	—	—	480	
300 m Chaîne complète	150.000	1,5	458	20	128	—	—	—	586	
10 Cylindres-pousseurs	65.000	5	65	15	41	—	—	—	106	
3 Moteurs électriques 55 kW	120.000	10	69	20	102	15	35	520	691	
3 Coffrets de chantier	180.000	8	125	20	155	—	—	—	276	
240 m Câble électrique souple	72.000	5	115	10	51	—	—	—	146	
1 Commande à distance	50.000	5	50	5	6	—	—	—	56	
40 m Câble commande à distance	4.000	5	6	10	2	—	—	—	8	
	1.484.250		1.598		1.581			520	4.299	
Soutènement										
60 Piles de fer	84.000	1	379	—	—	—	—	—	379	
880 Etançons	1.056.000	4	1.294	10	449	—	—	—	1.743	
880 Bêles	880.000	4	1.078	10	374	—	—	—	1.452	
	1.844.000		2.751		823				3.575	
Signalisation										
1 Coffret de signalisation	40.000	8	27	20	54	—	—	—	61	
180 m Câble de signalisation	18.000	2	42	10	8	—	—	—	50	
25 Lampes de signalisation	75.000	4	92	20	64	22	0,04	8	164	
	153.000		161		106			8	275	
Injection d'eau en veine										
2 Pompes d'injection	42.000	8	29	10	18	—	—	—	47	
2 Cannes avec 6 m de flexible	4.600	5	7	5	1	—	—	—	8	
2 Perforatrices avec flexible	15.500	5	16	10	7	0,5	120	5	28	
150 m Tuyaux complets	17.800	10	10	5	4	—	—	—	14	
	79.900		62		30			5	97	
2. Voie de base										
Creusement et soutènement										
2 Perforateurs	48.000	4	59	20	41	1	240	20	120	
30 Scilmbes	—	—	90	—	—	—	—	—	90	
12 kg Explosif	—	—	720	—	—	—	—	—	720	
350 Cadres A	490.000	15	215	10	209	—	—	—	424	
1 Ventilateur 1,4 kW	15.000	10	9	10	6	24	1,4	12	27	
1 Coffret de commande	15.000	8	10	10	6	—	—	—	16	
20 m Câble 5 × 4 ²	1.200	2	5	—	—	—	—	—	5	
	569.200		1.106		262			32	1.400	
Transporteur blindé PFO (50 m)										
1 Tête motrice simple complète	180.000	4	220	25	191	—	—	—	411	
1 Station de retour complète	15.000	4	18	25	16	—	—	—	34	
1 Couloir de raccordement	15.000	2	35	25	16	—	—	—	51	
40 Eléments complets	110.000	5	175	25	117	—	—	—	292	
40 Haussettes	40.000	4	49	10	17	—	—	—	66	
130 m Chaîne complète	65.000	2	151	20	55	—	—	—	206	
1 Moteur 55 kW	40.000	10	25	20	34	18	25	157	214	
1 Coffret de chantier	60.000	8	41	20	51	—	—	—	92	
25 m Câble souple	7.500	5	12	10	5	—	—	—	15	

Transporteur blindé PFO (50 m)	569.200		1.106	262			32	1.400
1 Tête motrice simple complète	180.000	4	220	25	191	—	—	411
1 Station de retour complète	15.000	4	18	25	16	—	—	54
1 Couloir de raccordement	15.000	2	35	25	16	—	—	51
40 Eléments complets	110.000	5	175	25	117	—	—	292
40 Haussettes	40.000	4	49	10	17	—	—	66
130 m Chaîne complète	65.000	2	151	20	55	—	—	206
1 Moteur 33 kW	40.000	10	23	20	34	18	25	157
1 Coffret de chantier	60.000	8	41	20	51	—	—	92
25 m Câble souple	7.500	3	12	10	3	—	—	15
	532.500		724	500	—	—	157	1.381
2 Transporteurs à courroie 800 mm/150 m								
2 Têtes motrices complètes	240.000	6	207	15	153	—	—	360
300 m Infrastructure complète	450.000	10	261	10	191	—	—	452
2 Stations de retour	40.000	6	35	15	26	—	—	61
610 m de courroie	518.500	2	1.202	10	221	—	—	1.423
2 Moteurs 22 kW	60.000	10	35	10	26	18	17	214
2 Coffrets de commande	100.000	8	69	10	43	—	—	112
3 Equipements de déversement	21.000	3	33	10	9	—	—	42
	1.429.500		1.842	660			214	2.725
Tuyauteries et accessoires								
345 m Tuyaux Ø 150	75.900	15	33	5	16	—	—	49
345 m Tuyaux Ø 50	27.650	15	12	5	6	—	—	18
10 Pulvérisateurs	1.900	2	4	10	1	—	—	5
17 Prises d'eau	5.610	5	6	10	2	—	—	8
Accessoires de tuyauterie	10.000	15	4	10	4	—	—	8
	121.060		59	20				88
Distribution énergie électrique								
1 Transformateur 6/0,5 kV	300.000	15	131	1	15	—	—	144
1 Disjoncteur 6 kV	150.000	15	66	3	19	—	—	85
1 Dispersion 0,5 kV	100.000	10	38	5	21	—	—	79
400 m Câble armé 0,5 kV	80.000	8	35	—	—	—	—	55
150 m Câble armé 6 kV	22.500	8	15	—	—	—	—	15
Accessoires	50.000	10	29	5	11	—	—	40
	702.500		354	64				418
5. Voie de tête								
Creusement et soutènement								
2 Perforateurs	48.000	4	59	20	41	1	240	20
30 Scalmes	—	—	90	—	—	—	—	90
12 kg Explosif	—	—	720	—	—	—	—	720
350 kg Cadres A	490.000	15	215	10	209	—	—	424
1 Turbo-ventilateur	14.000	10	8	20	12	24	60	60
	552.000		1.092	262			80	1.434
Tuyauteries et accessoires								
345 m Tuyau Ø 100	75.900	15	33	5	16	—	—	49
345 m Tuyau Ø 50	27.650	15	12	5	6	—	—	18
Accessoires	10.000	15	4	10	4	—	—	8
	113.550		49	26				75
Remblayage								
1 Treuil	105.000	8	72	15	67	—	—	139
1 Moteur	53.000	8	36	15	34	1,5	1.200	76
1 Bac	10.430	4	13	10	4	—	—	17
3 Poulies	6.000	0,5	33	—	—	—	—	53
75 m Câble	1.125	0,09	33	—	—	—	—	53
	175.555		227	105			76	408
Transport								
2 Treuils	30.000	10	17	5	6	—	—	23
2 Moteurs 12 ch	20.000	10	12	5	4	0,5	600	25
350 m de câble	27.500	2	65	—	—	—	—	63
6 Wagonnets	66.000	8	45	15	42	—	—	87
	143.500		137	52			25	214
4. Divers								
Ventilation	—	—	—	—	—	—	—	222
Fuites d'air comprimé (10 m ³ /min)	—	—	—	—	—	—	—	376
							798	798
Total	8.710.665	—	12.005	—	4.698	—	2.002	18.705

tant partiel de 229 F sur un total de 10.194 F. D'où une première solution qui consiste à imputer les dépenses en matériel neuf directement en prix de revient. Les dépenses n'ont plus aucune signification du point de vue économique, mais le recours à cette méthode s'explique parfaitement sous l'angle de la comptabilité juridique. La deuxième solution consiste à identifier, pour le matériel, le prix de revient contrôlé avec le prix de revient prévisionnel. Cette solution n'implique pas nécessairement le recours à des méthodes complexes, mais toujours arbitraires, de répartition des dépenses. En fait, seule l'évaluation approximative, basée sur des statistiques internes de l'entreprise et effectuées au moment propice, c'est-à-dire généralement à l'avance, pourra être qualifiée d'outil dynamique de gestion. Ce qui précède peut être illustré par un examen rapide de l'aspect économique des dépenses en matériel et de son corollaire : les décisions.

121. Aspect économique.

Cet aspect économique résulte, en ordre principal, de la notion d'amortissement.

Pour la détermination du prix de revient prévisionnel du chantier, nous avons utilisé la méthode d'amortissement par annuités totales constantes. Cette méthode donne une idée suffisante lorsque l'on examine la rentabilité d'un chantier. Il est cependant nécessaire de souligner que cette méthode est à exclure lorsque l'on étudie l'évolution dans le temps d'une installation.

La seule méthode qui reflète exactement la situation de l'entreprise doit être basée sur l'évaluation exacte de la perte de la valeur de l'installation après chaque exercice. Les économistes ont essayé, et parfois réussi, à établir des méthodes de calcul qui tendent à tenir compte de la dépréciation réelle des installations. On ne s'étendra pas sur ces méthodes, mais on retiendra cependant l'idée fondamentale suivante : si les économistes se sont attachés à ne pas recourir systématiquement aux méthodes classiques, il apparaît que, si on doit, à un certain moment, chiffrer significativement les dépenses en matériel d'un chantier, seul, l'examen direct de la vétusté des installations permettra de prendre une décision. En fait, la méthode choisie s'approchera de la réalité économique si elle découle d'une étude détaillée de chaque type de matériel, et dire que « les coffrets de chantiers s'amortissent en cinq ans » ne signifie strictement rien.

122. Les décisions.

Envisageons une série de cas fréquents et voyons quel sera l'apport du prix de revient par chantier dans le choix des décisions.

1^{er} cas : Soit l'arrivée, simultanée ou non, des événements suivants :

- Lors d'un avancement d'un transformateur de chantier, une erreur de manutention entraîne la destruction du transformateur, d'où un coût de 300.000 F.
- Un incident mécanique provoque la destruction de 200 m de courroie, soit une perte de 170.000 F.
- Le transporteur d'une taille a subi des contraintes anormales lors du passage d'un dérangement géologique ayant affecté le toit de la veine sur une longueur de chasse de 30 m et il s'avère nécessaire de remplacer certains éléments dont le coût s'élève à 150.000 F.

On voit que l'arrivée de ces événements entraîne une augmentation du prix de revient du chantier qui ne signifie rien du point de vue conduite du chantier. Et les décisions résultant de ce genre d'incidents doivent être prises avant la parution, en fin de mois, du prix de revient analytique.

2^e cas : Quelques jours avant l'arrêt du chantier, on constate qu'il serait peut-être indiqué de remplacer tel matériel. La décision optimum résultera d'une rapide estimation économique de l'opération, dont la conclusion dépendra de la nature du matériel (courroie ou chaîne de transporteur) et du programme de récupération et d'utilisation ultérieure. L'apport du contrôle budgétaire est nul.

3^e cas : L'équipement d'un chantier est réalisé, en grande partie, par la récupération du matériel d'un autre chantier. Voilà un beau problème d'écritures de répartition de frais. Mais comment répartira-t-on les frais des réparations à venir ?

4^e cas : La détermination de la longueur optimum d'un front de taille devra être l'objet d'une analyse plus poussée que celle qui permet généralement l'établissement d'un prix de revient, même prévisionnel.

5^e cas : Il s'agit ici de la décision qui consiste à arrêter un chantier. A ce moment, on doit comparer le prix de revient du chantier à une dépense maximum admissible par tonne, soit :

$$[(\text{Salaires} + \text{Matières premières} + \text{Energie} + \text{Matériel}) / \text{Production}] < \text{Dépenses par tonne.}$$

Or, comme l'a démontré ce qui précède :

- 1^o) les dépenses réelles en matériel ne peuvent être estimées que par un examen direct effectué par un spécialiste :
- 2^o) une augmentation, due aux conditions locales, de 30 % des frais en matériel, ne correspondra qu'à une majoration de quelques pourcents sur le total du numérateur, et il est évident que les variations des premiers termes du numérateur et du dénominateur seront prépondérantes.

L'on voit difficilement, dans cet exemple, quel sera le rôle du contrôle budgétaire administratif appliqué au matériel électromécanique.

En fait, en poussant un peu l'analyse, il apparaît que c'est le second membre de l'inégalité qui est difficile à définir. Ce second membre est, en effet, une fonction de la politique générale de l'entreprise et du cas particulier envisagé.

Dans ce paragraphe, on a abordé le problème de la détermination du coût du matériel électromécanique. Cette détermination n'exige pas l'application d'une « nouvelle » méthode de gestion de la technique économique. On a abordé explicitement certaines notions fondamentales, telles que celles d'amortissement et d'études statistiques. La notion de coût marginal n'a pas été explicitée mais en fait le prix de revient que l'on a établi en annexe pourrait être défini comme représentant le coût marginal du chantier considéré. En dehors de ces premiers éléments, la gestion du matériel électromécanique peut nécessiter le recours à, ou être influencé par d'autres outils de la technique économique : la théorie des investissements, la détermination des programmes optima, les études de marché, la gestion des stocks. Les paragraphes suivants seront consacrés à l'examen de ces quelques points. Un premier paragraphe sera consacré à la statistique qui nous paraît être un support indispensable à toute étude économique valable. Dans le dernier paragraphe, on s'attachera à définir l'importance du matériel électromécanique du fond dans la vie économique d'une société charbonnière et, de cette importance, on conclura ou non, à la nécessité de recourir à la technique économique.

2. STATISTIQUE MATHÉMATIQUE

L'omission dans le titre de ce paragraphe du mot « Statistiques » et son remplacement par l'expression « statistique mathématique » nécessite la remarque suivante. Dans la majorité des applications, on rencontre trop souvent le mot « statistique » accolé à l'établissement de valeurs moyennes obtenues en empilant, sans discernement, une série d'éléments. C'est cette constatation qui a fait dire au statisticien anglais J. Moroney : « Less time collecting and more time analysing ».

A ce concept de valeur moyenne, on peut opposer les aspects suivants que l'on rencontre dans de nombreux cas pratiques de gestion de matériel et qui sont les plus intéressants.

21. Etude d'une population importante.

Soit à déterminer une caractéristique d'une population dont il est impossible ou onéreux de déterminer la valeur pour chaque élément. La seule méthode consiste alors à :

- choisir un sous-ensemble de la population et en déterminer sa dimension ;
- déduire des caractéristiques du sous-ensemble, les caractéristiques de la population étudiée.

Le premier point nécessite l'utilisation de la théorie de l'échantillonnage. Le second implique le recours de la théorie de vérification des hypothèses. L'utilisation de la technique de l'échantillonnage peut apparaître, à certains, d'un intérêt limité. Cependant on constate que, même lorsque le dénombrement complet est possible, il est souvent préférable de recourir à l'échantillonnage, pour déterminer ou vérifier les caractéristiques d'une population. C'est d'ailleurs cette raison qui a amené le Bureau de Recensement des Etats-Unis à se servir d'un échantillon pour vérifier la validité du Recensement décennal.

22. Détermination d'une distribution.

Le raisonnement, sur les seules valeurs moyennes, implique la méconnaissance du rôle capital de l'écart type ou mieux de la distribution exacte. Les deux exemples suivants mettent ce rôle en évidence. Considérons, comme premier exemple, les charges financières entraînées par une série d'équipements identiques. Un examen attentif montre que le volume des charges financières est déterminé par la décroissance réelle de la valeur de chaque équipement, et non pas, par le nombre d'équipements que l'on remplace chaque année. Le deuxième exemple traite de la capacité d'un élément constitutif d'un ensemble complexe de transport que l'on caractérise souvent par une valeur moyenne. Et l'on déduit parfois que l'installation n'est pas saturée parce que la production évacuée est inférieure à la valeur moyenne de chaque engin. Ce raisonnement exclut le rôle fondamental joué par le fait que la production implique nécessairement des arrêts qui peuvent se traduire, dans le cas d'un nombre important d'engins en série et de production irrégulière, par une production réelle maximum bien en dessous de la production moyenne « théorique ». Or, ces arrêts obéissent à une loi statistique de distribution qu'il est intéressant de connaître.

Parmi les lois analytiques les plus usuelles, on peut citer : la distribution normale, la distribution de Gibrat, la distribution de Pareto, la distribution de Poisson, la distribution exponentielle, la distribution d'Erlang-K, la distribution hyperexponentielle, les chaînes de Markov, la distribution binomiale.

Un exemple d'application des lois de distribution est celui des pannes d'équipements. Un examen de la nature des pannes montre qu'elles peuvent être classées en deux catégories : les pannes dues à l'usure et les pannes dues au hasard. La répartition dans chaque catégorie obéit à une loi de distribution

déterminée. La distinction entre ces lois est d'une importance fondamentale si l'on veut résoudre le problème de l'entretien.

On notera que, pour l'étude des problèmes dont les variables ne suivent pas une loi analytique, il existe diverses techniques dont certaines sont en pleine évolution, mais qui nécessitent généralement l'utilisation d'ordinateurs électroniques.

23. Corrélation.

Un exemple abusif de la corrélation nous semble une des causes fondamentales de la méfiance professée vis-à-vis des statistiques. Disraeli n'a-t-il pas énoncé que la statistique était l'une des formes du mensonge ? C'est ainsi qu'une corrélation positive entre l'augmentation de la production et le degré de mécanisation peut s'expliquer de deux façons :

- la mécanisation permet d'augmenter le niveau de la production ;
- la direction a décidé d'investir en matériel de mécanisation un pourcentage déterminé du coût de l'unité produite.

En dehors de cas extrêmes qui résultent, soit d'une méconnaissance volontaire de la réalité, soit que les personnes chargées d'interpréter les relevés statistiques ne sont pas en contact avec les réalités, il est certain que la corrélation permet, dans de nombreux domaines, de déterminer le degré des liaisons qui existent entre les variables représentatives de divers phénomènes.

On rencontre de tels problèmes lors de l'examen des résultats entraînés par la modification ou le remplacement d'un équipement.

24. Pondération.

La pondération, dont l'application est fréquente dans la détermination des indices économiques, résulte de ce que l'on ne peut accorder la même importance absolue aux différents facteurs intervenant dans l'étude d'un problème. L'exemple suivant a été l'objet d'un examen dans une Commission groupant les responsables des services d'entretien de diverses sociétés. Le but était de comparer les effectifs du personnel d'entretien. On s'est rapidement rendu compte de la difficulté d'établir des conclusions valables. Une méthode d'approche aurait été d'estimer les parts respectives des différents équipements dans le montant total des heures de prestation du personnel. Si une analyse détaillée ne présente guère d'intérêt dans des comparaisons inter-entreprises, elle peut cependant être fructueuse pour estimer le degré d'activité d'un personnel dans différentes sections d'une entreprise. L'utilisation d'une telle méthode présenterait un intérêt certain si l'on instituait un système de primes pour le personnel électromécanicien.

Les méthodes de la statistique mathématique présentent un intérêt indéniable dans l'étude de nombreux problèmes tels que : l'étude des pannes d'équipement, la détermination de la longévité des équipements, l'étude des pertes dans les réseaux de distribution énergétique, l'étude des essais de réception, la détermination de la capacité d'un dispositif de transmission, le choix d'un critère indiquant l'usure d'un équipement, etc...

3. COÛTS MARGINAUX

Par définition, le coût marginal est l'augmentation ou la diminution des dépenses, lorsque la production varie d'une unité en plus ou en moins.

Un des exemples classiques d'application de la notion de coût marginal est celui de la tarification de l'énergie électrique. En négligeant certaines distinctions de second ordre, on peut décomposer les dépenses totales d'une centrale thermique en deux termes : le premier terme comprend les dépenses fixes qui existent, même lorsque la centrale ne débite aucune énergie ; le deuxième terme, variable, est proportionnel à l'énergie produite et on peut, en première approximation, l'identifier aux frais en combustibles.

Considérons maintenant le cas d'une entreprise constituée, d'une part, d'une centrale thermique et, d'autre part, d'un siège d'exploitation, consommateur unique de l'énergie débitée par la centrale. Vu ce qui précède, il est évident que le coût d'une modification relativement faible de la consommation d'énergie de l'entreprise, doit être déterminé en tenant compte uniquement de la variation du second terme. On obtient ainsi le coût marginal du kWh. Par contre, il est plausible de comptabiliser, dans le prix de revient de l'énergie consommée par l'entreprise, les frais fixes et proportionnels.

On doit cependant remarquer que, même pour cet exemple simple, une application sans précaution du coût marginal défini ci-avant, peut être dénuée de signification économique. C'est ainsi que les cas ci-après nécessitent un examen approfondi :

- l'énergie électrique non consommée est susceptible d'être vendue à l'extérieur de l'entreprise ;
- la modification envisagée entraîne un dépassement de la capacité de la centrale (ce cas, ainsi que le suivant, nécessitent le recours à un coût marginal de pointe) ;
- la modification envisagée oblige à la remise en route d'un ancien groupe de la centrale ;
- la modification porterait sur une diminution tellement importante que l'on risque de s'écarter de la plage de fonctionnement optimum ;
- le combustible brûlé dans les chaudières est disponible et n'est susceptible d'aucune autre utilisation,

Pour la détermination du coût marginal, on s'accorde généralement à reconnaître que l'étude technique devrait conduire à l'évaluation la plus exacte. On objecte cependant que la sous-estimation des dépenses ou la surestimation des économies est une tendance naturelle. De plus, il existe, pour l'esprit humain, des difficultés réelles d'envisager les répercussions de ses décisions. Considérons le cas d'un siège où l'on envisage de modifier le nombre et la qualité des engins de coupure du réseau haute tension, et ce, afin d'éliminer certaines pertes de production qu'on impute à la configuration actuelle du réseau. Les postes principaux de l'étude économique seront, d'une part, les dépenses entraînées par la nouvelle installation et, d'autre part, le montant de la diminution de la production due à la vétusté de l'installation. Or, en cas d'incidents, le responsable de l'exploitation aura tendance à majorer le montant de la diminution de la production et le responsable du service électrique attribuera l'entièreté de ce montant à la vétusté de l'installation. De plus, l'étude ne tiendra généralement pas compte que l'augmentation du nombre d'engins de coupure plus complexes élève la probabilité de défaillance, ou que l'adoption de nouveaux appareils entraîne un certain nombre d'erreurs de la part du personnel responsable et une majoration des durées de dépannage. Or ces dépenses supplémentaires, vu le jeu de l'actualisation, interviennent d'une manière, pas toujours négligeable, dans le bilan total.

La notion du coût marginal ou plus généralement de « l'analyse marginale » est une des méthodes les plus utiles que la technique économique met à la disposition des responsables, car elle s'adapte très bien au choix des décisions courantes.

Pour conclure, il n'est pas inutile d'insister sur le fait que, si les coûts marginaux possèdent l'avantage d'être une notion économique simple, en contrepartie, on devra limiter leur utilisation aux problèmes où ils sont applicables et, en particulier, on définira s'il s'agit d'un coût à court, à moyen ou à long terme.

4. PROBLEMES D'INVESTISSEMENTS

Il n'est nullement question ici d'examiner les problèmes d'investissements importants où, généralement, le matériel électromécanique n'intervient que comme élément parfois d'importance secondaire. Pour ces investissements, les dépenses entraînées par l'acquisition, l'entretien et le remplacement de ce matériel, seront introduites sous forme actualisée. La difficulté réelle de ce qu'on appelle généralement une décision d'investissement, ne réside d'ailleurs pas dans la réalisation d'un investissement considéré isolément, mais bien dans le choix à faire dans une gamme d'investissements. Pour l'élément électromécanique, une des difficultés majeures sera donc de

déterminer les valeurs et les époques des différentes dépenses et de là, à choisir l'investissement à réaliser à une certaine date. Il existe, dans le domaine propre du matériel électromécanique, deux types d'investissements qu'on rencontre fréquemment et qui sont :

- les investissements de remplacement, qui substituent un équipement neuf à un équipement vieilli ;
- les investissements de modernisation, destinés à abaisser les coûts.

En pratique, ces deux types sont parfois liés.

En dehors de l'aspect banal des études de remplacement, qui consistent à comparer, à une époque déterminée et pendant une période de une ou de deux années, les coûts entraînés par la conservation d'un équipement ancien ou son remplacement par un équipement identique mais neuf, il existe trois aspects fondamentaux qui sont :

- l'influence du progrès technique ;
- l'engagement que constitue une décision de remplacement ;
- l'importance d'une politique prévisionnelle.

L'influence du progrès technique devient de plus en plus prépondérante dans les problèmes de remplacement. Le diptyque « remplacer ou ne pas remplacer » ne possède pas de solution élémentaire car on devra tenir compte, dans la comparaison, des coûts futurs de l'équipement de remplacement : coûts futurs qui seront fonction du progrès technique qui déterminera la durée de vie économique de l'équipement de remplacement.

Une décision de remplacement constitue un engagement. Cette phrase signifie que, si on a choisi une époque déterminée pour remplacer un équipement vieilli par un équipement neuf, on fixe automatiquement l'époque de remplacement du nouvel équipement. On voit immédiatement apparaître le problème. Vaudrait-il mieux postposer d'un an le remplacement et ainsi profiter d'un équipement plus moderne ? La réponse à cette question sera d'autant plus adéquate que la décision résultera d'une meilleure perception des progrès techniques à venir.

L'importance d'une politique prévisionnelle résulte déjà du point précédent, mais également du fait que, généralement, la comparaison classique effectuée à une époque déterminée conduit, dans de nombreux cas, à maintenir à l'état neuf d'anciennes installations dont la suppression ne conduirait pas à une diminution sensible des dépenses. Par contre, l'établissement de programmes prévisionnels d'entretien et de réparation, tenant compte de l'évolution technique probable, conduira, dans de nombreux cas, à mettre en évidence la nécessité d'abandonner tel type d'équipement.

5. DETERMINATION DES PROGRAMMES OPTIMA

La technique de détermination des programmes optima a subi, ces quinze dernières années, un développement remarquable grâce à l'utilisation de méthodes groupées sous le vocable de « Recherche opérationnelle ». Après une tentative infructueuse, je pense qu'il est actuellement impossible d'établir une classification valable des méthodes ou des travaux de la recherche opérationnelle. Cette difficulté de classification résulte, entre autres causes, de la diversité des méthodes et sujets traités ainsi que de l'évolution de cette technique. C'est ainsi que l'on trouve des problèmes aussi divers que : l'absentéisme, le contrôle de la qualité, les études de marché, l'organisation de la production, les accidents, les transmissions, etc... En dehors de ces problèmes classiques, on envisage l'utilisation de cette technique à la définition de problèmes sociologiques, politiques ou sociaux, à l'échelle nationale. On peut avancer que certains problèmes techniques nécessitent des études s'inspirant de l'esprit de la recherche opérationnelle.

Dans le cadre limité de cette note, on examinera deux méthodes parmi les plus usuelles et qui s'appuient sur :

- la théorie des programmes linéaires ;
- la théorie des files d'attente.

51. Théorie des programmes linéaires.

L'application la plus connue, et qui sera illustrée par un exemple élémentaire, est celle des problèmes de transport. Soit une société charbonnière dont l'extraction, réalisée dans quatre sièges : S_1 , S_2 , S_3 et S_4 , est expédiée dans deux triages : T_1 et T_2 .

Représentons par :

- x_{ij} la quantité, en tonnes de charbon, transportée du siège i au triage j ;
- c_{ij} le coût du transport d'une tonne de i en j ;
- k la différence, supposée ici identique et exprimée en F/t, entre le prix de revient au départ des sièges et le prix de vente. La décision optimum consiste à déterminer les x_{ij} de manière à rendre maximum la fonction :

$$G = \sum (k - c_{ij}) x_{ij} \quad [1]$$

qui représente le profit de l'entreprise.

Les capacités maxima d'extraction et de traitement du charbon brut permettent d'imposer aux quantités transportées une série de conditions. L'ensemble de ces conditions et l'équation [1] forment un système linéaire. Ce système est indéterminé et, par ce fait, il est impossible de le résoudre par la méthode classique d'élimination. Diverses méthodes de réso-

lution ont été mises au point. Vu leurs difficultés, elles ne seront pas envisagées dans le cadre de cet exposé.

Les programmes linéaires permettent d'aborder certains problèmes de transport, de répartition, de stockage, de mélange, d'investissement. Dans de nombreux problèmes, la pluralité des facteurs et des produits nécessite l'utilisation des programmes linéaires qui, seuls, permettent l'étude de problèmes qui peuvent comporter des centaines d'inconnues. La théorie des programmes linéaires, dont on vient d'illustrer le principe, forme actuellement un ensemble cohérent et presque définitif. Les hypothèses restrictives de cette théorie limitent le volume de ses applications. C'est pourquoi on assiste, ces dernières années, à un développement de la théorie de la programmation dont les programmes linéaires classiques ne constitueront bientôt plus qu'un chapitre introductif, bien que fondamental. Parmi les points marquants du développement de la théorie de la programmation, on peut signaler :

- les programmes linéaires paramétriques où certaines données, qui étaient supposées constantes dans la théorie classique, sont maintenant des paramètres ;
- les programmes linéaires séquentiels qui résultent du fait que, dans de nombreux problèmes, on rencontre des éléments répétitifs dans le temps ;
- les programmes non linéaires, soit partiellement, soit totalement ;
- les programmes discrets qui s'appliquent aux cas fréquents où certaines variables ne peuvent prendre qu'un nombre limité de valeurs entières (par exemple 0 ou 1).

52. Théorie des files d'attente.

Dans ces problèmes, on considère des unités qui se présentent en des points déterminés pour recevoir un service défini. C'est par exemple le cas des machines à réparer qui arrivent à un atelier. Le nombre de machines qui tombent en panne est une variable aléatoire et on essaie de déterminer l'importance à donner au service de réparation. Ici, on devra rendre minimum une fonction qui tiendra compte, d'une part, des dépenses de l'atelier et, d'autre part, du coût des immobilisations. On peut, dans ce cas, introduire une variable priorité. Les méthodes purement analytiques permettent de traiter un certain nombre de problèmes de files d'attente relativement simples. Lorsque les distributions des temps d'arrivée et des durées de service ne sont pas susceptibles d'être décrites mathématiquement de façon simple, on doit alors résoudre les problèmes par une méthode de simulation avec l'aide des techniques suivantes : technique de Monte-Carlo, méthodes de paris, méthode de jets, processus stochastiques.

La méthode de simulation s'est développée depuis que les ordinateurs électroniques sont capables d'effectuer des opérations avec des temps unitaires de l'ordre de la microseconde et qu'ils possèdent des mémoires volumineuses. Le transport du charbon, depuis le chantier jusque la sortie du siège, est un des problèmes classiques traités par simulation. L'ensemble des convoyeurs, des berlines, des locotracteurs et des cages, forme un dispositif d'acheminement impliquant, par sa structure, un système complexe d'attente. Le problème peut prendre divers aspects. On peut ainsi déterminer le parc des berlines et de locotracteurs dont il convient de disposer, ou on peut essayer de déterminer la méthode optimum d'organisation du transport (nombre de berlines constitutives de rames, horaires à prévoir pour les locotracteurs...). L'aspect économique d'un tel problème est évident et le but de l'étude sera de minimiser le coût global.

La technique de détermination des programmes optima peut être utilisée pour résoudre de nombreux problèmes parmi lesquels on peut citer dans le domaine du matériel électromécanique : la nature et le nombre de pièces de rechange à placer dans des sous-magasins, l'organisation des transports des pièces avariées, l'établissement d'un planning de révision, le nombre de personnes à attribuer à un service d'entretien, etc...

Pour convaincre les sceptiques — il en existe toujours — de l'intérêt des études poussées pour de tels problèmes, on peut définir le dernier problème en les termes suivants : Comment déterminer le salaire maximum admissible à attribuer à un minimum de spécialistes électromécaniciens, compte tenu que l'on doit, avec des probabilités données, assurer :

- une continuité de l'exploitation ;
- une organisation optimum des travaux et visites à effectuer ;
- un niveau maximum d'heures supplémentaires (valeur de pointe et valeur moyenne) ;
- une stabilité du personnel spécialisé.

6. GESTION DES STOCKS

Il est bien connu qu'une gestion non correcte des stocks conduit, soit à des dépenses importantes par suite du capital immobilisé, soit à des défaillances dans les livraisons ou la production. A l'exception de quelques cas très particuliers, le problème de la gestion des stocks est complexe, car très souvent il est lié au problème de la production. Un exemple typique de liaison se rencontre dans la détermination du niveau optimum de la production de charbon. Cette détermination doit en effet tenir compte :

- d'une demande de charbon qui est une variable aléatoire ;

- d'une mise et reprise en stock très onéreuse ;
- d'une impossibilité de modifier rapidement la production.

En ce qui concerne le matériel électromécanique du fond, il existe également une liaison entre les deux termes : stockage et production. On notera que le caractère de cette liaison est d'ailleurs variable suivant la nature du problème étudié. De toute manière, les données du problème sont : le coût d'achat, le coût de stockage, le coût d'acquisition, le coût de défaillance, la loi de probabilité de la demande et la loi de probabilité du délai de fourniture. Les coûts classiques d'achat, de stockage et d'acquisition nécessitent les remarques fondamentales suivantes. On doit tenir compte :

- pour le coût d'achat, d'une éventuelle réduction du prix, en fonction de la taille de la commande ;
- pour le coût d'acquisition, d'un terme parfois prépondérant, qui est celui du coût entraîné par l'obtention d'une pièce particulière à un endroit déterminé.

Quant aux coûts de stockage et d'acquisition, il s'agit de coûts marginaux, ce qui, dans un problème d'ensemble, peut nécessiter le recours à une méthode itérative.

On voit donc qu'une définition correcte de ces coûts nécessite un certain nombre de précautions. Cette constatation, jointe aux difficultés de définir les coûts de défaillance et la loi de la demande, sont des raisons fondamentales pour lesquelles on devra écarter les procédés simplistes de détermination de la politique de stockage. L'application de ces procédés au cas du matériel électromécanique ne peut conduire qu'à des gains fictifs. Je crois que, seul, un examen approfondi peut conduire à une politique optimum de gestion des stocks. Cet examen, pour être fructueux, devra porter entre autres sur les aspects suivants : pièces transportables manuellement ou pas, endroits de stockage (chantier, étage, siège, magasin central ou fournisseur), durée des transports au fond et à la surface, temps de démontage et de remontage, durée de la localisation d'un défaut, choix d'une pièce ou d'un ensemble, probabilité de défaillance, coût de la défaillance, etc... En remplacement des formules simplistes, on devra, dans certains cas, tenter d'établir des solutions contenant un ou plusieurs paramètres. En général, on attribuera à ces paramètres des valeurs moyennes, pour parfois s'en écarter, afin de tenir compte de conditions particulières.

7. ETUDES DE MARCHÉ

En tant que consommateurs de matériel électromécanique, les entreprises charbonnières sont soumises à des études de marché. Nous sommes actuel-

lement défavorisés par l'action simultanée et complémentaire des deux facteurs suivants :

- le manque de confiance en l'avenir de l'industrie charbonnière ;
- le haut niveau d'activité des industries produisant du matériel électromécanique.

Il est inutile de s'étendre sur le premier point ; il est indéniable que le manque de confiance existe et il suffirait, pour le mettre en évidence, de relever le nombre de représentants visitant les sociétés charbonnières avant et depuis le début de la crise, ou le nombre d'articles ayant trait à l'industrie charbonnière et publiés dans les revues de constructeurs.

Le deuxième point résulte d'une remarque dégagée par de nombreux économistes qui soulignent que les fluctuations économiques se traduisent par des amplitudes plus fortes des oscillations de l'activité des industries produisant des biens d'équipement. Or, on constate que l'existence de nouveaux débouchés (pays sous-développés, développement de secteurs industriels nouveaux, accroissement de la mécanisation) concourt à un développement des industries produisant des biens d'équipement. Si ces industries ne freinent pas cette croissance, on risque de voir apparaître la crise, deuxième phase classique des cycles économiques. C'est la raison fondamentale pour laquelle l'industrie des biens d'équipements n'a pas toujours intérêt à augmenter son potentiel de production (recherches, extension de fabrication), car elle risque de dépasser sa capacité optimum. Sous l'angle limité de l'intérêt de l'entreprise, on peut conclure qu'une industrie n'acceptera une nouvelle recherche ou la mise en fabrication d'un nouveau bien que si une étude de marché leur attribue un intérêt certain. Ceci est d'autant plus grave que nous devons actuellement nous tourner de plus en plus vers des techniques qui sont loin d'être l'exclusivité des fabricants traditionnels de matériel minier.

En dehors des améliorations marginales, tout développement technique important nécessite un minimum de disponibilités qui semblent actuellement réservées à certaines activités telles que celle de l'obtention du kW atomique. L'Assemblée Nationale Française n'a-t-elle pas voté un crédit supplémentaire de 200 millions de nouveaux francs pour l'usine atomique de Pierrelatte.

Tout ce qui précède ne présente un intérêt que s'il reste des problèmes à résoudre. La liste suivante ne comporte que des problèmes actuellement possibles mais dont les applications, lorsqu'elles existent, sont d'un coût exorbitant et sont à considérer comme des curiosités :

- le disjoncteur antidéflagrant, haute tension à télécommande par servo-moteur et à déclenchement sélectif en cas de défaut de terre ;

- les coffrets de commande des engins de faible puissance avec protection contre les défauts de terre, qui présentent une nécessité dans le cas des pompes d'exhaure de faible puissance ;
- les commutateurs de téléphonie automatique à relais statiques qui permettraient d'obtenir, entre autres avantages, des circuits de sécurité intrinsèque ;
- la commande hydraulique ;
- la pompe immergée capable d'un débit de 100 m³/h sous une hauteur manométrique de 1.000 m et qui devrait être alimentée à 6.000 V ;
- les dispositifs de télécommande et de télémessure ;
- les applications des matières plastiques.

Il existe également de nombreux problèmes qui touchent encore plus directement aux méthodes d'exploitation et on ne peut ici que souligner le remarquable effort réalisé, depuis cinq ans, par l'industrie minière anglaise, qui oriente ses recherches vers de nouvelles méthodes dont la réalisation pose de nombreux problèmes technologiques et sociologiques.

Enfin, et plus généralement, on regrettera de ne pas voir, dans l'industrie minière, les premières tentatives d'applications du contrôle des processus de fabrication par ordinateur analogique ou numérique. Ce problème a fait l'objet d'études très avancées et même de réalisations dans de nombreux secteurs, tels que ceux des produits chimiques, de l'acier, des matières plastiques, du pétrole, du ciment et de la production d'énergie électrique. Les premières expériences ont prouvé la rentabilité de ces techniques qui seraient d'ailleurs applicables à certaines activités de l'industrie minière.

8. IMPORTANCE D'UNE GESTION OPTIMUM DU MATERIEL ELECTROMECHANIQUE

Quelques méthodes usuelles de la technique économique ont été décrites dans les paragraphes précédents. L'importance des problèmes relatifs à l'électromécanisation des travaux souterrains, justifie-t-elle le recours à ces méthodes ? La réponse à cette question est développée dans ce paragraphe où l'on traitera séparément, pour la facilité de l'exposé, les trois aspects fondamentaux suivants :

- la minimisation des dépenses ;
- la maximisation de la production ;
- l'accroissement de la productivité.

Les données numériques ci-après se rapportent au cas d'une société charbonnière réalisant une extraction journalière de 5.000 t dans des chantiers à degré de mécanisation traditionnel.

81. Minimisation des dépenses.

On peut estimer que les dépenses entraînées par l'électromécanisation des travaux souterrains varient entre 100 et 150 F/t suivant le degré de mécanisa-

tion. Or, pour une somme identique de services demandés, on peut enregistrer, suivant le niveau de qualité de la gestion, des variations comprises entre $\pm 25\%$ d'une valeur moyenne que nous estimerons à 100 F. Dans des conditions, on peut caractériser l'écart entre deux gestions de qualités extrêmes, par un coût annuel d'environ : 60.000.000 F.

82. Maximisation de la production.

Ici aussi on peut caractériser l'écart entre deux activités extrêmes par un écart du revenu de l'entreprise qui peut s'élever à plusieurs dizaines de millions pour atteindre parfois quelques centaines de millions.

83. Augmentation de la productivité.

L'importance de ce point justifie les développements ci-après. Tout le monde s'accorde à reconnaître que l'augmentation de la productivité est liée, en ordre principal, aux deux facteurs : planification et mécanisation.

La planification joue certainement un rôle fondamental, tant dans la solution des problèmes d'ensemble que dans les questions de détails. L'examen de ce facteur dépasse le cadre de l'exposé et on soulignera seulement qu'il joue un rôle décisif pour l'établissement d'une ambiance favorable à la résolution optimum des problèmes posés aux responsables de la gestion du matériel électromécanique du fond. L'augmentation de la productivité, entraînée par la mécanisation, est évidente et on se référera, à ce sujet, aux résultats obtenus dans le domaine du creusement des travaux préparatoires. La mécanisation peut, non seulement jouer un rôle fondamental dans l'augmentation de la productivité traditionnelle dont la mesure est exprimée en unités bien définies, telles que : le poids, le temps, le franc, etc..., mais elle peut également contribuer à l'augmentation d'une « productivité généralisée » qui tient compte, non pas d'un facteur humain, mais de l'être humain.

Cette notion de productivité généralisée, difficile à chiffrer — les sociologues s'y attachent — pourrait être traduite, dans le cas de la mécanisation, par l'importance du facteur « homme » dans le complexe « homme-machine ». Il est de plus certain, qu'à moyen terme, l'augmentation de cette productivité généralisée marque une corrélation pratiquement unitaire avec la productivité traditionnelle.

Pourquoi cet aspect humain à propos de la mécanisation ?

La réponse à cette question est illustrée par les trois exemples suivants que soulignent les trois étapes fondamentales de toute mécanisation et traitent du problème particulier de l'évacuation du charbon par berlines.

Lors de l'utilisation de la traction animale, chaque conducteur conduisait un cheval tractant une dizaine de berlines d'un poids unitaire relativement faible. L'ouvrier dominait entièrement sa « machine » et le poids des berlines lui permettait de faire face à la plupart des situations qui se présentaient à lui.

L'évacuation du charbon a ensuite été assurée au moyen de locomotives tractant des wagonnets relativement lourds. Si on suppose que le roulage s'effectue sur un raillage de médiocre qualité, on constate que l'homme est dominé par la mécanisation, bien que sa responsabilité soit devenue plus importante. En effet, l'homme risque d'être démuné de moyens d'action devant la majorité des accidents techniques tels que : déraillements et pannes à la locomotive.

Dans un stade final, l'ensemble des moyens de traction est télécommandé par un préposé et la probabilité d'accidents techniques est pratiquement nulle. De plus, et ceci est important, l'ouvrier possède la qualification nécessaire pour entretenir l'installation de commande ou mieux la dépanner. L'homme a retrouvé sa primauté, il domine la mécanisation.

De telles considérations font apparaître, à côté du simple aspect économique, l'aspect humain. Dans des études économiques, on peut parfois tenir compte de cet aspect humain en imposant à la solution un certain nombre de contraintes ou conditions aux limites.

9. CONCLUSIONS

Au début de cet exposé, on a tenté de montrer que l'application la plus fréquente du contrôle budgétaire, qui est la répartition des frais suivant des sections de production, n'apporte aucune solution aux problèmes posés par la gestion du matériel électromécanique du fond. On n'a pas essayé d'appuyer cette démonstration sur l'idéalisation d'un système, car il n'a été proposé aucun système de remplacement. On a tenté de montrer, au contraire, l'importance du recours à des techniques multiples, mais qui permettent de résoudre un certain nombre de problèmes en tenant compte de leur aspect réel. Je pense que l'on peut caractériser l'application de méthodes « toutes faites » comme suit :

- elles satisfont l'esprit de ceux qui les ont implantées dans l'entreprise ;
- elles nécessitent un recours minimum à la réflexion ;
- elles tendent à supprimer totalement le risque (suppression dont Pascal et plus récemment

E. Borel, ont démontré l'impossibilité) :

— elles restent dans la ligne de deux siècles de comptabilité traditionnelle qui a tenté, en vain, de chiffrer le potentiel économique d'une société à deux décimales près, alors que, généralement, l'écart entre le calculé et le réel s'élève à des dizaines de millions de francs.

Dans le domaine du matériel électromécanique, il est plus utile de tourner ses efforts, non pas sur une classification par centre d'utilisation, mais bien sur une classification par nature. Un tel effort doit tendre, en particulier, à ne pas jeter pêle-mêle les dépenses entraînées par l'entretien, les grosses réparations, les renouvellements, la modernisation, la non-utilisation, etc... Seul, un tel effort, associé à de multiples conditions connexes, permet de définir le coût réel de l'électromécanisation des travaux souterrains. De plus, les valeurs moyennes tirées des études statistiques propres à l'entreprise, permettront d'évaluer rapidement, et significativement, la rentabilité d'une opération, d'un chantier ou d'un siège. Dans les rares cas où l'on se trouve en dehors des normes admises, une estimation rapide, effectuée par un spécialiste du matériel électromécanique, permettra de réduire la plage d'erreur de l'évaluation du coût du matériel à moins de quelques pourcents : ce qui est très acceptable.

Enfin, comme dans de nombreux domaines, le recours aux techniques économiques devra résulter

d'un examen préalable visant à distinguer l'essentiel de l'accessoire. L'utilisation constante de l'esprit de la recherche opérationnelle peut certainement influencer favorablement le bilan d'une entreprise, surtout si on l'applique dans le domaine de la prévision, mais la résolution détaillée d'un problème nécessitant l'emploi d'ordinateurs électroniques ne pourra être justifiable que par le bénéfice réel qu'elle apportera.

Dans le domaine du matériel électromécanique du fond, on n'insistera jamais assez sur l'importance de la prévision ou plus généralement sur l'importance de l'examen de l'avenir. N'ayant aucune raison de penser avoir la compétence nécessaire, je m'abstiendrai d'entamer une discussion à caractère économique sur les substituts du charbon. Il est cependant indéniable que l'on entre de plus en plus vite dans un avenir où la mutation, résultante extrême de la concurrence, jouera un rôle prépondérant. Compte tenu du fait que le temps qui nous est dévolu pour continuer la course au progrès nous est compté, on rejettera les examens du passé qui ne sont que d'un maigre secours pour résoudre les problèmes de l'avenir. Cette constatation, qui a été l'objet de multiples analyses parmi lesquelles on peut citer celles de Paul Valéry et de Keynes, peut être résumée par l'expression lapidaire de Detœuf : « Il n'y a de certain que le passé, mais on ne travaille qu'avec l'avenir ».

Rabots adaptables et rabots à ancre à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut

par G. MIGNION,

Ingénieur principal divisionnaire au Corps des Mines.

SAMENVATTING

Na gehandeld te hebben over de invloed van de algemene omstandigheden op de werking zowel van de pas-aan-schaaf als van de ankerschaaf, maakt de auteur de vergelijking tussen deze beide systemen.

Het feit dat de kettingen van de ankerschaaf (aan de zijde van de vulling) in een gesloten kast zijn ondergebracht heeft voor gevolg :

a) een zeer regelmatige werking van de installatie in gestoorde lagen met kleine en gemiddelde opening en met sterk golvende vloer ;

b) een verbetering van de stukgrootte van de gewonnen kolen, zo zelfs dat deze volledig kan vergeleken worden met hetgeen men bekomt met de afbouwhamer.

Derhalve blijkt de ankerschaaf een geschikte win-machine te zijn voor onze onregelmatige lagen met kolen voor huishoudelijk gebruik.

Er wordt een gedetailleerde kostprijsberekening gemaakt voor een installatie met ankerschaaf in een laag met een opening van 0,60 m en in een andere met een opening van 0,90 m.

Men onderzoekt welke verbeteringen van het rendement kunnen bekomen worden zowel met de ankerschaaf als met de pas-aan-schaaf. In plaats van het dubbelzinnig begrip rendement gebruikt men echter het begrip index (de index is het aantal manden nodig om 100 ton kolen voort te brengen) ; dit begrip is totaal onafhankelijk van de betekenis die men geeft aan de naam « werkplaats ».

Ten slotte wordt de kostprijs uitgedrukt in indexpunten (uitgaande van het gemiddeld loon van het personeel der werkplaats), en wordt het werkelijk voordeel van de mechanisering uitgerekend in een netto verbetering van de index ; dit voordeel komt in de beschouwde gevallen overeen met een winst van 10 tot 14 indexpunten.

RESUME

Après avoir traité des conditions générales qui influent sur le bon fonctionnement d'un rabot tant adaptable qu'à ancre, l'auteur compare le rabot adaptable au rabot à ancre.

La mise sous carter (côté remblai), dans le rabot à ancre, des chaînes de commande du rabot a permis d'obtenir :

a) un fonctionnement très satisfaisant de l'installation dans des couches dérangées de petite et moyenne ouverture et à murs très ondulés ;

b) une amélioration de la granulométrie des charbons abattus telle que celle-ci paraît être devenue sensiblement équivalente à celle obtenue avec abat-tage au marteau-piqueur.

Le rabot à ancre s'avère donc un engin bien adapté à l'abatage mécanique des couches relativement peu régulières de nos gisements de charbon domestique.

Le prix de revient détaillé d'une installation de rabot à ancre est discuté dans le cas du fonctionnement en couche de 0,60 m à 0,90 m de puissance.

Les augmentations de rendement que permettent de réaliser les rabots tant adaptables qu'à ancre sont examinées. A la notion fallacieuse de gain de rendement, il a été cependant substitué la notion de gain d'indice (l'indice est le nombre d'hommes-poste nécessaires à la production de 100 t de charbon) qui est totalement indépendante de la manière dont on définit le chantier d'abatage.

Après conversion du prix de revient en points d'indice (sur base du salaire moyen de l'ouvrier de chantier), il a été calculé un gain net d'indice représentant le bénéfice réel de la mécanisation ; celui-ci est de 10 à 14 points d'indice dans les cas envisagés.

INHALTSANGABE

Der Verfasser erörtert zunächst die allgemeinen Bedingungen, von denen der einwandfreie Betrieb des Anbauhobels und des Reissshakenhobels abhängig ist und vergleicht dann diese beiden Hobeltypen.

Die Kapselung der Zugkette des Reissshakenhobels auf der Versatzseite hat sich in zweifacher Hinsicht günstig ausgewirkt :

a) der Hobel arbeitet auch in gestörten und stark welligen Flözen mittlerer und geringer Mächtigkeit mit bestem Erfolg ;

b) die Kohle fällt in grösseren Stücken an, etwa in gleicher Grösse wie beim Abbauhammerbetrieb.

Der Reissshakenhobel erweist sich somit als ein gut brauchbares Gerät für die Mechanisierung der Gewinnung in den verhältnismässig unregelmässig ausgebildeten Flözen, die in Belgien Hausbrandkohle liefern.

Der Verfasser gibt und erläutert eine eingehende Kostenaufgliederung eines Reissshakenhobelbetriebs in einem Flöz von 60-90 cm Mächtigkeit.

Sodann untersucht er, welche Erhöhung der Leistung sich mit Abbauhobeln und Reissshakenhobeln erreichen lässt. Als Grundlage dieser Betrachtungen verwendet er allerdings nicht den leicht irreführenden Begriff der Leistungszunahme, sondern die Leistungskennzahl, (d.h. den Schichtenaufwand für 100 Tonnen Kohle), die von der Abgrenzung des Reviers völlig unabhängig ist.

Die Kosten werden in Kennzahlpunkte umgerechnet, auf der Grundlage des mittleren Arbeiterlohns in dem Revier, und diese Berechnung lässt eine Zunahme des Index erkennen, die den tatsächlichen Gewinn der Mechanisierung widerspiegelt. Sie beträgt in den betrachteten Fällen 10-14 Punkte.

PRELIMINAIRES

La présente note a pour but de faire le point des applications de rabots adaptables et à ancre qui ont été réalisées depuis les trois dernières années jusqu'au milieu de l'année 1962 dans les Charbonnages de l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut et d'en déduire les avantages économiques qu'on peut escompter de ces appareils.

Les applications relatées ont eu lieu aux Charbonnages du Gouffre (siège n° 7), du Trieu-Kaisin (siège Pays-Bas) et Réunis (sièges n° 1 et Blanchisserie). Signalons toutefois que, depuis que cette note a été écrite, un rabot à ancre a été mis en service aux Charbonnages de Roton (siège Ste-Catherine) et que j'ai appris que le même engin était utilisé au Charbonnage voisin d'Aiseau-Prezle qui n'a

SUMMARY

After dealing with the general conditions affecting the efficiency of both the attachment plough and the drag-hook plough, the author compares the attachment plough with the drag-hook plough.

In the case of the drag-hook plough, the fitting of the plough control chains into a housing (on the goafside) has resulted in :

a) very satisfactory working of the installation in faulted seams of medium and small thickness with very undulating floors ;

b) an improvement in the size of the coal got out, to such an extent that the size seems to be noticeably equivalent to that obtained by coal getting with a pneumatic pick.

The drag-hook plough has therefore proved to be an engine well adapted to mechanical coal-getting in rather irregular seams in our domestic coal measures.

The details of the production costs of an installation are discussed for the case of working in a seam 0.60 m to 0.90 m thick.

The increases in output obtainable with both attachment and drag-hook ploughs are examined. Nevertheless, the fallacious notion of gain in output has been replaced by the notion of index gain (the index is the number of shifts worked per 100 tons of coal), and this is quite independent of the way in which the coal-getting area is defined.

After converting the production costs to index points (on the basis of the average wages of the workman at the working place), a net index gain was calculated representing a real profit for mechanization; the latter is 10 to 14 index points in the cases considered.

été rattaché que depuis peu à l'Arrondissement de Charleroi-Est.

Ces applications ont pour trait commun qu'elles ont été réalisées dans des couches de puissance faible (0,60 m et parfois moins) ou moyenne (0,90 m au maximum).

J'ai personnellement visité certains des chantiers cités ; pour les autres, je me suis référé à des rapports spécialement consacrés à ce sujet dressés par les ingénieurs de l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut. J'ai d'autre part eu l'occasion de consulter de la documentation qui m'a été communiquée par les directions techniques des Charbonnages intéressés et notamment par celle des Charbonnages du Gouffre qui a fait établir par son service électro-mécanique le prix de revient détaillé d'une installation de rabot à ancre ; je les remercie de leur obligeance.

MATERIEL UTILISE

Lors des applications examinées, il a été fait usage de rabots adaptables et de rabots à ancre.

Il me paraît utile de rappeler les principes de fonctionnement de ces engins.

Ces appareils ont tous deux pour origine le rabot rapide (Schnellhobel), c'est-à-dire un rabot monté sur un convoyeur blindé à raclettes (panzer) servant de poutre de glissement. Dans le rabot rapide, le va-et-vient du rabot est commandé côté front par une chaîne sans fin ; le brin de retour de cette chaîne passe à l'intérieur d'un tube fixé au convoyeur blindé servant également au guidage du rabot.

Dans le rabot rapide primitif, les mouvements du convoyeur blindé et du rabot étaient commandés par les mêmes moteurs (deux moteurs électriques au pied, et deux moteurs à air comprimé ou électrique en tête). A l'usage apparut un inconvénient sérieux résultant de l'attaque par les mêmes moteurs des convoyeurs blindés et du rabot ; en cas de calage ou de violent freinage du rabot, les chaînes du convoyeur blindé pouvaient servir à une transmission de puissance vers la tête motrice en difficulté et consécutivement vers le rabot calé ou freiné ; il en résultait des tensions anormales dans les chaînes de convoyeur blindé pouvant aller jusqu'à la rupture de celles-ci, rupture particulièrement dangereuse en fort pendage pour le personnel présent dans la taille.

Pour ce motif, succéda au rabot rapide le rabot adaptable (Anbauhobel) dans lequel les commandes du rabot et du convoyeur blindé (toujours situées côté front) sont totalement indépendantes (au pied un moteur pour le rabot et un moteur pour le convoyeur blindé ; même disposition en tête). L'indépendance des commandes du rabot et du convoyeur blindé permet d'autre part certaines combinaisons en taille dérangée. Par exemple, dans le cas où la partie centrale d'une taille est trop dérangée pour autoriser le rabotage, il est possible avec le rabot adaptable d'installer le convoyeur blindé sur toute la longueur de la taille, tout en ne rabotant que les parties inférieure et supérieure de celle-ci. Dans ce but, on peut fixer au convoyeur blindé, de part et d'autre de la zone dérangée, une pièce de retour de la chaîne du rabot et raboter indépendamment l'une de l'autre les parties inférieure et supérieure de la taille en se servant d'un seul moteur de rabot (respectivement le moteur de pied pour la partie inférieure de la taille et le moteur de tête pour la partie supérieure de la taille) ; cette possibilité ne peut évidemment être réalisée que pour autant que le charbon soit suffisamment tendre pour permettre le rabotage avec un seul moteur. Mais il est également possible d'installer un second moteur de rabot en n'importe quel point de la taille grâce à l'intercalation dans le convoyeur blindé d'un caisson spécial.

Aux Charbonnages Réunis, dans la taille de 10 Paumes sous 1035 m, on a utilisé une des combinaisons possibles du rabot adaptable en ne rabotant, lors du démarrage de la taille, que le tiers inférieur de celle-ci (60 m), les deux-tiers supérieurs de la taille ne se prêtant pas à ce moment au rabotage ; dans ce but, un dispositif de retour de la chaîne du rabot avait été fixé au convoyeur blindé à 60 m du pied de la taille.

Signalons d'autre part qu'après démontage du rabot, de son tube de guidage et des têtes motrices propres au rabot, le rabot adaptable se présente évidemment comme un convoyeur blindé ordinaire.

Ainsi qu'il a déjà été dit, la commande des rabots tant rapides qu'adaptables était située côté front. Si le brin de retour de la chaîne de commande du rabot était protégé à l'intérieur du tube de guidage, les deux parties du brin direct étaient par contre apparentes. Les chaînes du brin direct battaient contre le front au cours de leur travail dégradant le charbon ; en cas de concavité de la couche, elles battaient en outre contre le toit qu'elles dégradaient également.

L'introduction relativement récente du rabot à ancre eut pour but de parer à ces inconvénients. Le rabot à ancre est un rabot adaptable dont la commande est reportée côté remblai par l'intermédiaire d'une plaque glissant sous le convoyeur blindé. Le tube de guidage est supprimé, le rabot et sa plaque enserrant le convoyeur blindé qui constitue la poutre de guidage ; la plaque de commande glissant sous le convoyeur blindé est en deux ou actuellement en trois pièces articulées en vue d'épouser au mieux les irrégularités éventuelles du mur de la couche. Côté remblai sont disposées les chaînes de commande qui entraînent la plaque solidaire du rabot ; les brins direct et de retour de la chaîne sont séparés par des pièces d'appui fixes en acier spécial ; chaînes et pièces d'appui sont complètement enfermées à l'intérieur de coquilles dont les entrées sont également en acier spécial résistant à l'usure. En résumé, dans un rabot à ancre, les chaînes de commande du rabot sont complètement enfermées ; d'autre part, les têtes motrices, tant du rabot que du convoyeur blindé, sont toutes deux disposées côté remblai.

Les rabots (adaptables et à ancre) utilisés à l'Arrondissement Est du Bassin de Charleroi-Namur sont montés sur convoyeur blindé Westfalia PFO. Rappelons que trois types de convoyeur blindé Westfalia, différant par leur largeur et consécutivement leur capacité d'évacuation, existent actuellement dans le commerce : les convoyeurs blindés PFOO, PFO et PF1. Le convoyeur blindé PFOO, le moins large et le moins pondéreux, ne constitue pas une poutre de glissement de rigidité suffisante pour le bon fonctionnement d'un rabot. Les mêmes rabots peuvent par contre être installés indifférem-

ment sur convoyeur blindé PFO et PF1 ; le choix entre ces deux types de convoyeur blindé résulte uniquement de la capacité d'évacuation requise et partant de l'ouverture de la couche. A l'Arrondissement Est du Bassin de Charleroi-Namur où les ouvertures de couches, dans les cas d'applications considérés, variaient de 0,60 à 1,00 m, la capacité d'évacuation du convoyeur blindé PFO (modèle moyen) s'est avérée suffisante (un tel convoyeur blindé peut évacuer 300 t nettes de charbon raboté par jour dans une taille d'environ 200 m de longueur).

**CONDITIONS NECESSAIRES
AU BON FONCTIONNEMENT
D'UNE INSTALLATION DE RABOTAGE
SUR CONVOYEUR BLINDE
(RABOT RAPIDE, RABOT ADAPTABLE
ET RABOT A ANCRE)**

Les conditions ci-dessous doivent être observées à des degrés divers.

Tenue du toit.

Le toit doit être suffisamment bon pour pouvoir supporter un découvert dont la largeur dépend du type de soutènement adopté.

Evaluons quelle est la largeur de ce découvert. L'encombrement du convoyeur blindé et de son rabot est d'environ 0,90 m ; d'autre part, il doit toujours y avoir par mesure de sécurité un jeu d'au moins 0,30 m entre le convoyeur blindé et l'axe de la dernière ligne d'étauçons. Si nous appelons l la longueur de la bèle articulée et si nous admettons que l'étauçon est placé au droit du tiers arrière de la bèle articulée, nous pourrions écrire qu'avant rabotage d'une havée, le découvert du toit sera d'au moins :

$$0,90 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 2/3 l = 1,20 \text{ m} - 2/3 l$$

(soit 0,60 m avec bèles articulées de 0,90 m de longueur).

Après rabotage d'une havée de largeur h , le découvert du toit sera de :

$$1,20 \text{ m} - 2/3 l + h$$

Si les files de bèles articulées sont alignées, on aura $h = l$ et la valeur du découvert deviendra :

$$1,20 \text{ m} + 1/3 l$$

(soit 1,50 m avec bèles articulées de 0,90 m de longueur).

Si on fait usage d'étauçons à plateaux ($l = 0$), le découvert variera de 1,20 m, avant rabotage de la havée, à $1,20 \text{ m} + h$, après rabotage de la havée (soit 1,90 m lorsque la largeur de havée est de 0,70 m).

Lorsque l'ouverture de la couche avoisine 0,90 m, on peut utiliser sans inconvénient des bèles articulées ; dans ce cas (avec bèles articulées de 0,90 m de longueur), le toit doit pouvoir supporter un porte-à-faux d'environ 1,50 m.

Lorsque l'ouverture de la couche est plus faible, le soutènement par bèles articulées est dangereux ; en effet, les bèles articulées risquent d'être accrochées et arrachées par les blocs de charbon recouvrant le convoyeur blindé au passage du rabot. En faible ouverture, il est indispensable d'adopter un soutènement par points. Dans ce cas, comme nous venons de le voir, le toit doit pouvoir supporter un découvert d'environ 1,90 m (avec largeur de havée de 0,70 m).

Le rabotage d'une couche de faible ouverture exige donc une meilleure tenue de toit que le rabotage d'une couche de plus grande ouverture. Remarquons à ce sujet qu'à nature équivalente de terrain, le contrôle du toit s'effectue plus aisément en faible qu'en forte ouverture (appui plus rapide du toit sur les éboulis de foudroyage, contrôle plus facile par piles).

Différents artifices permettent évidemment de diminuer l'importance du découvert du toit. Notamment, l'utilisation d'un soutènement en quinconce permet de diminuer le découvert de l'équivalent d'une demi-havée, mais seulement dans une file sur deux ; cet artifice a été utilisé au siège Blanchisserie des Charbonnages Réunis.

Dans le cas du soutènement par points, on peut également utiliser des étauçons à béliettes rabattables qui permettent de diminuer le découvert du toit d'une trentaine de cm (ce fut le cas aux Charbonnages du Trieu-Kaisin et au siège Blanchisserie des Charbonnages Réunis).

Je signalerai enfin qu'aux Charbonnages du Gouffre dans une couche de seulement 0,55 m d'ouverture, le soutènement par points, pour des raisons de facilité de la circulation, se réduisait à des étauçons simplement appuyés contre le toit par l'intermédiaire d'un bloc de bois (court tronçon de bèle).

Tenue du mur.

Le mur doit avoir une dureté suffisante pour ne pas se laisser poinçonner par les étauçons métalliques du soutènement ; il est à noter que le poinçonnement du mur est particulièrement sensible lorsqu'on fait usage d'un soutènement entièrement métallique (étauçons et bèles d'acier s'appuyant directement contre le toit) au lieu d'un soutènement comportant des intercalations de bois (bèles notamment) comme c'est encore fréquemment l'usage en tailles non mécanisées.

Un soufflage anormal du mur peut provoquer le soulèvement d'escalles sous le convoyeur blindé et le calage des chaînes de celui-ci.

Aucune difficulté relative à la tenue du mur ne m'a été signalée à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut.

Dureté du charbon.

Dans la plupart des couches du Bassin de Charleroi-Namur, le charbon est de dureté moyenne et se prête au rabotage.

Il peut d'ailleurs être paré à une dureté anormale du charbon grâce à l'injection d'eau en veine qui en même temps contribue à la lutte contre les poussières.

L'injection d'eau en veine requiert évidemment un poste libre de rabotage. Ceci ne paraît présenter aucun inconvénient sérieux, car à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut, on n'a nulle part pratiqué le rabotage à plus de deux postes (mofifs : avancement des voies de tête et de pied, organisation des transports, stockage des charbons en dehors des heures d'activité du triage-lavoir). D'autre part, de chronométrages effectués aux Charbonnages Réunis en couche de faible ouverture, il est apparu que, pour permettre un entretien régulier de l'installation, il était souhaitable de maintenir celle-ci à l'arrêt pendant au moins un poste.

Régularité de la pente.

Dans un plan vertical, les brins supérieurs de chaînes de rabot et de convoyeur blindé ont évidemment tendance à se tendre suivant la corde.

Il en résulte que l'installation subira une usure minimum lorsque la pente de la couche sera parfaitement régulière.

Si le mur présente une concavité vers le bas, les raclettes du brin supérieur du convoyeur blindé seront fortement collées sur la tôle, tandis que les chaînes du rabot (dans le rabot rapide et le rabot adaptable) frotteront sur le mur. Si la concavité n'est pas trop prononcée ou si non apparition n'est pas trop brusque, il n'en résultera pas de trouble d'exploitation et l'installation n'en subira pas un supplément d'usure exagéré.

Si le mur par contre présente une concavité vers le haut, le brin supérieur des chaînes de convoyeur sera soulevé vers le haut et usera fortement les glissières ; d'autre part, des pierres provenant d'un faux-toit ou d'intercalations schisteuses de la couche pourront s'intercaler entre les raclettes ou chaînes et les couloirs. Plus loin, aux endroits où la concavité s'annule, ces pierres pourront se coincer entre raclettes ou chaînes et couloirs et exercer sur ces derniers une action abrasive (plus ou moins intense suivant la dureté de ces pierres) ; si la concavité du mur non seulement s'annule, mais de plus change de sens, le coincement des pierres entre raclettes ou chaînes et couloirs pourra être tellement puissant que, si les pierres sont de dureté trop forte pour se laisser broyer par les raclettes et chaînes, il se produira un calage des moteurs.

Toujours dans le cas d'un mur à concavité dirigée vers le haut, voyons quel est le comportement de la chaîne d'un rabot rapide ou adaptable. Cette chaîne

sera projetée par à-coups vers le haut ; si la couche est de petite ou moyenne ouverture, elle viendra battre contre le toit ou les bèles articulées. Les bèles articulées pourront être arrachées ; le toit se sciera sous l'action du frottement de la chaîne ou se dégradera sous le choc des battements de celle-ci. Si le toit présente des dérangements (relais), les battements de la chaîne auront vite fait d'y provoquer des éboulements.

Les rabots rapide et adaptable, à chaîne de rabot libre, présentent donc des inconvénients sérieux en couche de petite ouverture ou à toit dérangé ; il y a été remédié par l'introduction du rabot à ancre dans lequel les brins directs et de retour de la chaîne de rabot sont renfermés dans un carter.

A noter que la chaîne des rabots rapide et adaptable présente également du danger pour le personnel par suite de battements dans le plan horizontal lorsque le front est incurvé dans le sens de l'avancement. C'est pourquoi, avec ces engins, le front doit être parfaitement droit ou très légèrement incurvé vers le remblai (dans ce cas pour éviter l'arrachement des bèles articulées, mais au prix d'une augmentation du porte-à-faux du toit).

Présence de dérangements.

Des dérangements trop importants ne peuvent être traversés par un rabot : étrointes brutales, brusques variations de la pente du toit ou du mur, friabilité excessive du toit.

Aux endroits affectés par ces dérangements, des travaux en charbon ou en pierre doivent être effectués au marteau-piqueur préalablement au passage du rabot.

Il est évident que l'exécution de tels travaux préliminaires au marteau-piqueur diminue le bénéfice qu'on peut tirer du rabotage et qu'au-delà d'une certaine limite, ce bénéfice puisse même s'annuler.

Avec rabots rapide ou adaptable, ces travaux préliminaires doivent être effectués en dehors des postes de rabotage à cause du danger que présente le battement des chaînes du rabot ; il n'en est toutefois pas de même avec le rabot à ancre ainsi qu'il sera montré plus loin.

Choix et dessin du panneau d'exploitation.

Le panneau d'exploitation doit être choisi de manière à éviter les pivotages.

On cherchera à maintenir dans toute la mesure du possible une longueur constante du front de taille afin d'éviter de devoir continuellement allonger et raccourcir l'installation ; dans ce but, en gisement très plat, les voies seront creusées en direction. Toujours pour éviter des allongements et raccourcissements continus d'installation, on donnera au front un très léger relevage, lorsque par suite de la pente l'installation aura une tendance à glisser vers le bas ; en choisissant correctement l'angle du rele-

vage, on peut en effet faire en sorte que la tendance au glissement vers le bas de l'installation soit exactement équilibrée par la composante vers le haut de l'action des pousseurs.

La longueur optimum du front de taille paraît se situer au voisinage de 200 m. A l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut, le rabot a été utilisé dans des tailles dont la longueur variait de 120 à 210 m (160 m en moyenne) ; les rendements obtenus pour ces diverses longueurs de taille sont explicités plus loin.

Il y a évidemment avantage à disposer d'une longueur de *panneau* maximum de manière à diminuer l'incidence sur le prix de revient à la tonne, des frais d'amenée et de montage du matériel (plus ou moins 1 homme-poste par mètre de taille à équiper). Malheureusement, dans notre gisement, la longueur de *panneau* est fréquemment limitée par la présence de failles ou autres dérangements importants. La longueur de *taille* doit d'ailleurs parfois être limitée pour le même motif ; dans un cas, une taille dont la longueur initiale était de 155 m a vu cette longueur diminuer progressivement jusqu'à 105 m par suite de la présence en aval d'un dérangement le long duquel avait été établie une voie montante.

Dispositif de chargement en pied de taille.

L'importance du débit de charbon raboté rend indispensable la présence d'un convoyeur blindé-répartiteur en pied de taille. Ce convoyeur blindé-répartiteur assure un chargement rationnel des transporteurs continus en voie (convoyeurs à écailles ou bandes transporteuses).

L'UTILISATION DU RABOT-ANCRE SES AVANTAGES — SON ADAPTATION A DES CONDITIONS DE GISEMENT RELATIVEMENT DEFAVORABLES

Ainsi qu'il a été dit précédemment, le rabot-ancre diffère essentiellement du rabot adaptable par le fait que les chaînes de commande du rabot, au lieu d'être disposées côté front, sont reportées côté remblai, l'effort de traction étant transmis de la chaîne au rabot par l'intermédiaire d'une plaque (en deux ou trois parties articulées), dite ancre, glissant sous le convoyeur blindé. Dès lors, les chaînes (tant du brin direct que du brin de retour) peuvent être enfermées dans un carter de protection.

De cette disposition du rabot résultent les conséquences favorables suivantes.

1) Suppression du battage des chaînes.

Les chaînes au lieu de battre frottent contre les carters de protection très résistants, formés d'éléments en acier spécial résistant à l'usure. L'expérience a montré qu'effectivement ces cartes de protection résistaient très bien à l'usure et que leur prix

de revient très élevé (7.000 F par élément de 1,50 m, y compris haussette adaptée) pouvait être amorti sur un tonnage élevé (prix de revient d'environ 2 F/t).

La suppression du battage des câbles permettra au rabot de s'adapter à des allures de couche concaves vers le haut pour lesquelles, avec rabot rapide ou adaptable, les chaînes venaient battre au toit, le dégradant ou arrachant les bêtes articulées. En faible ouverture ou en présence de relais de toit réduisant localement l'ouverture de la couche, on évitera également des dégradations ou des éboulements de toit résultant du battage du câble qui se produit même en pente régulière du fait des à-coups de puissance. La sécurité du personnel en taille sera accrue du fait de la suppression de ce battage et il sera même possible, moyennant un minimum de précaution, de placer pendant le poste de rabotage, en avant du convoyeur blindé, des abatteurs chargés d'abattre au marteau-piqueur et de pourvoir d'un soutènement des points singuliers de taille qu'il ne serait pas possible ou dangereux de raboter.

Les avantages du rabot cités ci-dessus ont été mis en évidence au siège n° 1 des Charbonnages Réunis dans une taille de 10 Paumes d'allure ondulée (3 bassins successifs) dont la pente variait de 30 à -25°. Cette taille présentait en outre aux changements de pente des anomalies de mur (obligeant à un bossement pour adoucir la variation de pente) et des anomalies de toit donnant lieu à relais non rabotables. Dans cette taille, le fonctionnement *du rabot proprement dit* n'a donné lieu à *aucune difficulté digne d'être mentionnée*.

Les seules difficultés qu'a rencontrées le fonctionnement de l'installation ont eu pour origine le *convoyeur blindé proprement dit* ; ces difficultés ont été les suivantes :

a) Usure accélérée des éléments de convoyeur blindé dans les bassins par suite du frottement sur les glissières des chaînes ayant tendance à se tendre suivant la corde ; usure accélérée des éléments de convoyeur blindé dans les dômes par suite du frottement des raclettes et chaînes sur les couloirs, principalement lorsqu'étaient venus s'intercaler, entre les raclettes et les couloirs, des cailloux abrasifs provenant de bossements en toit et mur au marteau-piqueur en vue de régulariser la pente au droit de dérangements.

Ainsi qu'il sera montré plus loin, cette usure accélérée grèverait le prix de revient d'un supplément de 7 à 10 F/t. Il est possible de parer dans une certaine mesure à ces inconvénients par l'utilisation de glissières à profils renforcés et mieux étudiés qu'aujourd'hui (c'est le cas pour les éléments les plus récents de convoyeur blindé) et par l'utilisation d'éléments de convoyeur blindé courbes aux endroits des changements de pente (de tels éléments sont actuellement en vente).

b) Calages du convoyeur blindé lorsque des cailloux très durs qui s'étaient intercalés entre les couloirs et les raclettes ou chaînes dans les bassins provoquent plus loin, notamment dans le dôme faisant suite au bassin, le coincement de la chaîne ou de la raclette dans la glissière et le calage des moteurs. De tels incidents ne se produisent que lorsque les pierres constituant le faux-toit ou l'intercalation schisteuse de la couche sont trop dures pour se laisser broyer avec la puissance disponible aux moteurs ; aux Charbonnages Réunis, ces incidents se sont produits avec des pierres provenant de bossègements en toit et mur au droit de relais alors que les puissances disponibles pour le convoyeur blindé étaient de manière tout à fait normale de 57 ch au pied (moteur électrique) et 45 ch en tête (moteur à air comprimé). Notons que l'utilisation de raclettes à profil symétrique diminue quelque peu ce risque sans toutefois le supprimer ; il m'est revenu d'autre part que des cailloux rendus glissants par arrosage se coinçaient moins facilement dans les conditions décrites ci-dessus que des cailloux secs.

c) Soulèvement des éléments de convoyeur blindé au droit de bassins fortement creusés : il s'agit ici d'une exagération du soulèvement des chaînes auquel le poids du convoyeur blindé ne peut plus s'opposer. Les Charbonnages Réunis ont mis au point des dispositifs intéressants pour s'opposer au soulèvement du convoyeur blindé (1). Il s'agit ou bien d'une griffe sur laquelle s'appuie un étau métallique et qui force le convoyeur blindé à rester en contact avec le mur (pour permettre le déplacement de l'installation, cette griffe coulisse sous un pont servant de plaque d'assise à l'étau métallique) ou bien d'un patin glissant le long du toit, fixé par l'intermédiaire d'un montant au convoyeur blindé, qui maintient entre le convoyeur blindé et le toit un espace libre égal à la hauteur de ce montant.

2) Amélioration de la granulométrie.

La granulométrie des charbons abattus est meilleure avec rabot à ancre qu'avec rabot adaptable ou rabot rapide.

Il est en effet bien connu qu'avec rabot adaptable et rabot rapide, le glissement et le battement des chaînes de rabot sur le charbon provoquaient un broyage de ce dernier.

Il sera traité plus loin de manière plus détaillée de cet avantage du rabot-ancre.

3) Rejet de toutes les commandes (tant du rabot que du convoyeur blindé) vers l'arrière.

Tous les moteurs étant situés à l'arrière, les profondeurs de niches pourront être diminuées de l'en-

combrement de ceux-ci. A ce propos, remarquons qu'aux Charbonnages du Gouffre et aux Charbonnages Réunis, il n'y a pas de niche en pied de taille, la tête motrice montée sur traîneau étant ripée dans la section même de la voie.

Dans l'exemple cité des Charbonnages Réunis, il n'y avait pas non plus de niche en tête de taille, la tête motrice étant ripée directement sur le mur très faiblement penté de la couche.

De ce qui précède, il résulte qu'une installation de rabot-ancre peut s'adapter très bien moyennant les quelques améliorations et astuces citées plus haut à des couches de faible ouverture, à des couches ondulées ainsi qu'à des couches présentant localement l'un ou l'autre dérangement. L'expérience des Charbonnages Réunis me paraît particulièrement instructive à cet égard et des enseignements pourront sans doute en être tirés en vue de l'amélioration des détails de construction d'un engin souvent considéré jusqu'à présent comme réservé aux gisements réguliers.

Au sujet de l'adaptation du rabot sur convoyeur blindé PFO à des couches de petite ou moyenne ouverture, il reste à dire quelques mots des vitesses de translation du convoyeur blindé et du rabot. La vitesse de translation du convoyeur blindé est de 65 cm/s ; celle du rabot de 40 cm/s. En course montante du rabot, la vitesse relative du convoyeur blindé par rapport au rabot est de 105 cm/s ; dès lors, le charbon abattu par le rabot, rapidement évacué par le convoyeur blindé, s'étale sur celui-ci sur une épaisseur raisonnable. Mais en course descendante du rabot, la vitesse relative du convoyeur blindé par rapport au rabot n'est plus que de 25 cm/s ; dès lors, le charbon abattu par le rabot s'entasse sur une forte épaisseur sur le convoyeur blindé PFO. Lorsque l'ouverture de la couche est de 1 m, on constate simplement une tendance du charbon à déborder au-dessus des haussettes. Mais lorsque l'ouverture de la couche est de 0,60 m, il peut se produire des calages de rabot dans la masse de charbon amoncelée entre le convoyeur blindé et le toit. Cet inconvénient est apparu au siège Blanchisserie des Charbonnages Réunis (en dépit d'une profondeur de passe de seulement 50 mm) ; il y a été remédié en arrêtant le convoyeur blindé pendant la course descendante du rabot de manière à obtenir une vitesse relative convoyeur blindé-rabot de 40 cm/s ; pendant la course montante du rabot, le convoyeur blindé PFO, de capacité d'évacuation suffisante, évacuait simultanément le charbon de deux passes (montante et descendante) sans aucun inconvénient parce que chargé sur une épaisseur raisonnable en raison des vitesses relatives convoyeur blindé-rabot à tous moments suffisamment élevées (respectivement 40 cm/s et 105 cm/s au lieu de 25 cm/s et 105 cm/s précédemment).

(1) Voir n^{os} 7 et 8, 1962 des Annales des Mines de Belgique. R. Nanitzki : Abattage mécanique par rabot-ancre à la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis.

Granulométrie.

Jusqu'à présent, il était généralement admis que le rabotage dégradait la granulométrie.

Les causes possibles de dégradation du charbon sont les suivantes.

1) La circulation du rabot.

Il est évident que, sur la hauteur du rabot, la granulométrie du charbon est fortement dégradée par rapport à la granulométrie obtenue au marteau-piqueur. Mais, par contre, le charbon en surplomb au-dessus du havage créé par le passage du rabot tombe sur le convoyeur blindé en gros blocs avec une granulométrie améliorée. S'il n'y a aucune autre cause de dégradation du charbon (comme dans le rabot à ancre), l'amélioration de la granulométrie du charbon en surplomb peut éventuellement compenser la dégradation de la granulométrie du charbon raboté. En fait, il semble qu'en faible ouverture (0,60 m), il puisse y avoir une diminution de la granulométrie moyenne de l'ensemble de la couche du fait que le havage créé par le passage du rabot a une hauteur relativement importante vis-à-vis de l'ouverture de la couche ; par contre en ouverture moyenne et avec charbon bien clivé, il est très possible qu'il y ait complète compensation entre la diminution de granulométrie du charbon raboté et l'amélioration de granulométrie du charbon en surplomb du fait que le havage créé par le passage du rabot a une hauteur relativement plus faible par rapport à l'ouverture de la couche. Aux Charbonnages du Gouffre, dans une couche à charbon bien clivé de 0,90 m à 1 m d'ouverture (Gros-Pierre, 2^{me} plat) et avec utilisation d'un rabot-ancre, on a même constaté une amélioration de la granulométrie moyenne de l'ensemble de la couche ainsi qu'en témoignent les chiffres ci-dessous :

% en > 12 avec abattage au marteau-piqueur :

1^{er} essai : 75,5 %

2^{me} essai : 72,3 %

avec abattage au rabot-ancre :

1^{er} essai : 76,9 %

2^{me} essai : 77,7 %

% en 6/12 avec abattage au marteau-piqueur :

1^{er} essai : 11,4 %

2^{me} essai : 11,9 %

avec abattage au rabot-ancre :

1^{er} essai : 11,9 %

2^{me} essai : 11,4 %

On remarque que le % en > 12 s'est trouvé augmenté tandis que le % en 6/12 restait inchangé ; l'augmentation du % en > 12 s'est donc produit au détriment du % en 0/6 qui est la catégorie la moins intéressante.

Toujours aux Charbonnages du Gouffre, lors de l'utilisation d'un rabot-ancre dans la couche 5 Pau-

mes, 2^{me} plat de 55 cm d'ouverture (dont 5 cm de faux-mur), on a déterminé un % en > 12 de 40,5 % et un % en 6/12 de 12,2 % ; cette granulométrie est favorable, mais on ne possède malheureusement pas, comme point de comparaison, d'analyse granulométrique du même charbon travaillé au marteau-piqueur.

Ainsi qu'il a été dit précédemment, le charbon est certainement dégradé dans le havage créé par le passage du rabot. On peut se demander s'il n'y a pas moyen d'atténuer cette dégradation. La forme et les dimensions du rabot proprement dit et de ses couteaux, le nombre et la disposition des couteaux ont certainement une influence sur la granulométrie du charbon havé, mais cette influence paraît assez limitée. L'augmentation de la profondeur de passe a une influence favorable sur la granulométrie ; aux Charbonnages du Trieu-Kaisin, après diverses vaines tentatives d'amélioration de la granulométrie par modification du rabot, on obtint finalement une augmentation de 2 % du pourcentage en grains > 20 en portant la profondeur de passe de rabotage à son maximum, soit 115 mm.

2) Le frottement des chaînes du rabot.

Ce frottement inhérent au rabot adaptable et au rabot rapide est généralement considéré comme la cause principale de dégradation du charbon. La dégradation est encore intensifiée lorsque le battage des chaînes se superpose à leur simple glissement.

Aux Charbonnages du Trieu-Kaisin, lors de l'utilisation du rabot adaptable, on a constaté dans la couche Léopold de 0,90 m d'ouverture (dont 0,30 m de faux-toit), une dégradation de la granulométrie du charbon entraînant une diminution du prix de vente du charbon d'environ 45 F/t ; cette diminution de prix de vente aurait même été plus importante s'il n'avait pas été tenu compte de ce que, par suite de difficultés d'écoulement, les très gros calibres auraient de toute manière dû être concassés en 10/20 et 20/30.

Cette cause de dégradation du charbon disparaît évidemment avec le rabot-ancre dans lequel les chaînes du rabot sont mises sous carter, côté remblai. Il vient d'ailleurs d'être dit qu'aux Charbonnages du Gouffre, lors de l'utilisation d'un rabot-ancre, il a été constaté dans le cas de la couche Gros-Pierre une très légère amélioration de granulométrie.

En conclusion, il apparaît que les rabots rapide et adaptable entraînent une dégradation notable du charbon, provoquant en charbon domestique une diminution de prix de vente de l'ordre de 45 F/t dans une couche de 0,60 m à 0,65 m de puissance (sans faux-mur, mais avec faux-toit). Par contre, il est vraisemblable que le rabot-ancre ne dégrade le charbon que de manière négligeable dans le même cas (pour autant même qu'il le dégrade) et ne le dégrade pas du tout lorsque la puissance est de 0,90 m

(sans faux-mur ni faux-toit). Cette opinion n'est pas en contradiction avec ce que j'ai dit dans une étude précédente au sujet du scraper-rabot pour lequel le transport constitue une source supplémentaire de dégradation du charbon; le transport sur convoyeur blindé par contre préserve la granulométrie (comparé au transport sur tôles fixes et sur couloirs oscillants).

Je remarquerai en terminant que des renseignements comparatifs relatifs à la granulométrie sont relativement rares bien que ce facteur, dans le secteur domestique, détermine le prix de vente du charbon qui mérite évidemment pour le technicien la même sollicitude que le prix de revient. Tout en admettant que la réalisation d'essais comparatifs est parfois difficile, on ne peut que regretter cette pénurie de renseignements.

PRIX DE REVIENT D'UNE INSTALLATION DE RABOTAGE

Le prix d'achat d'un rabot-ancré PFO d'une longueur de 220 m est le suivant :

Matériel mécanique :	3.828.402 F
Matériel électrique :	896.000 F
Ensemble :	4.724.402 F

Si l'on y ajoute le coût d'un convoyeur blindé-répartiteur PFO de voie de 90 m de longueur (soit 576.580 F), on atteint un montant d'immobilisation de : $4.724.402 + 576.580 = 5.300.982$ F.

On pourrait calculer de manière simpliste le prix de revient de l'installation en supposant son amortissement réalisé sur un certain nombre d'années avec un certain taux d'intérêt et en escomptant une certaine production annuelle. Ce mode de calcul, qui est le seul possible lorsqu'une installation n'en est encore qu'à ses débuts, peut donner lieu à des mécomptes étant donné l'incertitude sur les hypothèses de départ.

Au siège n° 7 des Charbonnages du Gouffre, l'utilisation du rabot-ancré a été d'assez longue durée pour qu'on puisse constater la durée de vie exacte de certains de ses éléments constitutifs ou estimer avec une précision satisfaisante la durée de vie d'autres éléments non encore complètement usés. Le service électro-mécanique des Charbonnages du Gouffre a dressé une liste où figurent, à côté de la mention de chaque élément constitutif du rabot sur convoyeur blindé, son prix d'achat, sa durée de vie réelle ou probable exprimée en tonnes nettes extraites (durée de vie variant suivant les éléments de 50.000 à 500.000 t) et le prix de revient en résultant exprimé en F/t.

Pour la partie mécanique, la somme des prix de revient partiels vaut 16,258 F/t. Ci-dessous une décomposition de ce dernier montant, mettant en évidence les postes principaux du prix de revient.

Réducteur de rabot (amortissement sur 500.000 t)	0,621 F/t
Réducteur de convoyeur blindé (amortissement sur 500.000 t)	0,480 F/t
Roue à empreintes chaîne de rabot (amortissement sur 50.000 t)	0,698 F/t
Tourteau pour chaîne convoyeur blindé (amortissement sur 100.000 t)	0,782 F/t
Chaîne de rabot (amortissement sur 150.000 t)	1,670 F/t
Chaîne de convoyeur blindé (amortissement sur 150.000 t)	1,895 F/t
Dispositif de guidage de chaîne de rabot avec hausselles correspondantes (amortissement sur 500.000 t)	2,051 F/t
Éléments de convoyeur blindé PFO (amortissement sur 100.000 t)	4,749 F/t
56 pousseurs légers plats (amortissement sur 500.000 t)	0,878 F/t
Autres éléments (amortissement sur tonnage variant de 100.000 t à 500.000 t)	2,414 F/t
	<hr/>
	16,258 F/t

De ce relevé apparaissent immédiatement les postes les plus dispendieux :

pour le convoyeur blindé :

Chaînes :	1,895 F/t
Éléments PFO :	4,749 F/t

6,644 F/t 6,644 F/t

pour le rabot :

Chaînes :	1,670 F/t
Guidage :	2,051 F/t

3,721 F/t 3,721 F/t

10,565 F/t

Pour la partie électrique, la somme des prix de revient partiels vaut 3,272 F/t. Ci-dessous une décomposition de ce dernier montant, mettant en évidence les postes principaux du prix de revient :

4 moteurs (amortissement sur 500.000 t)	0,520 F/t
Câble basse tension de la voie (amortissement sur 500.000)	0,500 F/t
Câble souple basse tension (amortissement sur 100.000 t)	1,200 F/t
Câble souple d'éclairage en taille (amortissement sur 100.000 t)	0,250 F/t
Dispositif de téléphonie Fernsig (amortissement sur 100.000 t)	0,250 F/t
Câble éclairage en voie (amortissement sur 100.000 t)	0,150 F/t
Autres éléments (amortissement sur 500.000 t)	0,802 F/t
	<hr/>
	3,272 F/t

De ce relevé, il apparaît qu'en ce qui concerne le matériel électrique, le poste le plus dispendieux est constitué par le câble souple basse tension d'amenée de la force motrice aux moteurs (1,2 F/t).

Le prix de revient du convoyeur blindé répartiteur de voie est de 4 F/t et se décompose comme suit :

Éléments PFO (amortissement sur 100.000 t)	1,50 F/t
Chaîne (amortissement sur 150.000 t)	0,75 F/t
Tête motrice, retour, hausses	1,04 F/t
Matériel électrique environ	0,71 F/t
	<hr/>
	4,00 F/t

Déterminons maintenant, toujours sur base des renseignements qui nous ont été fournis au siège n° 7 des Charbonnages du Gouffre, le prix de revient global d'une installation de rabot-ancre (partie mécanique + partie électrique + convoyeur blindé répartiteur de voie), en y incluant les frais d'entretien. Nous obtiendrons :

Partie mécanique	16,258 F/t
Entretien partie mécanique (coupeaux, réducteurs, accouplements, pousseurs, broches de cisaillement)	3,875 F/t
Partie électrique	3,272 F/t
Entretien partie électrique environ	2,000 F/t
Convoyeur blindé répartiteur	4,000 F/t
	<hr/>
	29,385 F/t

Si nous ventilons maintenant le prix de revient global de l'installation en fonction des missions confiées à ses différentes parties, nous obtiendrons :

Mission de transport assurée par PFO environ	16,7 F/t, soit 57 %
Mission de rabotage assurée par le rabot (avec commande et accessoires) environ	8,7 F/t, soit 29,5 %
Mission de chargement assurée par le convoyeur blindé répartiteur PFO de voie environ	4,0 F/t, soit 13,5 %
Total :	29,4 F/t, soit 100 %

En remarquant que la nécessité de l'installation d'un convoyeur blindé répartiteur en voie résulte de la mécanisation de l'abattage proprement dit (l'usage d'un rabot provoque au chargement un afflux de charbon qui doit être régularisé par le convoyeur blindé répartiteur), on en déduira que 57 % du prix de revient du rabot-ancre doivent être imputés à sa mission de transport et 45 % à sa mission de rabotage.

Dans l'établissement du prix de revient global, il n'a pas été tenu compte de l'intérêt du capital immobilisé. Ce dernier s'élève pour un rabot-ancre PFO de 220 m de longueur et son convoyeur blindé répartiteur de voie à 5.501.000 F, à raison de 41,5 % pour la mission de transport du PFO, 47,5 % pour la mission de rabotage et 11 % pour la mission de chargement du convoyeur blindé répartiteur. Si nous adoptons un taux d'intérêt de 5 % et si nous supposons une production annuelle de 75.000 t, nous obtiendrons, pour la rétribution du service du capital investi, un montant de 5,55 F/t se répartissant à raison de 1,46 F/t pour la mission de transport, 1,68 F/t pour la mission de rabotage et 0,59 F/t pour la mission de chargement.

En tenant compte de l'intérêt du capital investi, le prix de revient du rabot-ancre devient :

Mission de transport de PFO environ	18,2 F/t, soit 55 %
Mission de rabotage environ	10,4 F/t, soit 31,5 %
Mission de chargement du répartiteur PFO environ	4,4 F/t, soit 13,5 %
	<hr/>
Total :	33,0 F/t, soit 100 %

Si l'on considère comme liées les missions de rabotage et de chargement en voie par l'intermédiaire d'un répartiteur, on pourra dire que 55 % du prix de revient doivent être mis à charge de la mission de transport et 45 % à charge de la mission de rabotage.

Les prix de revient ci-dessus ont été établis dans le cas de l'exploitation d'une couche de 0,90 m d'ouverture, ne présentant que localement un faux-toit charbonneux d'une dizaine de centimètres et dont la pente est relativement régulière ; ils supposent l'abattage d'une production journalière de 300 t au moyen d'un rabot-ancre monté sur un convoyeur blindé PFO de 220 m de longueur.

Estimons ce que deviendrait ce prix de revient dans le cas où le tonnage journalier abattu serait différent ou dans le cas où les conditions de gisement seraient différentes.

Une production plus faible peut être due à un taux d'activité plus faible du rabot-ancre, résultant par exemple de l'insuffisance des moyens de transport en galeries et dans les puits, ou de difficultés dans le creusement des niches ou des voies, ou encore d'une limitation volontaire de l'avancement en vue de réduire la part relative de la production rabotée dans la production du siège (et réduire ainsi l'incidence des pannes mécaniques sur la régularité de la production et du rendement du siège). A ce propos, remarquons que, dans l'exemple cité, le rabot ne fonctionnait que 3 h sur une durée utile de poste de 6 h à 6 h 30. Si une diminution de la production est due à un taux d'activité moindre du ra-

bot, on peut grosso modo admettre que l'usure diminue dans la même proportion que la production. Dans ce cas, compte non tenu de l'intérêt du capital engagé, le prix de revient à la tonne (29,4 F/t) reste approximativement inchangé. Par contre, l'intérêt du capital engagé rapporté à la tonne extraite variera de manière inversement proportionnelle au tonnage extrait. Si pour une production de 500 t, il était de 5,55 F/t, il s'élèvera à 7,06 F/t pour une production de 150 t et le prix de revient global (intérêt compris) passera de 55 F/t à 56,5 F/t. Cette augmentation du prix de revient est faible, mais plus gênant pourrait être pour la trésorerie de la Société le retrait d'importantes liquidités correspondant à l'achat d'installations dont on ne tirerait pas plein profit (le rabot-ancre sur convoyeur blindé PFO de 220 m de longueur avec répartiteur de voie coûte 5.501.000 F).

Une production plus faible que la production prise comme référence peut également résulter d'une moindre puissance de la veine. Dans ce cas, pour un même travail des installations et une même usure de celles-ci, la production variera de manière inversement proportionnelle à la puissance ; quant au prix de revient rapporté à la tonne extraite (intérêt du capital investi inclus), il variera également en raison inverse de la puissance de la veine. Si par exemple, la puissance de la veine est de 0,60 m au lieu de 0,90 m, le prix de revient passera de 55 F/t à $(55 \times 0,9)/0,6 = 49,5$ F/t avec une production de $(500 \times 0,6)/0,9 = 200$ t. Cette dernière estimation rejoint l'ordre de grandeur d'une estimation faite par une autre voie aux Charbonnages du Trieu-Kaisin lors de l'exploitation par rabotage d'une taille d'environ 0,60 m de puissance. On peut objecter au mode de raisonnement ci-dessus que rien n'empêche théoriquement dans une taille de 0,60 m d'ouverture de réaliser une production journalière de 500 t au lieu de 200 t en augmentant la durée effective de fonctionnement de l'engin. Mais l'usure augmentera dans la même proportion que la durée de fonctionnement du rabot, en sorte que le seul gain réalisé sur le prix de revient proviendra de la diminution du montant à la tonne de l'intérêt du capital investi (diminution dans ce cas de seulement 2,35 F/t).

Ce qui vient d'être dit met en évidence l'influence importante de la puissance de la couche sur le prix de revient rapporté à la tonne d'une installation de rabotage sur convoyeur blindé.

En sens inverse, on peut également dire que toute augmentation de la puissance de la couche a une incidence favorable sur le prix de revient de l'installation. Mais il y a rapidement une limitation dans ce sens au-delà de la puissance prise en exemple de 0,90 m ; en effet, si l'ouverture de la couche (comportant la puissance de charbon et l'épaisseur de stériles) devient trop importante, le convoyeur blindé

PFO devient insuffisant pour évacuer le débit instantané de charbon abattu dont une partie déborde par dessus les haussettes ; il faut dès lors substituer au convoyeur blindé PFO un convoyeur blindé PF1 à coût d'achat plus élevé, ce qui provoque une remontée du prix de revient de l'installation.

Remarquons que, dans notre raisonnement, nous n'avons fait intervenir que la puissance. L'ouverture joue également un certain rôle dans le prix de revient. Plus l'ouverture est grande à puissance égale, plus le tonnage brut transporté est élevé ; une augmentation du rapport ouverture-puissance aura pour résultat de rapprocher la limite à partir de laquelle il faut substituer au convoyeur blindé PFO un convoyeur blindé PF1. D'autre part, le transport de pierres plus ou moins abrasives (suivant leur caractère plus ou moins gréseux) provoque une usure accrue des éléments de convoyeur blindé.

Un autre facteur qui peut avoir une grande influence sur le prix de revient d'une installation de rabotage est la régularité de la couche. Nous avons dit précédemment que le rabot-ancre s'adaptait à des variations de pendage importantes de la couche, ce que ne permettait pas le rabot rapide ordinaire. Mais cette adaptation, si elle est possible, ne se fait cependant pas sans effort supplémentaire pour la mécanique. Aux Charbonnages Réunis, un rabot-ancre a été mis en service dans la couche 10 Paumes dans des conditions de gisement particulièrement difficiles ; la taille avait une longueur de 180 m environ ; les dérangements se situaient principalement dans les quarts inférieur et supérieur de la taille et donnaient lieu ou étaient accompagnés de fonds de bassin suivis de dômes. Ainsi qu'il a été expliqué plus haut, les éléments de convoyeur blindé étaient soumis dans ces conditions à une usure accélérée.

Il a été tenu note dans cette taille du nombre d'éléments de convoyeur blindé qui ont dû être remplacés au cours d'une période de 5 mois. Ci-dessous, sous forme simplifiée, le résultat de ce relevé :

	Nombre de couloirs envoyés en réparation
Quart inférieur de la taille :	67
2 ^{me} quart de la taille :	13
3 ^{me} quart de la taille :	15
Quart supérieur de la taille :	87
Ensemble de la taille :	182

Au vu de ce relevé, on peut s'étonner de la cadence du remplacement des éléments ; il convient cependant de remarquer qu'au début de la période considérée, tous les éléments en service étaient des éléments en bon état, mais ayant été réparés et que, d'autre part, le charbonnage répare dans la plus large mesure possible tous les éléments défectueux (le remplacement pur et simple ne portant que sur

un très faible pourcentage des éléments avariés remontés à la surface). Le prix moyen d'une réparation étant de 600 F, la réparation des couloirs a coûté en moyenne pendant la période considérée : $182 \times 600 \text{ F} = 109.200 \text{ F}$ pour une production d'environ 24.000 t. La dépense correspondante est de $109.200 \text{ F} / 24.000 = 4,55 \text{ F/t}$ dans une taille d'environ 75 cm d'ouverture. Sur base des considérations émises plus haut, nous obtiendrions pour une taille de 0,90 m d'ouverture un prix de réparation des éléments du convoyeur blindé de $(4,55 \times 0,75) / 0,90 = 3,89 \text{ F/t}$, montant qui est à mettre en regard du prix de revient de 4,749 F/t fourni par les Charbonnages du Gouffre.

Mais ce qui est plus intéressant, c'est d'observer le comportement différent des couloirs suivant l'allure plus ou moins dérangée de chacun des quarts de taille. 154 couloirs ont été usés dans les deux quarts extrêmes de la taille contre 28 dans les deux quarts centraux. Si tout le long des 180 m de taille, l'usure avait été la même que dans les deux quarts extrêmes, ou aurait usé sur la période considérée 308 couloirs au lieu de 182. Compte tenu de ce qui précède, je pense qu'on peut estimer que le prix de revient d'éléments de convoyeur blindé peut au moins varier du simple au double suivant les conditions de gisement ; il doit en être de même des raclettes et chaînes de convoyeur blindé venant en contact avec ces éléments (la chaîne de rabot par contre doit être beaucoup moins sensible aux conditions de gisement). Sur base des chiffres précédemment cités, on en conclura qu'en conditions difficiles le prix de revient des éléments de convoyeur blindé avec chaînes et raclettes peut passer de 6,644 F/t ($4,749 \text{ F/t} + 1,895 \text{ F/t}$) à au moins 13,288 F/t, soit une augmentation de prix de revient d'environ 7 F/t. Compte tenu de ce que les mauvaises conditions de gisement provoquent également un surcroît de fatigue à d'autres éléments de l'engin (têtes motrices notamment qui peuvent se caler lorsque des cailloux sont coincés entre les couloirs d'une part et les chaînes et raclettes d'autre part), on pourra estimer à 7 à 8 F/t le supplément éventuel de prix de revient résultant d'irrégularités de la couche et ce, lorsque la puissance est de 0,90 m. Avec une puissance de 0,60 m, ce supplément de prix de revient serait de 10 à 12 F/t.

En résumé, il apparaît que le prix de revient d'un rabot-ancre peut varier de 35 F/t dans une couche régulière de 0,90 m de puissance avec une production de 300 t/jour à environ 60 F/t dans une couche irrégulière de 0,60 m de puissance avec une production de 200 t/jour.

En d'autres termes, dans les conditions que l'on rencontre généralement à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut, le prix de revient d'un rabot-ancre peut varier en chiffres ronds de

30 F à 60 F/t, c'est-à-dire du simple au double suivant les conditions.

Cherchons finalement à établir s'il existe une forte différence de prix de revient entre un rabot-ancre et un rabot adaptable ordinaire. Le rabot-ancre possède, en supplément du rabot adaptable ordinaire, un carter de protection de la chaîne contenant des supports de chaîne ; au Gouffre, il a été calculé que ce carter (avec supports de chaîne et muni de ses haussertes) représentait une dépense supplémentaire de 1.025.000 F pour une longueur d'installation de 220 m et grevait le prix de revient de 2,051 F/t (amortissement sur 500.000 t). Le rabot adaptable ordinaire possède par contre un tube de guidage du rabot. Evaluons pour une installation de 220 m de longueur les prix d'achat et de revient de ce tube de guidage, ainsi que des haussertes utilisées sur rabot adaptable ordinaire :

Tube de guidage : coûte environ 1.300 F/élément de 1,50 m ; dépense pour une installation de 220 m : $146 \times 1.300 = 189.800 \text{ F}$; amortissement sur 250.000 t ; prix de revient : 0,759 F/t.

Haussettes : coûtent environ 800 F/élément de 1,50 m ; dépense pour une installation de 220 m : $146 \times 800 = 116.800 \text{ F}$; amortissement sur 500.000 t ; prix de revient : 0,234 F/t.

Ensemble tube de guidage + haussertes : prix d'achat : environ 306.600 F, soit grosso modo 500.000 F ; prix de revient : 0,993 F/t.

Si nous comparons ces derniers montants aux montants correspondants du rabot-ancre (prix d'achat du carter avec supports de chaîne et haussertes : 1.025.000 F ; prix de revient 2,051 F/t), nous en concluons que l'augmentation de prix de revient résultant de la substitution du rabot-ancre au rabot adaptable ordinaire n'est que de l'ordre de 1 F/t et est donc négligeable en regard des avantages inhérents au rabot-ancre (protection de la granulométrie notamment).

Par contre, pour une installation de 220 m de longueur, le rabot-ancre coûte grosso modo 700.000 F plus cher que le rabot adaptable ordinaire en raison surtout du prix très élevé des éléments de carter (1 élément de 1,50 m avec support de chaîne et hausserte coûte le prix presque incroyable d'environ 7.000 F). A noter que les éléments de carter sont en acier spécial, ce qui permet leur amortissement sur un gros tonnage (500.000 t) et limite l'augmentation du prix de revient à seulement 1 F/t. Remarquons également qu'un supplément de prix d'achat de 700.000 F ne correspond qu'à un supplément d'une quinzaine de pour-cent par rapport au prix d'achat d'un rabot adaptable ordinaire.

BENEFICE RESULTANT DU RABOTAGE (AVEC RABOT RAPIDE, RABOT ADAPTABLE OU RABOT-ANCHE)

Nous venons de voir que le prix de revient d'une semblable installation variait en gisement régulier

de 55 F/t lorsque la puissance de la couche était de 0,90 m, à 50 F/t lorsque la puissance de la couche était de 0,60 m et que, lorsque des conditions irrégulières provoquaient une usure accélérée de certaines parties de l'installation, le prix de revient variait suivant la puissance de la couche de 40 F/t à 60 F/t.

Ces montants ne représentent pas le coût réel de la mécanisation ; il convient d'en déduire le prix de revient d'installations de transport classiques en taille, entretien inclus. Suivant des renseignements contenus dans une communication rédigée fin 1957 par les Charbonnages de Limbourg-Meuse, une installation de couloirs oscillants coûterait (entretien et remplacements de pièces inclus) 10,10 F/t, tandis qu'une installation de bande transporteuse à brin inférieur porteur coûterait 5,65 F/t. Ces dernières installations n'étant guère répandues, basons-nous sur un prix de revient de 10 F/t pour une installation classique. Le coût réel de la mécanisation varierait ainsi de 25 F/t (ouverture de 0,90 m) à 40 F/t (ouverture de 0,60 m) pour des conditions normales de travail et de 50 F/t à 50 F/t dans les conditions les plus difficiles de travail.

Convertissons ce coût en points d'indice (2) sur la base de 6 F par point d'indice (c'est-à-dire sur la base de 600 F comme salaire moyen d'un ouvrier du fond, majoré des frais afférents à la main-d'œuvre). Exprimé en points d'indice, le coût de la mécanisation varierait ainsi de 5,85 points (ouverture de 0,90 m) à 6,67 points (ouverture de 0,60 m) pour des conditions normales et de 5 points à 8,55 points dans les conditions les plus difficiles de travail.

Examinons maintenant les gains bruts d'indice réalisés dans différents chantiers grâce à la mécanisation et déduisons-en les gains nets d'indice par soustraction des coûts ci-dessus établis de la mécanisation.

Charbonnages Réunis. Siège Blanchisserie, couche Veinette.

Caractéristiques de la couche :

Ouverture	0,60 m
Puissance	0,58 m
Toit et mur	schiste

Pente : 7°

Longueur : 165 m

Avancement journalier moyen : 2,08 m

Production journalière : 270 t

Rendement moyen obtenu en dehors des zones affectées de dérangements : 2.700 kg

Indice correspondant : 57

Rendement obtenu au marteau-piqueur dans un chantier de comparaison (puissance 0,53 m ; longueur 150 m ; avancement 1,28 m/jour ; produc-

tion 140 t/jour ; évacuation par bande transporteuse à brin inférieur porteur) : 1.675 kg

Indice correspondant : 59,6

Gain brut d'indice : 22,6

Gain net d'indice : environ 15 points.

Charbonnages du Trieu-Kaisin. Siège Pays-Bas. Couche Léopold.

Caractéristiques de la couche :

Toit : schiste résistant

Faux-toit (tombant lors de l'abattage du charbon) : 0,50 m

Sillon de charbon : 0,60 à 0,65 m

Mur : grès

Pente : 20 à 25°

Longueur de taille : 140 m

Avancement journalier moyen de 1,29 m, y compris la période de démarrage ; en dehors de la période de démarrage, l'avancement journalier moyen a été de 1,66 m avec travail à 2 postes (pointe de 1,80 m pendant un mois)

Production journalière moyenne de 161 t en y comprenant la période de démarrage. En excluant la période de démarrage, la production journalière moyenne a été d'environ 200 t

Rendement obtenu avec rabotage : 1.967 kg

Indice correspondant : 50,7

Rendement obtenu dans chantier de comparaison (puissance 0,60 m ; ouverture 0,90 m ; pente 0 à 22° ; longueur 210 m ; évacuation en partie sur convoyeur blindé, en partie sur couloirs oscillants) : 1.694 kg

Indice correspondant : 59,0

Rendement *supposé* du chantier de comparaison en ramenant sa longueur de 210 m à 140 m et en supposant que les conditions y aient été les mêmes que dans la taille rabotée (en ce qui concerne notamment les dérangements) : 1.577 kg

Indice correspondant : 72,5

Gain brut d'indice :

a) par rapport à indice réalisé dans taille de comparaison : 8,5

b) par rapport à indice *supposé* de la taille de comparaison : 21,8

Gain net d'indice :

a) par rapport à indice réalisé : environ 1,5 point

b) par rapport à indice *supposé* : environ 15 points.

Charbonnages du Gouffre. Siège n° 7, Gros-Pierre, 2^{me} plat levant sous 927 m.

Caractéristique de la couche :

Toit : schiste de résistance moyenne

Faux-toit charbonneux : localement, sur 0,10 m d'épaisseur

Charbon : 0,90 m

(2) Rappelons que l'indice est le nombre d'hommes-poste nécessaire à la production de 100 t de charbon.

Mur : grès
 Pente : 15 à 25°
 Longueur de taille : a progressivement diminué de 155 à 105 m (sans qu'on ait constaté de baisse de rendement en raison de l'amélioration progressive de l'organisation et de l'adaptation également progressive du personnel à la mécanisation)
 Avancement journalier moyen : 1.50 m environ (2 havées de 0,75 m)
 Production journalière moyenne : 250 t (de décembre 1959 à août 1960 inclus)
 Rendement moyen réalisé : 4.000 kg (même période de référence)
 Indice correspondant : 25
 Rendement réalisé au marteau-piqueur dans chantiers analogues de Gros-Pierre : 2.500 kg
 Indice correspondant : 40
 Gain brut d'indice : $40 - 25 = 15$
 Gain net d'indice : environ 11 points.

Charbonnages du Gouffre. Siège n° 7. Gros-Pierre, 2^{me} plat, couchant, sous 927 m

Même tranche que dans le cas précédent
 Longueur de taille : 210 m
 Production journalière moyenne : 312 t (moyenne de 9 mois)
 Rendement journalier moyen : 3.618 kg (en mars et avril 1961, les rendements ont cependant été de respectivement 4.258 kg et 4.586 kg)
 Indice correspondant : 27,6
 Rendement supposé au marteau-piqueur : 2.500 kg (nous avons repris le chiffre cité dans le cas précédent)
 Indice correspondant : 40
 Gain brut d'indice : 12,4
 Gain net d'indice : 8 à 9 points.

Charbonnages du Gouffre. Siège n° 7. 5 Paumes, 2^{me} plat levant 926-856 m

Caractéristiques de la couche :
 Toit : schiste
 Charbon : 0,50 m
 Faux-mur (raboté avec le charbon) : 0,05 m
 Mur : schiste
 Pente : 10° (très régulière)
 Longueur de taille : 120 m
 Avancement journalier moyen : environ 1,80 m (en deux postes)
 Production journalière moyenne de décembre 1960 à décembre 1961 inclus : 146 t (155 t en excluant les mois de janvier et juillet 1961 à production déficitaire)
 Rendement journalier moyen de décembre 1960 à décembre 1961 inclus : 2.075 kg (2.814 kg en excluant les mois de janvier et juillet 1961 à production déficitaire)
 Indice correspondant : 45,7 (en excluant les deux mois précités)

Rendement réalisé au marteau-piqueur dans le même plat durant l'année 1955 : 1.500 kg
 Indice correspondant : 66,7
 Gain brut d'indice : 21,0
 Gain net d'indice : 14 à 15 points d'indice.

Charbonnages Réunis. Siège n° 1. 10 Paumes levant sous niveau de 1035 m

Caractéristiques de la couche :
 Toit : schiste résistant
 Sillon de charbon de 0,70 à 0,75 m de puissance moyenne, mais présence de dérangements donnant lieu à des ouvertures pouvant atteindre 2 m
 Mur : schiste
 Pente : variant de 30° à —25°, mais de seulement 5° en moyenne (allure très ondulée de la couche qui présente 3 bassins successifs)
 Longueur de taille : 185 m
 Avancement journalier moyen : 1,20 à 1,25 m
 Production journalière moyenne de mars à juin 1962 inclus (mois pendant lesquels le rabotage a pu être réalisé régulièrement sur toute la longueur de la taille) : 220 t
 Rendement journalier moyen pendant la même période : 2.993 kg
 Indice correspondant : 35,4
 Rendement réalisé dans la taille couchant de 10 Paumes, seul point de comparaison : 2.712 kg ; toutefois dans cette taille, la puissance de la couche est de 1,40 m au lieu de 0,70 m. Il est à prévoir que, si la puissance de la couche dans la taille couchant n'avait été que de 0,70 m, le rendement n'y aurait pas excédé 1.760 kg (ce rendement a été déduit de l'indice présumé, lui-même calculé sur base d'une documentation Limbourg-Meuse du 19-10-57).

N.B. — Lors de son démarrage, la taille n'était rabotée que dans son 1/3 inférieur, et on y réalisait un rendement d'environ 2.100 kg. Cette dernière valeur confirme que le rendement présumé de 1.760 kg pour abattage au marteau-piqueur sur toute la longueur de la taille n'est certainement pas sous-estimé.

Indices correspondants :

- indice réalisé dans la taille couchant de 10 Paumes : 36,9
 - indice qui aurait été réalisé si la puissance de la couche avait été de 0,70 m au lieu de 1,40 m (environ 20 points d'indice supplémentaire suivant documentation Limbourg-Meuse du 19-10-1957) : 57
- Gains bruts d'indice :
- a) par rapport à l'indice réalisé dans la taille couchant de 10 Paumes : 3,5
 - b) par rapport à l'indice qui aurait été réalisé

dans l'hypothèse citée ci-dessus (puissance de 0,70 m au lieu de 1,40 m) : 25,6

Gains nets d'indice :

- a) par rapport à l'indice réalisé dans la taille couchant de 10 Paumes : — 4,5
- b) par rapport à l'indice qui aurait été réalisé avec puissance de 0,70 m au lieu de 1,40 m : 15 à 16 points.

Il me paraît utile de verser également au dossier les résultats obtenus dans un charbonnage campinois à l'issue d'une période de plus de 4 années au cours de laquelle le degré de mécanisation des chantiers est passé de 0 à plus de 50 % ; ces résultats sont tirés d'une documentation en date du 19-10-1957 dans laquelle les rendements réalisés grâce au rabotage sont comparés aux rendements précédemment obtenus lorsque l'abattage se faisait au marteau-piqueur et l'évacuation en tailles par des moyens classiques tels que couloirs oscillants et bandes transporteuses. Les rendements précités ont été fournis par le charbonnage campinois pour différentes puissances de veine (et reportés sur diagramme en fonction de ces puissances). Les rendements figurant dans cette documentation ont été définis de la manière la plus extensive, et font intervenir le personnel desservant les chantiers jusqu'aux puits. Ceci est sans inconvénient, car nous convertirons ces rendements en indices dont nous déduirons les « gains d'indices » qui eux représentent exclusivement l'économie de personnel en taille résultant de la mécanisation et sont totalement indépendants de la définition adoptée pour le rendement. C'est pour le même motif que nous avons négligé dans les exemples précédents de définir la notion de rendement adoptée dans chaque cas ; notre appréciation sur le bénéfice résultant de la mécanisation reposera en effet uniquement sur la notion de « gain d'indice » indépendante de l'acception du terme « rendement ».

Ci-dessous les chiffres comparatifs établis fin 1957 par le charbonnage campinois :

Puissance de 0,50 m

Rendement marteau-piqueur :	1.350 kg
Indice marteau-piqueur :	74,1
Rendement rabotage :	2.160 kg
Indice rabotage :	46,5
Gain brut d'indice :	27,8
Gain net d'indice (en se référant au coût de la mécanisation établi à la rubrique précédente) :	environ 20 points

Puissance de 0,60 m

Rendement marteau-piqueur :	1.480 kg
Indice marteau-piqueur :	67,5
Rendement rabotage :	2.520 kg
Indice rabotage :	45,1

Gain brut d'indice :	24,4
Gain net d'indice :	environ 17 points

Puissance de 0,70 m

Rendement marteau-piqueur :	1.610 kg
Indice marteau-piqueur :	62
Rendement rabotage :	2.460 kg
Indice rabotage :	40,6
Gain brut d'indice :	21,4
Gain net d'indice :	environ 15 points

Puissance de 0,80 m

Rendement marteau-piqueur :	1.740 kg
Indice marteau-piqueur :	57,5
Rendement rabotage :	2.600 kg
Indice rabotage :	58,4
Gain brut d'indice :	19,1
Gain net d'indice :	environ 14 points

Puissance de 0,90 m

Rendement marteau-piqueur :	1.870 kg
Indice marteau-piqueur :	55,4
Rendement rabotage :	2.740 kg
Indice rabotage :	56,5
Gain brut d'indice :	16,9
Gain net d'indice :	environ 13 points

Puissance de 1,00 m

Rendement marteau-piqueur :	2.000 kg
Indice marteau-piqueur :	50
Rendement rabotage :	2.880 kg
Indice rabotage :	54,7
Gain brut d'indice :	15,5
Gain net d'indice :	environ 12 points

Puissance de 1,10 m

Rendement marteau-piqueur :	2.150 kg
Indice marteau-piqueur :	46,9
Rendement rabotage :	3.050 kg
Indice rabotage :	53
Gain brut d'indice :	13,9
Gain net d'indice :	environ 11 points

Puissance de 1,20 m

Rendement marteau-piqueur :	2.260 kg
Indice marteau-piqueur :	44,2
Rendement rabotage :	3.170 kg
Indice rabotage :	51,5
Gain brut d'indice :	12,7
Gain net d'indice :	environ 10 points

Si nous comparons les gains nets d'indice réalisés d'une part en Campine et d'autre part à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut, nous constatons que, si ces gains d'indice ont le même ordre de grandeur, les gains de Charleroi sont cependant inférieurs d'environ 2 points aux gains de

Campine, sans doute en raison de la nature plus dérangée du gisement.

En gros, nous pourrions dire qu'à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut, le gain net d'indice obtenu grâce à la mécanisation de l'abatage varie de 15 points en couche de 0,60 m de puissance à 11 points en couche de 0,90 m de puissance. Par la même occasion, on remarque que le gain d'indice est plus élevé en petite puissance qu'en plus grande puissance, ce qui est logique si on tient compte des difficultés de l'abatage manuel en petite ouverture ; malheureusement comme il a déjà été signalé précédemment, la dégradation de la granulométrie du charbon est plus importante en petite qu'en grande puissance, du moins avec rabot rapide et rabot adaptable.

Il nous reste à tenir compte des frais de mise en place de l'installation de rabotage. Ces frais se répartiront évidemment sur un tonnage d'autant plus grand que le panneau à exploiter aura une longueur de chassage plus grande.

Nos avons signalé précédemment que les frais de mise en place d'une installation de rabotage se chiffraient à 1 homme-poste par m d'installation. Imaginons une taille de 200 m de longueur ; la mise en place de l'installation nécessitera donc 200 hommes-poste. Adoptant une hypothèse défavorable, supposons que cette taille ne puisse progresser que pendant 6 mois à raison d'une production journalière de 200 t, représentant $200 \times 125 = 25.000$ t sur 6 mois ; le coût en indice de la mise en place de l'installation vaudra $200/250 = 0,8$. Adoptant une hypothèse favorable, supposons que cette taille puisse progresser pendant un an à raison d'une production journalière de 300 t représentant $300 \times 250 = 75.000$ t sur un an ; le coût en indice de la mise en place de l'installation ne vaudra plus dans ce cas que $200/750 = 0,27$. En moyenne, l'incidence des frais de mise en place de l'installation ne représentera donc qu'un demi-point d'indice. Si nous mettons à charge de l'installation de rabotage un demi-point supplémentaire pour frais imprévus, nous pourrions finalement et définitivement conclure que l'on peut espérer de la mécanisation de l'abatage un gain net d'indice variant de 14 points en couche de 0,60 m d'ouverture à 10 points en couche de 0,90 m d'ouverture.

En regard de ce gain net d'indice, il faut cependant mentionner la possibilité de dégradation de la granulométrie du charbon, particulièrement crainte dans le secteur domestique. Dans un cas, avec utilisation d'un *rabot adaptable*, cette dégradation du charbon a entraîné une diminution du prix de vente du charbon d'environ 45 F/t, ce qui correspond à 7 à 8 points d'indice.

CONCLUSIONS

Les applications de rabots adaptables et à ancre réalisées à l'Arrondissement de Charleroi-Est du

Bassin du Hainaut présentent un intérêt certain du fait qu'un grand nombre d'entre elles concernent des couches de faible ouverture (0,55 m à 0,60 m) ou dérangées.

Nos conclusions porteront sur deux points :

1. Possibilités d'utilisation du rabot en faible ouverture ou en zones dérangées.

Les rabots rapides, adaptables et à ancre sur convoyeurs blindés PFO paraissent pouvoir être appliqués à des couches de 0,55 à 0,60 m d'ouverture pour autant que la tenue du toit soit suffisante pour éviter le placement d'un soutènement au-dessus du convoyeur blindé (risque d'accrochage des bèles articulées par les blocs de charbon). Le rabot à ancre semble cependant devoir mieux convenir que les rabots rapide et adaptable du fait de l'impossibilité dans cet engin du battage des chaînes susceptible de dégrader le toit.

Un inconvénient est cependant inhérent à tous ces rabots en faible ouverture : la différence minimale entre la vitesse du convoyeur blindé PFO et la vitesse du rabot en course descendante, qui est susceptible de provoquer une accumulation de charbon jusqu'au toit au-dessus du convoyeur blindé et, à défaut du débordement du charbon, le calage du rabot dans cette accumulation ; dans un charbonnage, en ouverture de 0,60 m, cette difficulté a été tournée en ne faisant fonctionner le convoyeur blindé que pendant la course montante du rabot.

Pour ce qui est de l'application du rabot en zones dérangées, une expérience intéressante a été faite dans la couche 10 Paumes au siège n° 1 des Charbonnages Réunis. Il existait dans cette couche des dérangements donnant lieu à fonds de bassin, relais, bosseyements de mur en vue d'adoucir les variations de pente. Dans de telles conditions, il s'est avéré que le rabot à ancre avait un comportement correct là où l'usage de rabots rapides et adaptables se serait avéré impraticable en raison du battement des chaînes. Les seules difficultés rencontrées ont concerné l'usage du convoyeur blindé ; pour y parer, l'emploi de raclettes à profil symétrique (diminution du risque de calage), de glissières à profil renforcé et mieux dessiné et d'éléments de convoyeur blindé courbes (diminution de l'usure au droit des changements de pente) s'est avéré intéressant. Il a été remédié à la tendance au cabrage du convoyeur blindé au droit des bassins par des dispositifs anticabreurs simples, conçus et fabriqués par les services du Charbonnage (3).

En résumé, le rabot à ancre s'est avéré un engin beaucoup mieux adapté aux petites ouvertures et aux couches dérangées que les rabots rapide et adaptable.

(3) Voir nos 7 et 8, 1962, des Annales des Mines de Belgique, R. Nanitzi : Abattage mécanique par rabot-ancre à la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis.

2. Rentabilité des rabots sur convoyeur blindé.

Mes conclusions seront limitées au cadre relativement étroit de mon domaine d'observation ; elles ne concerneront en effet que l'abattage du charbon *domestique* dans des couches de 0,60 m à 1 m d'ouverture où les possibilités d'évacuation ne permettent qu'une production de 200 à 300 t/jour.

Mes conclusions s'appuieront sur les trois constatations suivantes :

a) La mécanisation de l'abattage permet de réaliser un gain d'indice *net* (c'est-à-dire déterminé après déduction de l'équivalent en indice des frais d'amortissement et de réparation du matériel) de 10 points en puissance de 0,90 m à 14 points en puissance de 0,60 m.

b) Dans un cas, avec rabot adaptable et dans une couche de 0,60 à 0,65 m de puissance (avec faux-toit), la dégradation de la granulométrie a entraîné une diminution du prix de vente du charbon d'environ 45 F/t, ce qui correspond à au moins 7 points d'indice, c'est-à-dire à la moitié du gain net d'indice calculé dans ce cas.

Par contre avec rabot à ancre et dans une couche de 0,90 m de puissance, on n'a pas décelé de dégradation du charbon (ce fut même plutôt la tendance inverse qui fut observée).

c) Avec son convoyeur blindé répartiteur de voie, une installation de rabot rapide ou rabot adaptable sur PFO coûte grosso modo à l'achat le double du convoyeur blindé PFO de taille.

Le prix de revient à la tonne des différents rabots représente également grosso modo le double du prix de revient d'un simple convoyeur blindé de taille.

D'autre part, les valeurs précédemment citées de gains d'indices réalisés dans un Charbonnage de Campine résultent de la comparaison de chantiers à transporteurs classiques (bandes transporteuses et couloirs oscillants) à des chantiers complètement mécanisés. Or dans la communication faite en 1957 par ce charbonnage, à laquelle je me suis référé, il est constaté que la moitié du gain d'indice brut réalisé aurait été obtenue en substituant à une taille classique (avec couloirs oscillants et bandes transporteuses) une taille équipée d'un convoyeur blindé ripé par pousseurs sous un soutènement en porte-à-faux et en appliquant à cette taille la même surveillance et la même recherche d'organisation que l'on déploie lorsqu'on mécanise complètement l'abattage. Dans le Bassin de Charleroi-Namur, les gains d'indices signalés résultent de la comparaison de chantiers complètement mécanisés à : soit des chantiers où l'on faisait usage en tout ou en partie de transporteurs classiques (bandes transporteuses, couloirs oscillants, couloirs fixes en pendage automoteur), le convoyeur blindé n'étant utilisé que sur des fractions de taille, soit des chantiers où tout en faisant usage de convoyeurs blindés on n'exerçait pas sur le travail une surveillance aussi vigilante

que lors d'une mécanisation totale et où en tout cas on était loin de déployer le même effort d'organisation. Enfin, il s'est avéré depuis longtemps que le transport par convoyeur blindé préserve la granulométrie ; dans des pentes automotrices de l'ordre de 25° certains charbonnages substituent d'ailleurs avec profit des convoyeurs blindés aux tôles fixes dans le but d'améliorer la granulométrie et de régulariser l'évacuation.

Des trois constatations ci-dessus découlent immédiatement les conclusions suivantes applicables aux gisements de charbon domestique et à des ouvertures de 0,60 à 1 m.

A) lorsqu'il y a une dégradation importante de la granulométrie, analogue à celle qu'on a constatée dans certains cas avec rabot rapide et adaptable, il est possible que la diminution du prix de vente du charbon compense le gain d'indice résultant du montage d'un rabot sur convoyeur blindé. Il est donc possible que dans ces conditions ne subsiste que le gain d'indice résultant de la substitution en taille du convoyeur blindé à un transporteur classique (bande, couloirs oscillants, tôles fixes), d'une surveillance plus efficace et d'une étude plus poussée de l'organisation.

On comprend dans ce cas le point de vue de certains ingénieurs qui déclarent préférer disposer à prix d'achat égal de deux convoyeurs blindés susceptibles d'équiper deux tailles au lieu d'une installation complète de rabotage à n'installer que dans une seule taille.

Evidemment, il faut se garder d'adopter sans aucune réserve de tels points de vue étant donné la part d'incertitude qui règne sur les déterminations les plus honnêtes de gains d'indice et le petit nombre d'essais granulométriques comparatifs dont on dispose.

B) Lorsqu'il n'y a pas de dégradation notable du charbon, ce qui paraît être le cas avec rabot-ancre, l'avantage de la mécanisation totale de l'abattage est indiscutable puisqu'elle procure un gain net d'indice (compte tenu de l'équivalent en indice de l'amortissement et des frais de réparation) de 10 points en couche de 0,90 m de puissance à 14 points en couche de 0,60 m de puissance.

Il serait souhaitable que des essais granulométriques comparatifs plus nombreux puissent être faits en vue d'établir de manière indiscutable l'intérêt en couches anthraciteuses de 0,60 m à 0,90 m d'ouverture de la mécanisation totale de l'abattage.

On peut se demander pourquoi la mécanisation totale de l'abattage ne s'est pas davantage développée ces dernières années à l'Arrondissement de Charleroi-Est du Bassin du Hainaut. J'y vois deux motifs :

a) Le prix d'achat extrêmement élevé de l'installation : une installation de rabot-ancre de 220 m de

longueur avec convoyeur blindé répartiteur de voie coûte plus de 5.000.000 F. Quand on considère d'ailleurs le prix de certains éléments, on reste assez rêveur ; ainsi un élément de carter de protection de chaîne de rabot avec support de chaîne et haussette coûte environ 7.000 F pour une longueur de 1,50 m.

On peut évidemment toujours remarquer que, si le dessin de tels éléments est extrêmement simple, l'impératif de robustesse et de résistance à l'usure a nécessité la coulée d'aciers spéciaux en fortes épaisseurs.

Ce prix d'achat élevé a été un obstacle au développement de la mécanisation de l'abattage pendant la période de crise où la plupart des charbonnages se sont trouvés au prise avec de sérieuses difficultés financières.

b) La crainte de ne pouvoir réaliser un amortissement de durée normale du matériel, faute de chantiers en nombre suffisant se prêtant à la mécanisation. C'est le cas notamment des petits charbonnages.

Si entre deux chantiers se prêtant à la mécanisation, l'installation stockée en magasin ne s'abîme nullement, par contre, le capital qu'elle représente dort sans aucun profit et continue même à coûter l'intérêt y afférent. Cet inconvénient a été particulièrement sérieux au cours des dernières années de crise.

D'autre part, si la durée d'inactivité du rabot entre deux utilisations est trop longue, le rabot apparaîtra très vite comme un type de matériel de service qui n'aura eu pour résultat que de grever le débit du compte profits et pertes d'un ou deux exercices annuels sans qu'il en soit apparu aucune amélioration sensible du prix de revient.

c) La crainte de dégradation de la granulométrie du charbon à laquelle tous les charbonnages ont été particulièrement sensibles durant les années de crise alors que seuls les calibres domestiques étaient d'un écoulement assuré. L'introduction relativement récente du rabot-ancre paraît avoir apporté un remède à cet inconvénient ; toutefois, l'efficacité du rabot-

ancre au point de vue de la dégradation de la granulométrie mériterait d'être étayée par des essais granulométriques comparatifs plus nombreux. A propos de granulométrie, je signale l'intérêt que présenterait, pour le développement de la mécanisation en gisement de charbons domestiques, la mise au point d'agglomérés non fumeux (la S.A. des Charbonnages des Houillères Unies vient de démarrer une fabrication industrielle de boulets non fumeux à base d'anhracite) ; la mise au point d'agglomérés non fumeux permettrait en effet d'abattre la frontière existant actuellement entre calibres industriels et domestiques et relèguerait au second plan les soucis de granulométrie.

En résumé, en gisement domestique et en couche de 0,60 m à 1 m d'ouverture, le rabot-ancre paraît ne pas occasionner de dégradation de la granulométrie (ou n'occasionner qu'une dégradation négligeable) ; cet engin paraît également pouvoir s'adapter sans nécessiter trop de palliatifs à des couches de faible ouverture (0,55 m à 0,60 m) et relativement dérangées. Si ces avantages se confirment, il ne restera plus contre l'utilisation du rabot sur convoyeur blindé que le prix d'achat extrêmement élevé de l'engin et la crainte de ne pouvoir l'amortir sur une durée normale faute de chantiers adéquats. Cet argument sans grande valeur pour les très grosses sociétés est de poids pour les petites sociétés ; seule une formule permettant l'utilisation à tour de rôle d'un même matériel par ces petites sociétés permettrait de supprimer ce dernier obstacle à un développement plus poussé de la mécanisation de l'abattage.

Je ne serais pas complet sans mentionner un argument en faveur de la mécanisation de l'abattage qui m'a été plusieurs fois avancé ces derniers temps en pleine crise de recrutement de la main-d'œuvre ; en faisant abstraction de tout autre avantage, la mécanisation de l'abattage permet d'assurer la production normale du siège avec moins de personnel et, en améliorant les conditions de travail, tend à assurer une meilleure stabilité de ce personnel.

Application, dans les chantiers chauds, des résultats de l'étude scientifique du travail humain

par J. SAUCEZ,

Attaché au Centre de Formation postuniversitaire
pour Ingénieurs de charbonnages près la Faculté Polytechnique de Mons.

SAMENVATTING

Het artikel handelt over de invloed van temperatuur en vochtigheid op de houding van de arbeider en maakt gewag van een praktische methode, die gebaseerd is op algemeen aanvaarde wetenschappelijke feiten, en een dubbel resultaat oplevert :

1. de veiligheid van de arbeider, blootgesteld aan hoge temperaturen, wordt gewaarborgd ;
2. de verdelende rechtvaardigheid wordt in acht genomen, zodanig dat een arbeider, tewerkgesteld in een warme werkplaats, op dezelfde wijze als een andere, die in meer gematigde omstandigheden werkt, beveiligd wordt tegen oververmoeidheid.

De moeilijkheden die het organisme ondervindt hangen niet allen af van de thermische belasting maar hebben ook andere oorzaken. De beschreven methode maakt het mogelijk deze globale belasting naar waarde te schatten met behulp van eenvoudige criteria, zodat de hoeveelheid van het gevraagde werk kan beperkt worden in functie van de klimatologische omstandigheden en de min of meer afmatende aard van het werk zelf.

De vermindering van activiteit waartoe op deze wijze wordt besloten, en die voor doel heeft het thermisch evenwicht van het lichaam te behouden, moet bekomen worden door middel van een aantal rustperiodes verdeeld over gans de dienst, en niet door middel van een gezamenlijk toegestane rustperiode op het einde van de dienst, vermits deze dikwijls te laat komt.

De nota wordt vervolledigd met enkele volledig uitgewerkte cijfervoorbeelden van deze methode, die thans in de meeste grote Belgische mijnen ingang heeft gevonden, dank zij het Centrum voor Postuniversitaire Vorming voor Ingenieurs van Kolenmijnen.

RESUME

L'exposé précise l'influence de la température et de l'humidité sur le comportement du travailleur et fait part d'une méthode pratique, basée sur des données scientifiquement établies, répondant à un double objectif :

1. assurer la sécurité du travailleur exposé aux hautes températures ;

2. assurer la justice distributive de telle sorte que le travailleur occupé dans un chantier chaud soit à l'abri de surmenage dans la même mesure qu'un autre bénéficiant de conditions d'ambiance plus favorables.

La charge subie par l'organisme dépend de la contrainte thermique mais aussi des autres causes de fatigue. La méthode décrite permet d'évaluer cette charge globale à partir de critères simples et de réduire en conséquence la quantité de travail réalisé en fonction des conditions climatiques et du caractère plus ou moins pénible du travail.

Pour maintenir l'équilibre thermique du corps, la réduction d'activité ainsi déterminée se traduit par des repos répartis sur tout le poste, et non par un repos accordé globalement après le travail car il surviendrait trop tard.

La note est complétée par quelques exemples chiffrés complets d'application de la méthode, qui est maintenant implantée dans la plupart des mines belges importantes, à l'initiative du Centre de Formation Postuniversitaire pour Ingénieurs de Charbonnages.

INHALTSANGABE

Der Aufsatz legt den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf das körperliche Befinden des Arbeiters dar und entwickelt dann eine auf wissenschaftliche Erkenntnisse gestützte praktische Methode, die ein doppeltes Ziel verfolgt :

1. Sicherheit des Arbeiters unter hohen Temperaturen ;
2. Lohnbestimmung, so dass ein an heißen Betriebspunkten eingesetzter Arbeiter ebenso gegen Ueberanstrengung geschützt ist wie ein anderer, der an einem klimatisch günstigeren Arbeitsplatz tätig ist.

Die Beanspruchung des Organismus hängt von der Wärmeeinwirkung und anderen Ermüdungsursachen ab. Nach der beschriebenen Methode ist es möglich, die Gesamtbelastung des Organismus aufgrund einfacher Kriterien festzustellen und das Ausmass der zu verrichtenden Arbeit dementsprechend, abhängig von den klimatischen Bedingungen und dem Schwierigkeitsgrad der Arbeit, einzuschränken.

Zur Aufrechterhaltung des thermischen Gleichgewichts im Körper muss die so bestimmte Einschränkung der Arbeitstätigkeit in Form kurzer, über die ganze Schicht verteilter Pausen erfolgen und nicht durch eine längere Ruhezeit nach der Arbeit, die zu spät käme.

Der Aufsatz wird ergänzt durch einige vollständige Zahlenbeispiele der Anwendung der Methode, die neuerdings auf Anregung der Zentralstelle für die berufliche Fortbildung von Bergingenieuren in den meisten grösseren belgischen Gruben eingeführt worden ist.

Le problème du travail humain dans les chantiers chauds a reçu en Belgique une solution qui nous paraît satisfaisante à la fois sur le plan pratique et par sa rigueur scientifique.

La méthode, appliquée par le Centre de Formation Postuniversitaire pour Ingénieurs de charbonnages, fonctionnant sous la direction scientifique de M. R. Vanhaesendonck, tient compte en effet d'impératifs d'ordre physiologique qu'elle prétend satisfaire. Le cas du travail dans les milieux à haute température s'intègre d'ailleurs dans le cadre plus général de l'étude du travail humain.

Cette méthode a été introduite en charbonnages en 1956 et, à l'heure actuelle, elle est implantée dans la plupart des mines belges.

RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS DE L'ETUDE QUANTITATIVE DU TRAVAIL HUMAIN

L'activité d'un ouvrier au travail, indépendamment de sa qualification, c'est-à-dire du niveau des

SUMMARY

The report gives details of the effect of temperature and humidity upon the workman's behaviour and explains a practical method, based on scientifically obtained data, satisfying a twofold purpose :

1. To ensure the safety of the workmen exposed to high temperatures ;
2. To ensure distributive justice so that the workman employed in a hot working place is protected against strain to the same extent as another workman who enjoys more favourable working conditions.

The strain supported by the organism depends on the thermic stress but also on other causes of fatigue. The method described makes it possible to assess this global strain on the basis of simple criteria and consequently to reduce the amount of work achieved in function of the climatic conditions and the more or less arduous nature of the work.

To maintain the thermic balance of the body, the reduction of activity thus determined is accomplished by rest periods at intervals throughout the shift, and not by rest time granted globally after the work, as it would then be too late.

The report is completed by some examples with figures of the application of the method, which is now in current use in most of the important Belgian mines, through the initiative of the Centre of Post-Graduate Courses for Coal-Mining Engineers.

qualités professionnelles requises par sa fonction, est caractérisée par trois critères principaux :

- le caractère plus ou moins pénible des travaux exécutés ;
- le rythme ou l'allure de l'opérateur, c'est-à-dire sa vitesse d'exécution et l'efficacité du mode opératoire ;
- la fréquence et l'importance des repos qu'il s'accorde.

Le premier de ces facteurs est une caractéristique du poste de travail et, à ce titre, indépendant du travailleur. En revanche, l'opérateur peut, dans une majorité de cas, régler à son gré son allure et l'importance de ses moments de restauration physique et physiologique.

Le travail doit donc être organisé de telle sorte que la combinaison des trois facteurs susmentionnés ne conduise en aucun cas à une fatigue excessive du travailleur.

En bonne logique, la fréquence et l'importance des repos doivent être d'autant plus grandes que

les travaux sont plus pénibles. C'est la raison pour laquelle les spécialistes de l'étude du travail se sont attachés depuis plusieurs dizaines d'années à déterminer judicieusement l'importance des repos en fonction de la nature des opérations effectuées. Nous possédons maintenant le recul nécessaire et un champ d'expérience suffisamment vaste pour pouvoir attribuer les coefficients de repos adéquats pour tous les travaux du fond de la mine, quelles que soient les conditions particulières du travail.

Comme nous le montrerons plus loin, ces coefficients de repos (dit alloué) ne correspondent pas à la situation que l'on trouverait à la limite de fatigue de l'ouvrier.

On définit en effet, comme activité normale, celle d'un opérateur moyen, parfaitement entraîné au mode opératoire exigé, travaillant à l'allure normale et prenant les repos alloués.

Cette activité normale se situe bien en dessous de l'activité optimum.

Un travailleur moyen est capable de maintenir une activité de 40 % supérieure à l'activité normale, sans qu'il en résulte de surmenage. Ainsi, si l'activité normale est évaluée 1, l'activité optimum atteint 1,4.

Toutes les données dont nous ferons état se rapportent à l'activité normale. Elles ne sont donc pas relatives à ce qu'un travailleur est capable de fournir en régime sans dommage pour sa santé, mais tiennent compte d'une marge de sécurité de 40 %.

En fait, les ouvriers peuvent dépasser l'activité normale, soit en travaillant à une allure plus élevée que la moyenne, soit en ne prenant pas tous les repos alloués.

COEFFICIENTS DE REPOS DANS DES CONDITIONS NORMALES DE TEMPERATURE

Ces coefficients s'expriment sous la forme $1 + k$, le terme k représentant le rapport, en % ,entre le temps de repos alloué et le temps de travail proprement dit, si celui-ci est effectué à l'allure normale.

Pour des conditions normales de climat, ces coefficients prennent des valeurs s'échelonnant à partir de 1,08 jusqu'à 1,50 et même plus pour les travaux anormalement lourds.

On en trouvera ci-dessous quelques exemples d'application au fond :

- 1,08 marche libre en palier sur sol uni ;
- 1,10 marche libre en bouveau horizontal à cadres, d'une hauteur de 1,80 m ;
- 1,10 travaux légers effectués assis ;
- 1,14 travaux d'ajustage mi-lourds et légers (coefficient moyen) ;
- 1,14 à 1,16 marche libre en bouveau horizontal à cadres d'une hauteur de 1,60 m ;
- 1,20 conduire une chargeuse à godet de type moyen ;
- 1,24 poser un étau à friction pesant 40 kg dans

un chantier de 1,40 m d'ouverture et d'une inclinaison de 15° ;

1,52 travail au marteau-piqueur. Ouverture de la veine : 90 cm ; inclinaison : 25° ; poids du marteau équipé : 9,5 kg ; pression d'air comprimé = $5 \pm 0,5$ atm.

Dans la pratique, nous disposons de tables donnant les coefficients de repos afférents à chaque travail pour les différentes conditions qui peuvent être rencontrées : ouverture de la veine, inclinaison, nature de l'engin, son poids, la dureté des terrains, etc...

Sur le plan physiologique, les spécialistes médicaux ont montré par des exemples vécus que l'utilité des repos est d'autant mieux assurée qu'ils sont judicieusement répartis. En fait, le réconfort qu'un travailleur retire de ses périodes d'inactivité devient optimum si, à aucun moment, ce travailleur ne dépasse un certain seuil de fatigue. Les repos courts et fréquents ou les ralentissements dans l'allure du travail sont donc plus efficaces que des repos prolongés survenant trop tard. Ceci confirme bien l'expérience personnelle que nous avons eue dans une mine particulièrement difficile et chaude où l'exploitation était pratiquée à 1415 m de profondeur.

La méthode appliquée en Belgique, basée sur la détermination de l'activité normale du travailleur, laisse à celui-ci toute latitude pour régler son rythme de la façon la mieux équilibrée.

CAS DES MILIEUX A TEMPERATURE ELEVEE

Le problème du travail dans les ambiances chaudes n'est pas intrinsèquement différent de ceux que l'on rencontre dans les conditions normales de température. Du point de vue de la sécurité, il faut se prémunir contre tout risque de rupture de l'équilibre physiologique du travailleur.

Dans les milieux chauds, la contrainte thermique s'ajoute aux autres causes de fatigue.

Dans une communication de l'Institut d'Hygiène des Mines du 19 juin 1956, le Professeur Lavenne a clairement exprimé l'équation du bilan thermique du corps humain en y faisant apparaître tous les termes :

- métabolisme de base
- métabolisme de travail
- chaleur dégagée par le mécanisme de la sudation
- chaleur échangée avec l'ambiance par convection et rayonnement.

L'équilibre sera réalisé si le métabolisme total reste inférieur à la somme algébrique des deux autres termes, ce qui revient à limiter le métabolisme de travail. Il est en effet indispensable de tenir compte à la fois des conditions de températures et de l'intensité du travail fourni.

C'est ce que nous réalisons en Belgique, à l'initiative du Centre postuniversitaire, en majorant, en

fonction des conditions d'ambiance, les coefficients de repos dont il a été question au chapitre précédent.

Nous multiplions le pourcentage de repos par un coefficient approprié. Si $i + k$ représente le coefficient de repos pour une température normale (k étant le pourcentage de repos), nous affectons le terme k d'un coefficient de correction C dépendant de la température effective américaine (basic scale).

Le coefficient de repos corrigé devient ainsi $i + kC$.

Les valeurs des coefficients correcteurs sont renseignées sur le tableau I et peuvent être transposées sous forme de diagramme, comme sur la figure 1.

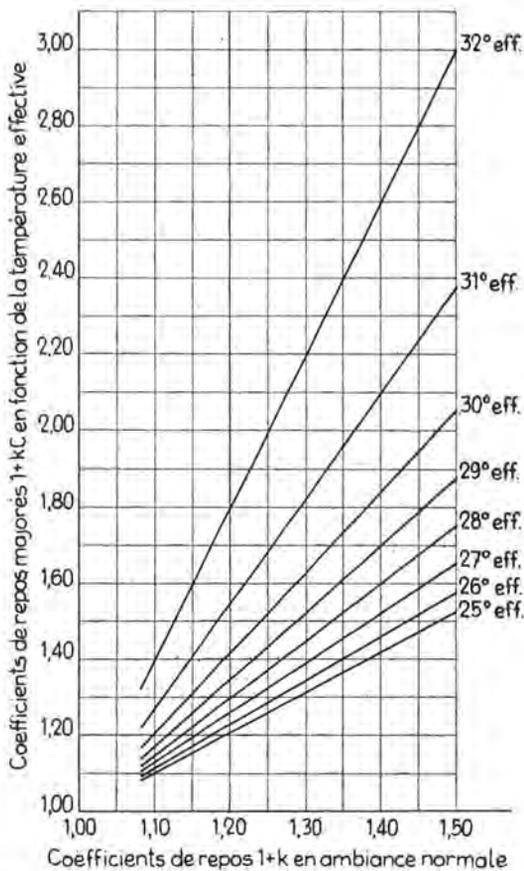


Fig. 1. — Coefficients de repos dans les milieux chauds.

qui donne alors directement la correspondance des coefficients de repos en milieu normal ($1 + k$) et en milieu chaud ($1 + kC$) en fonction de la température effective.

Rappelons que la température effective américaine (basic scale), valable pour des sujets nus jusqu'à la ceinture, dépend de la température sèche, de la température humide et de la vitesse de l'air. On la détermine à partir de l'abaque de la figure 2.

TABLEAU I.

Température effective américaine	Coefficient de correction C du pourcentage de repos k
24	1,00
25	1,05
26	1,15
27	1,30
28	1,50
29	1,75
30	2,10
31	2,75
32	4,00

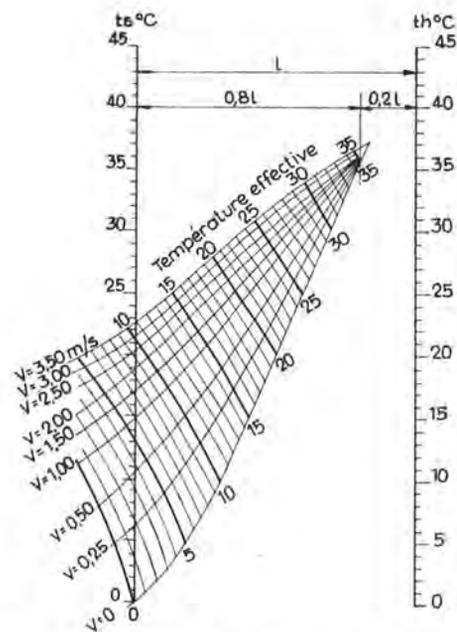


Fig. 2. — Température effective américaine (basic scale), Abaque de l'A.S.H.A.E. (sujets au repos, nus jusqu'à la ceinture).

Considérée comme critère pour la mesure du climat, c'est une notion pratique largement expérimentée à l'heure présente.

L'application de la méthode qui vient d'être exposée donne tous les apaisements en ce qui concerne la sécurité des travailleurs.

Comparons-en les résultats à ceux que donne l'étude faite du point de vue médical.

Pour la zone des températures effectives comprises entre 29° et 30° C par exemple, le Professeur Lavenne préconise les mesures suivantes :

« Augmenter les pauses de manière que la dépense énergétique, pauses comprises, soit de 1500 kcal pour 7 heures de travail en taille, trajets exclus ; ce qui donne environ 1 h 10 de repos réparti et 5 h 50

de travail normal au cas où le métabolisme de travail est de 250 kcal/h. »

L'application des coefficients de repos, dans la même zone de températures, conduit aux résultats suivants :

Le coefficient de repos $1 + k$ pour un métabolisme de 250 kcal/h est environ de 1,50. Le facteur de correction C pour une température comprise entre 20 et 30° est égal à 1,90. Le coefficient de repos corrigé est ainsi de $1 + (1,90 \times 50/100) = 1,57$, c'est-à-dire que pour 7 heures de travail en taille par exemple, trajets exclus, le temps de repos réparti est de $0,57/1,57 \times 7 \text{ h} = 2 \text{ h } 55 \text{ min}$ et le temps de travail normal de $1,00/1,57 \times 7 \text{ h} = 4 \text{ h } 27 \text{ min}$.

Ces chiffres font apparaître la marge de sécurité que notre méthode implique.

Il est d'autre part intéressant d'évaluer la durée supplémentaire de repos résultant de l'application du coefficient correctif de température.

Dans l'exemple précédent, qui se rapporte à une température comprise entre 20 et 30°, ce supplément de repos est égal à $(0,57 - 0,50)/1,57 = 1 \text{ h } 12 \text{ min}$, ce qui revient à réduire à 5 h 48 min au lieu de 7 h, la durée du travail exécuté avec des repos normaux.

DUREE DU POSTE

Nous croyons avoir montré — et nous donnerons plus loin des exemples chiffrés d'application — dans quel esprit le problème du travail humain dans les chantiers chauds a été résolu en Belgique (1). L'instauration de repos répartis dont l'importance est fonction de la fois de la fatigue que le travail occasionne et de la surcharge climatique, permet de se maintenir en permanence largement en dessous du niveau limite d'équilibre thermique du corps.

Nous pensons que cette méthode est bien préférable à celle qui préconiserait une limitation de la durée du poste et qui reporterait de la sorte le repos supplémentaire, globalement, après le travail, c'est-à-dire trop tard.

TRAVAIL A LA TACHE

De nombreuses entreprises appliquent un système de rémunération des salaires à la tâche.

Que faut-il en penser sous l'angle de la sécurité ?

Nous n'avons jamais rencontré, dans les mines chaudes, d'exemple de surenchère parmi les travailleurs, qui conduise à une productivité excessive, voire dangereuse, sous l'impulsion du stimulant que constitue le salaire marchandé.

Les chiffres que nous avons donnés renferment, en outre, une marge de sécurité telle qu'aucun accident n'est à craindre, et nous croyons qu'une application saine de la méthode ne recèle aucun risque.

Bien entendu, lorsque l'on parle de travail à la tâche, nous songeons à des travailleurs accoutumés tant sur le plan professionnel qu'au point de vue des conditions climatiques. Il en est d'ailleurs ainsi en pratique puisqu'un système de rémunérations variables avec le rendement n'est, en tout état de cause, instauré qu'après une période de mise au point durant laquelle les salaires restent fixes.

En outre, tout système de rémunérations à la tâche possède deux éléments pondérateurs efficaces.

Dans le sens des rendements déficients, le salaire barémique minimum garantit à l'ouvrier le salaire qui lui serait octroyé si les primes n'existaient pas.

En ce qui concerne les performances fantaisistes que d'aucuns voudraient atteindre certains jours pour des raisons personnelles, elles sont, par la force des choses, inapplicables. En effet, la distribution du personnel dans un atelier de travail est réalisée par le chef de chantier qui fixe les différentes tâches en début de poste en fonction des capacités individuelles.

TRAVAIL LIE AU FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE

Le fait d'admettre une réduction de la productivité de la main-d'œuvre dans les endroits chauds pose le problème de l'harmonisation des travaux lorsque ceux-ci sont liés entre eux et spécialement lorsqu'ils sont tributaires du fonctionnement d'une machine dont le rendement, pour sa part, est indépendant des conditions de température.

La difficulté n'est que théorique. En fait, qu'il s'agisse par exemple du pelletage manuel des produits abattus par une machine d'abattage ou du nettoyage d'un convoyeur, etc..., on tient compte des repos réellement alloués et de la réduction de productivité qui en découle lors de la prévision de l'attelé.

Sur la connaissance des coefficients de repos s'appuie en effet le seul moyen objectif d'équilibrer les travaux et proportionner les difficultés auxquelles le personnel doit faire face.

EXEMPLES CHIFFRES

A. Températures normales.

1. *Travail léger — Analyse du travail d'un ajusteur préposé à l'entretien d'un appareillage.*

Durée du poste : 8 h

Durée du repas : 20 min (concedé)

Temps disponible total : 7 h 40 min

Temps des trajets aller-retour :

— en cage : 10 min (concedé)

(1) Il va sans dire que les charbonnages mettent tous leurs efforts à améliorer le climat de leurs travaux. Nous mentionnerons en particulier les installations de climatisation de l'air qui ont été érigées aux Charbonnages de Zwartberg et du Rieu-du-Cœur avec la collaboration scientifique de l'Institut d'Hygiène des Mines.

— en galeries horizontales de grande section auxquelles correspond un coefficient de repos de 1,10 : 30 min. Le temps de parcours, repos compris, atteint donc 35 min

— en galeries de chantier de 1,60 m de hauteur : 30 min. Coefficient de repos : 1,16. Temps de parcours, repos compris : 35 min

Temps total des trajets, repos compris : 1 h 18 min

Temps disponible à front, non compris le repas : 6 h 22 min

Coefficient de repos alloué pour le travail d'ajusteur envisagé : 1,14

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,14 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 5 \text{ h } 35 \text{ min}$$

Temps de repos réparti

$$0,14/1,14 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 47 \text{ min}$$

2. *Travail lourd* — Analyse du travail d'un ouvrier à veine.

Temps disponible à front, non compris le repas : comme ci-dessus soit 6 h 22 min

Coefficient de repos alloué :

- | | | |
|---|-------------|------|
| — pour l'abattage (1/3 du temps) : | } moyenne : | 1,30 |
| 1,30 | | |
| — pour le pelletage dans des conditions difficiles (1/3 du temps) : | | |
| 1,36 | | |
| — pour le soutènement (1/3 du temps) : | | |
| 1,24 | | |

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,30 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 4 \text{ h } 54 \text{ min}$$

Temps de repos réparti :

$$0,30/1,30 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 1 \text{ h } 28 \text{ min}$$

B. *Température effective de 30° à l'endroit du travail et de 28° dans la galerie d'accès au chantier.*

1. *Travail léger* — Analyse du travail d'un ajusteur.

Durée du poste : 8 h

Durée du repas : 20 min (concedé)

Temps disponible total : 7 h 40 min

Temps des trajets aller-retour :

— en cage : 10 min (concedé)

— en galeries horizontales de grande section à température normale : 30 min. Coefficient de repos 1,10. Temps de parcours, repos compris : 35 min

— en galerie de chantier : 30 min

Coefficient de repos non corrigé : 1,16

Coefficient de correction pour t. eff. = 28° : 1,50

Coefficient de repos corrigé :

$$1 + (0,16 \times 1,5) = 1,24$$

Temps de parcours repos compris : 37 min

Temps total des trajets, repos compris : 1 h 20 min

Temps disponible à front, non compris le repas :

$$6 \text{ h } 20 \text{ min}$$

Coefficient de repos alloué pour le travail d'ajusteur

— à la température normale : 1,14 (comme sous A₁)

— coefficient de correction pour t. eff. = 30° : 2,10

— coefficient de repos pour t. eff. = 30°

$$1 + (0,14 \times 2,10) = 1,29$$

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,29 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 4 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Temps de repos réparti :

$$0,29/1,29 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 1 \text{ h } 25 \text{ min}$$

2. *Travail lourd* — Analyse du travail d'un ouvrier à veine.

Temps disponible à front, non compris le repas : comme ci-dessus (B₁) soit 6 h 20 min

Coefficient de repos alloué

— à la température normale : 1,30 (comme sous A₂)

— coefficient de correction pour t. eff. = 30° : 2,10

— coefficient de repos pour t. eff. = 30° :

$$1 + (0,30 \times 2,10) = 1,63$$

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,63 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 3 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Temps de repos réparti :

$$0,63/1,63 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 2 \text{ h } 27 \text{ min}$$

COMPARAISON DES RESULTATS DE CES EXEMPLES :

1. *pour l'ajusteur.*

Temps de travail à front à l'allure normale :

A. à la température normale : 5 h 55 min

B. avec t. eff. = 30° : 4 h 55 min, soit 40 min ou 12 % en moins.

2. *pour l'ouvrier à veine.*

Temps de travail à front à l'allure normale :

A. à la température normale : 4 h 54 min

B. avec t. eff. = 30° : 3 h 55 min, soit 1 h 01 min ou 21 % en moins.

Les résultats du sondage de Soumagne

par J. M. GRAULICH,

Service Géologique de Belgique.

Le sondage de Soumagne, réalisé par ordre du Gouvernement Belge par le Service Géologique de Belgique, avait pour but de reconnaître l'extension méridionale du bassin houiller de Herve et la structure tectonique de l'autochtone sous les massifs charriés.

La description détaillée du sondage sera publiée dans les Mémoires pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique (Service Géologique de Belgique).

Détails d'exécution : Coordonnées de l'orifice (carte des Mines) : $x = + 17.601,28 N$; $y = - 128.212,25 E$; cote du plancher de travail : $+ 256,58 m$.

Entrepreneur : Firme Smet, S.A., à Dessel.

Commencé le 6 juin 1956 et arrêté le 8 avril 1959 à la profondeur de 2.528,28 m.

DESCRIPTION

Système Carbonifère — Etage Namurien.

	Base à
Schiste en dressant renversé dont l'inclinaison varie de 66° à 42° : trois passées de veine avec mur à radicelles, aux toits de ces passées, niveaux marins avec <i>Reticuloceras reticulatum</i> (R1c) à 11,60 m, avec <i>Lingula</i> sp. à 76,00 m, avec <i>Reticuloceras gracile</i> (R2a) à 111,25 m. Un niveau de grès grossier de 154,20 m à 158,40 m	158,40
Schiste en plateure inclinant de 18° à 26°, un niveau de grès grossier de 167,50 à 170,50 m	178,20
Faille de Soumagne à 178,20 m	
Schiste en dressant renversé inclinant de 28° à 40° ; au sommet, haut-toit de Hauptflöz avec <i>Gastrioceras cancellatum</i> et <i>Reticuloceras superbilingue</i> . A la base, un pli	197,00
Schiste avec quelques bancs de grès et passées de veine, dont l'inclinaison varie entre 10° et 52°. Le niveau de Hauptflöz avec <i>Gastrioceras cancellatum</i> a été recoupé à 223,10 m. Ensuite à 343,18 m niveau à <i>Reticuloceras superbilingue</i> ; à 365,98 m niveau à <i>Reticuloceras metabilingue</i> et à 381,02 m niveau à <i>Reticuloceras bilingue</i>	385,00
Sous une petite faille de redoublement, schiste avec quelques bancs de grès et passées de veine dessinant une série de plis en S découpés par de petites failles. Le niveau à <i>Reticuloceras bilingue</i> (R2b) a été recoupé : en plateure (Incl. 16°) à 386,79 m ; en dressant renversé (Incl. 50°) à 443,74 m ; en plateure (Incl. 20°) à 504,20 m ; en plateure (Incl. 10°) à 539,57 m ; en dressant renversé (Incl. 50° à 551,00 m ; en plateure (Incl. 0°) à 585,56 m.	610,00
Faille du Tunnel à 610,00 m	

Etage Westphalien.

Schiste avec quelques bancs de grès et veinettes de charbon en plateure dont l'inclinaison varie entre 20° et 36°. Le complexe de Victoire (Stenaye) formé de quatre veinettes recoupées 620,40 à 635,10 m. Le complexe de Cowette, composé de trois passées de veine de 674,52 à 684,75 m. Le complexe de Venta, composé de trois passées de veine de 707,60 à 716,04 m	719,00
--	--------

Prof.	Divisions Stratigraphiques.	Divisions Tectoniques.
0		
100	NAMURIEN (Zones R1c à R2a) Faille de Soumagne	MASSIF DE LA VESDRE
200		
300		
400	NAMURIEN (Zones G1a à R2b)	
500		
600		Faille du Tunnel
700		
800	WESTPHALIEN A "Zone" de Beringen.	MASSIF DE HERVE
900		
1000		Faille
1000	WESTPHALIEN A Zone G	AUTOCHTONE
1100		
1200	Zone R NAMURIEN	
1300		
1400	Zone H	
1500	Zone E2	
1600		
1700	DINANTIEN	
1800		
1900	Fm2b	FAMENNIEN
1900	Fm2a	
2000	Fm1c	
2000	Fm1ba	
2100	FRASNIEN	
2200	EMSIEN	
2300		
2400	SIEGENIEN Dévonien Inférieur	
2500	GEDINNIEN	

Faille subverticale supprimant environ 100 m de stampe

Schiste avec quelques bancs de grès, veinette et veine de charbon. Les deux veinettes « Lairesse » ont été recoupées à 721,60 et à 735,00 m avec *Lingula mytilloides* au toit de l'inférieure. Les grès de Lairesse de 741,00 à 755,00 m. La veine Beaujardin, niveau à *Gastrioceras listeri* à 786,36 m. L'inclinaison qui varie entre 30° et 40°, se redresse brusquement à partir de 790 m. A la base zone failleuse 796,50

Schiste et grès dessinant une série de plis en S, à la base, grès de Lairesse, en dressant 865,00

Schiste et grès avec veines et veinettes en plateure dont l'inclinaison varie de 23° à 7°. Grès de Lairesse de 865,00 à 880 m. Veine Beaujardin (73 cm) (niveau : *Gastrioceras listeri*) à 915,95 m (9,14 % de M.V.). Veine St. Nicolas (19 cm) à 936,50 m. Veine Violette (25 cm) à 950,85 m. Zone très dérangée, broyée avec localement de l'argile de 955,50 à 966,00 m 966,00

Faille à 966,00 m

Schiste et grès avec passées de veine, à 994,42 m niveau de Frahisse (= Sarnsbank) avec *Gastrioceras subcrenatum* 994,92

Etage Namurien.

Schiste et grès avec passées de veine, nombreux passages glissés et gaufrés, inclinaisons variables avec allures plissées 1.027,00

Schiste avec quelques bancs de grès, passées de veine et veinettes. Inclinaisons variant entre 5° et 15°. Niveaux marins à : *Gastrioceras cumbriense* (Schieferbank) à 1.050,20 m ; *Gastrioceras cancellatum* (Hauptflöz) à 1.061,57 m ; *Reticuloceras superbilinge* à 1.180,58 m ; *Reticuloceras* de la zone R1b, de 1.280 à 1.594 m ; *Reticuloceras* de la zone R1a, de 1.594 à 1.405 m 1.405,00

Schiste avec quelques bancs de grès et passées de veine avec au sommet *Homoceroatoïdes pre-reticulatus* et à la base *Hudsonoceras proteum* et *Homoceras smithi* (zone H2) 1.419,26

Schiste avec quelques bancs de grès et passées de veine avec *Homoceras beyrichianum* et *Homoceras subglobosum* (Zone H1) 1.525,00

Schiste avec quelques bancs de grès et passées de veine avec au sommet, *Eumorphoceras bisulcatum* ; *Nuculoceras nuculum* et *Cravenoceroatoïdes nitidoïdes* 1.573,81

Etages Viséen et Tournaisien (Dinantien).

Dolomies souvent tigrées et cavernueuses avec deux niveaux de calcaire grenu de 1.573,81 à 1.578,07 m et de 1.595,87 à 1.609,22 m. Rares brachiopodes et polypiers dolomités. A la base, crinoïdes et *Syringopora* sp. 1.778,81

Schiste foncé pyriteux avec *Lingula* sp. et Nuculidés (probablement niveau Tn2a) 1.781,50

Dolomie grise massive crinoïdique (probablement Tn1) 1.783,48

Système Dévonien — Etage Famennien.

Grès micacé, grès dolomitique avec quelques niveaux de schiste vert, *Archaeopteris roemeriana*, *Racophyton* sp., *Holotychius* sp. Niveaux à axes charbonneux et à débris végétaux. (Incl. de 5° à 14°). (Assise d'Evieux). 1.956,65

Grès blanc et grès psammitique avec minces niveaux de schiste et deux niveaux de schiste plus importants de 1.965,58 à 1.968,68 m et de 1.981,28 à 1.985,68 m. Quelques débris végétaux. (Incl. de 5° à 10°). (Assise de Montfort) 1.986,85

Dolomie fine avec gros noyaux d'anhydrite (Niveau de Souverain-Pré) 1.990,04

Grès souvent très fin à joints schisteux (Incl. 6°) (Assise d'Esneux) 2.027,70

Psammite et schiste micacé vert ou violacé, très rares débris de brachiopodes. Niveaux à noyaux d'anhydrite. L'inclinaison de 3° à 5°, augmente à la base et atteint 30° 2.080,80

Etage Frasnien.

Dolomie rose ou vert clair d'allure lenticulaire avec schiste rouge ou vert, trainées crinoïdiques. Nombreux amas d'anhydrite (Incl. 10°) 2.096,35

Schiste dolomitique vert clair avec quatre niveaux de dolomie noduleuse. Quelques crinoïdes et débris de brachiopodes. Anhydrite. A 2.113,76 m, un mince niveau d'ooligiste oolithique 2.114,51

Calcaire noduleux avec passées de schiste vert. A la base la roche est très crinoïdique avec <i>Acerularia</i> , brachiopodes et tabulés, au sommet la roche est dolomitique avec un peu d'anhydrite	2.131.49
Schiste noir à nodules calcaires. Goniatites, trilobites, etc...	2.133.79
Calcaire dolomitisé au sommet, puis devenant argileux et noduleux et ensuite massif. <i>Acerularia</i> , tabulés, brachiopodes et stromatopores	2.161.58
Schiste calcaireux avec petits grains de quartz passant à un grès calcaireux grossier	2.161.98

Etages Emsien, Siegenien et Gedinnien.

Alternances de schiste rouge ou vert, de psammite bigarré, noduleux et de grès rouge ou vert souvent grossier. Avec de 2.161,98 à 2.258,06 m, plusieurs niveaux à <i>Psilophyton</i> sp. et <i>Taeniocrada</i> sp. Jusqu'à la base du forage arrêté le 8 avril 1959 à la profondeur de	2.528,28
--	----------

Note sur la tectonique.

Le sondage de Soumagne a recoupé les unités tectoniques suivantes :

- De 0 à 610,00 m : le massif de la Vesdre
à 610,00 m : faille du Tunnel.
- De 610,00 à 966,00 m : le massif de Herve
à 966,00 m : faille.
- De 966,00 à 2.528,28 m : le massif autochtone.

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

- a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.
- b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 520

Fiche n° 32.905

N.H. VAN LINGEN. Invloed van het spoelen op de vordering bij het doorboren van gesteente op diepte. *Influence d'un bon délayage-rinçage sur l'avancement dans les sondages profonds.* — *De Ingenieur*, 1962, 28 septembre, p. M 41/54, 19 fig.

Une étude de laboratoire a été effectuée pour déterminer les facteurs qui affectent le taux de pénétration des tricônes, couronnes en diamant et tré-pans dans les sondages profonds avec eau argileuse.

Les relations assez simples qui existent quand les pressions sont égales dans le trou de sonde et autour, deviennent plus compliquées quand, avec l'approfondissement, le taux de pénétration diminue à cause de l'existence d'une pression différentielle entre la boue au fond du trou et le liquide des pores à la profondeur de coupe.

Les expressions qui ont été tirées du taux de pénétration et de l'amplitude de la pression différentielle en roches perméables, interviennent simultanément dans les variables de marche, roche, boue et taillant. Dans les roches imperméables, une pression différentielle semblable est produite par l'action même du taillant.

Dans tous les cas, la pression différentielle et la réduction du taux de pénétration se développent proportionnellement à la formation d'un colmatage du fond du trou par des particules de boue. Quand on emploie des taillants disposés pour broyer, le colmatage peut être encore plus gênant parce qu'il y a entraînement de fines particules dans les pores de la roche.

Avec les tricônes, il y a aussi formation d'un colmatage qui diminue l'avancement. Quand les taillants sont disposés principalement pour racler, les taillants s'engorgent. Tous ces effets divers sont réduits par un bon rinçage du fond du trou par des tuyères bien disposées.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 116

Fiche n° 32.949

X. The big-hole rotary - What it's doing - What it can do, how it's designed. *Les forages rotary pour trous de grand diamètre - Leurs possibilités, leur construction.* — *Engineering and Mining Journal*, 1962, juillet, p. 70/75, 8 fig.

On a foré aux Etats-Unis, depuis 1958, plus de 200 trous de grand diamètre (0,90 m et plus), de profondeur atteignant 450 m et à travers des terrains de dureté très variable. Les types d'outils de foration adoptés sont très différents suivant les diamètres et la dureté. L'article montre des têtes de forage rotary à taillants rotatifs multiples répartis sur un cône au diamètre de 2,25 m, formant un trou de ventilation de 215 m de profondeur avec un avancement de 0,60 m/h et un prix de revient 20 % moindre qu'avec la méthode classique. D'autres types de taillants sont décrits, adaptés à des conditions particulières, et les réalisations les plus récentes sont citées.

On donne ensuite une nomenclature très détaillée des données dirigeant le choix du matériel de forage rotary : évaluation des capacités de forage, vitesse de rotation à adopter, charge à appliquer au taillant, système de circulation, débit du courant d'eau, dimensions des tiges, des taillants etc. De nombreuses indications pratiques, diagrammes de référence pour diriger le calcul du rendement de la foration, sont fournis.

IND. B 4111

Fiche n° 32.848

W. FREITAG et A. WIESNER. Die abschnittsweise vollmechanische Gewinnung in dickeren Flözen. *L'abattage mécanique complet en couches épaisses par la méthode des sections.* — *Glückauf*, 1962, 26 septembre, p. 1189/1196, 17 fig.

Dans les longues tailles avec abattage et chargement mécanisés, le contrôle du toit demande des mesures spéciales dans l'organisation du chantier et dans la prise des passes.

La méthode habituelle, de prendre une allée depuis l'entrée de la taille jusque l'aérage, ne s'est pas montrée applicable à la mine Westfalen (qui exploite des couches de 1,60 à 3 m du faisceau Sonnenschein). On exploite actuellement par sections de 50 à 100 de longueur dans la taille, prises successivement et en recommençant à partir du bas au poste suivant. Le procédé donne de bons résultats.

La méthode est caractérisée par une organisation très stricte des équipes qui effectuent également le contrôle du toit et du soutènement. L'avantage réside en ce que le soutènement installé par section suit également l'abattage. Deux exemples sont traités en détail avec les résultats obtenus.

IND. B 4112

Fiche n° 32.829

X. British longwall equipment in the U.S.A. *Équipement britannique de taille chassante aux Etats-Unis.* — *Colliery Engineering*, 1962, septembre, p. 363/364, 4 fig.

Détails sur l'équipement d'exploitation par tailles chassantes instauré par les firmes Dowty et Jeffrey Diamond à la mine Sunnyside n° 3 (Utah), exploitée à flanc de montagne à haute altitude et avec des hauteurs de couverture atteignant près de 700 m; ceci, joint à la présence d'anciennes exploitations par chambres et piliers au-dessus, donne lieu à des coups de toit.

Des convoyeurs blindés, des étauçons marchants et une machine Anderton sont utilisés dans la couche de 1,50 m à mur dur.

La taille de 90 m est allongée ensuite à 120 m et exploitée en retour. La vitesse moyenne de coupe est de 5,60 m/min.

Il y a 11 hommes par poste. Dès que la taille a été réglée, la production a triplé. L'adoption de l'exploitation par tailles chassantes a grandement amélioré la sécurité et le rendement.

IND. B 4211

Fiche n° 32.891

F. BENTHAUS. Erfahrungen mit ausbaulosen Schiessstreben in steiler Lagerung. *Pratique de tailles minées sans soutènement en dressant.* — *Glückauf*, 1962, 10 octobre, p. 1233/1243, 33 fig.

Dans cette méthode, on reblaie la taille jusqu'à la naissance du charbon de sorte qu'il ne reste qu'une ouverture triangulaire de 0,50 m à 0,80 m de hauteur selon la puissance et l'inclinaison de la couche. Par suite du voisinage du remblai (imposé par le manque de boisage) lors du tir, il y a damage du remblai et diminution du rapprochement des épontes, de sorte qu'une telle taille prend 30 à 50 % en plus de remblai qu'une taille à piqueur, mais on a l'avantage d'une meilleure tenue des terrains même avec toit peu consistant.

A la mine Auguste Victoria 4/5, l'introduction de cette méthode a fait passer le taux de remblayage de 0,50 à 0,60 et accru le pourcentage de production en dressant de 60 à 75 %. Comme la fréquence des accidents et la fatigue y sont beaucoup plus faibles que dans les tailles à marteau, les ouvriers y travaillent volontiers.

Le remblayage bien conduit est une condition sine qua non de la méthode pour reporter sur le remblai la poussée naturelle du toit. Un départ régulier du charbon et une arrivée continue du remblai sont donc indispensables.

Dans le gisement signalé, un large emploi de la méthode, surtout en couches moyennes et minces des charbons durs en dressant, a porté le rendement du fond à 2,5 t/hp, ce qui dépasse le rendement moyen de la Ruhr.

La méthode est à envisager partout où la pente dépasse 45° avec des charbons moyennement durs, ce qui entraînera une diminution des prix de revient.

Vue de l'équipement spécial (casque et culotte protecteurs contre la chute des houilles) des ouvriers.

IND. B 510

Fiche n° 32.802

H. TAURINYA. La découverte de Decazeville. — *Mines* n° 99, 1962, p. 108/121, 3 fig. — *L'Équipement Mécanique*, 1962, mai-juin, p. 59/64, 8 fig.

Il est constitué par le dôme d'un gros anticlinal, d'axe N-S, et par la partie supérieure de deux relèvements à l'est et à l'ouest. En 1960 l'ensemble des parties exploitables représentait une réserve de 14 ans à l'allure de 210.000 à 215.000 t/an.

Exploitation actuelle : on exploite le dôme de l'anticlinal, puissance maximale 80 m.

Un chantier au N et un autre au S avancent l'un vers l'autre. Fin 1961, il reste du gisement initial environ 2,1 M de m³ dont le coefficient moyen de recouvrement T/C = 2,5. Il existe une valeur limite, fonction de la méthode d'exploitation où celle-ci cesse d'être rentable.

Evolution des méthodes : en 1910 on travaillait avec gradins de 6 à 8 m et un outillage rudimentaire, le rapport limite T/C était égal à 3,5 ou 4. Dès ce moment, la mécanisation s'est progressivement introduite. En 1940, les travaux au stérile étaient complètement mécanisés ; il y avait des pelles de 400 à 1.200 litres et des décauvilles, T/C atteignait 7.

A la suite d'un voyage d'étude aux Etats-Unis en 1946, un nouveau programme de modernisation a été réalisé : 1) utilisation d'appareils de forage puissants et tirs à grosse quantité d'explosif - 2) remplacement des 18 pelles par 2 grosses - 3) remplacement des voies décauvilles par des dumpers puissants - 4) chargement du charbon aussi par les dumpers - 5) concentration de tous les moyens sur un seul chantier - 6) établissement et entretien d'un bon réseau routier.

Détails sur les problèmes résolus - résultats - tableaux des prix de revient.

IND. B 61

Fiche n° 32.878

J.P. CAPP et K.D. PLANTS. Underground gasification of coal with oxygen-enriched air. *La gazéification souterraine du charbon avec de l'air enrichi en oxygène.* — *U.S. Bureau of Mines, R.I. n° 6042*, 1962, 14 p., 7 fig.

Compte rendu d'expériences de gazéification souterraine aux Etats-Unis avec air enrichi en oxygène. Un cheminement de 42 m de longueur a été bouclé à raison de 3 m par jour à travers une couche de charbon fracturée hydrauliquement avec un mélange d'empois d'amidon et de sable.

Pendant la meilleure période de gazéification qui a duré 2 jours et demi, 22.000 m³ de gaz par jour à 1103 kcal ont été produits. En d'autres périodes, le pouvoir calorifique a été plus que doublé mais pas de façon continue. Pendant la gazéification, on a gazéifié un total de 50 t de charbon et carbonisé 114 t. On a récupéré à la surface environ 320 millions de kcal par mètre de cheminement. L'air était enrichi à 50 % environ d'oxygène.

Les expériences ont été pratiquées dans un lit de 0,60 m d'une couche de 1 m qui en contient deux autres. Epaisseur du recouvrement 45 m. Les trous de sonde étaient forés de la surface à des diamètres avoisinant 20 cm.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 21

Fiche n° 32.922

U. LANGEFORS. Tunnel- und Streckenvortrieb mit Parallelbohrloch-Einbrüchen. *Creusement de tunnels et galeries avec bouchon parallèle.* — *Nobel Hefte*, 1962, mai, p. 116/130, 16 fig.

L'auteur donne une courte description des principaux types de bouchons parallèles : bouchon brûlé (le plus ancien qui n'a plus qu'un intérêt historique) - bouchon parallèle avec un ou plusieurs trous non chargés - bouchon en entonnoir recherchant la surface dégagée.

Il étudie les facteurs susceptibles d'exercer une influence sur la réussite : relation entre l'importance de la charge et l'espacement des trous de centre à centre - transmission de la détonation à la charge des trous voisins - influences : de la nature de l'explosif - du diamètre des trous - de la nature de la roche - du choix de la succession des explosions - des déviations des trous - probabilité d'absence de cul de mine - distance de projection et grosseur des morceaux.

L'auteur décrit enfin la plupart des plans de bouchons avec avantages et inconvénients.

IND. C 230

Fiche n° 32.854

H. HANEL et H. POESCHL. Der Einfluss der Patronenumhüllung auf die Entstehung von Kohlenoxyd und Stickoxyden bei der Detonation von Sprengstoffen. *Influence de l'emballage des cartouches sur la formation d'oxyde de carbone et d'azote pendant la détonation des explosifs.* — *Bergbautechnik*, 1962, septembre, p. 478/481.

De nombreux essais ont montré qu'il y avait formation, dans les fumées, d'une forte proportion d'oxyde de carbone et d'azote, dans le cas des cartouches emballées avec papier paraffiné, pellicules de polyéthylène ou perlon ; il s'en forme peu dans le cas de papier non paraffiné, enveloppe métallique ou pellicules en certains plastiques. Les papiers non

paraffinés sont recommandés pour l'emballage, tandis que la paraffine convient bien pour les colis d'explosifs.

La nécessité d'une bonne ventilation et l'observation d'un temps d'attente raisonnable après le tir, avant d'aborder la zone enfumée, sont aussi rappelés.

IND. C 232

Fiche n° 32.927

P.R. GOFFART. Essai sur la transmission de la détonation des explosifs à ions échangés. — *Explosifs*, 1962, avril/juin, p. 52/59.

Dans la classe des explosifs à ions échangés (avec 9 à 10 % de dynamite) l'auteur examine :

I. La détonation, à l'air libre ou non, d'une file continue de cartouches sauf défaut de fabrication ou vieillissement, se transmet toujours de proche en proche.

II. Détonation d'une file discontinue de cartouche avec écartement D entre 2 cartouches, il faut envisager trois cas :

1) A l'air libre l'explosif ayant une brisance peu élevée, il y aura de fréquents ratés de transmission, la décharge pouvant toutefois initier la cartouche suivante par effet cinétique.

2) Sous confinement solide, il y a explosion à volume constant : la nitroglycérine se décompose et les sels se liquéfient : a) l'onde de détonation est forcément limitée et suivie d'ondes réfléchies - b) les fumées sont en quantité maximale et se propagent longitudinalement, suivies par une chasse de gaz - c) les particules solides sont en nombre minimum. On imagine bien que sur une certaine distance les fumées perdent leur pouvoir énergétique : l'écartement maximum souvent mesuré n'est parfois que 5 cm.

3) Tir sous confinement léger : en tube de carton bakélisé. Les explosifs à ions échangés ont un temps de réaction nettement supérieur à celui du nitrate ammoniac (2 à 3 microsecondes) ; il s'ensuit une perte d'énergie et un dégagement de fumée moindre ; par contre les particules solides sont mieux conservées et agissent par effet balistique.

Le choix de la méthode d'essai de ces explosifs doit être analysé en excluant en tout cas le tir à l'air libre.

IND. C 232

Fiche n° 32.926

H. AHRENS. Comparaison de la transmission de la détonation de différents explosifs sous confinement en utilisant des tubes en charbon-ciment et en acétate de cellulose. — *Explosifs*, 1962, avril/juin, p. 48/51.

La station expérimentale de Derne a développé une méthode d'essais en tubes charbon-ciment pour les explosifs des mines de la République Fédérale. La Commission Européenne de Normalisation con-

sidère unanimement cette méthode comme coûteuse et compliquée.

Le Dr. Delfet prévoit l'emploi de tubes en acétate de cellulose. Les deux épaisseurs de 40/100 mm et 25/100 mm devraient correspondre à la résistance des deux tubes à rapport de mélange charbon/ciment de 2 : 1 et 20 : 1.

La délégation allemande fait remarquer qu'on vise à discriminer les explosifs classiques où la transmission se fait sur des distances d'autant plus grandes que le confinement est plus résistant, tandis que pour les explosifs à ions échangés c'est l'inverse.

Des essais comparatifs des tubes en acétate de cellulose et tubes en charbon/ciment faits, d'une part, par Wassag-Chemie et, d'autre part, Dortmund-Derne, il résulte que les tubes en acétate de cellulose sont moins discriminatifs. Tout récemment le laboratoire de Schlebusch vient de proposer une matière bon marché, à prise beaucoup plus courte que le ciment et qui conserverait le principe des 3 dimensions mieux approprié, semble-t-il, que les tubes à paroi mince.

Des essais seront effectués.

IND. C 241

Fiche n° 32.923

W. HOFMEISTER. Der Einfluss des Besatzes und der Lage der Schlagpatrone auf das Sprengergebnis. *Influence du bourrage et de la position du détonateur sur le résultat du tir.* — *Nobel Hefte*, 1962, juillet, p. 144/184, 62 fig.

La littérature technique montre que les opinions sont très divergentes en la matière. C'est pourquoi l'auteur a fait des essais systématiques après avoir dépouillé la littérature.

Les connaissances recueillies ont servi de point de départ pour la mise sur pied d'une méthode d'essais qui se distingue des autres par ce qu'elle permet des essais fondamentaux et reproductibles. L'auteur expose plus en détail les différences entre essais avec et sans bourrage, la différence de résistance des diverses sortes de bourrages, c'est-à-dire les variations du temps qui s'écoule entre le début de la détonation et le commencement du mouvement de bourrage.

L'étude finit par une comparaison critique des résultats obtenus avec ceux indiqués dans la littérature.

IND. C 4232

Fiche n° 32.868

J. MARSH. Trepan-shearer A.B. at Bentley colliery. *Trepanner à tambour Anderson-Boyes à la mine Bentley.* — *Steel and Coal*, 1962, 28 septembre, p. 601/610, 20 fig.

Le trepan-shearer Anderson Boyes est une abat-teuse genre Anderton avec pics en hélice, pourvue en tête d'un trépan et éventuellement d'un bras de préhavage (ici inutilisé). Le trépan est le principal

outil abatteur et le tambour sert seulement pour équarrir la section. La machine se déplace sur le convoyeur et est mue par un moteur de 125 ch à réfrigération par eau ; elle peut avancer de 7,25 m/min, mais dans le cas actuel, à cause du clivage du front, il tombe trop de charbon et on doit ralentir. La machine se hale le long d'un câble attaché aux deux extrémités du convoyeur. Pour éviter le glissement, il y a des galets d'enroulement et le serrage est amélioré par la traction vers le bas. En tête de taille, un dispositif à plongeur assure l'élasticité. Hauteur de la machine : 1,50 m - longueur 4,10 m.

Des détails sont donnés sur l'emploi de cette machine dans la couche Dunsil. Longueur de taille 245 m, partie abattue mécaniquement 218 m. Convoyeur blindé Mavor et Coulson poussé hydrauliquement, Niches havées avec haveuses Samson et minage. La ventilation a dû être renforcée. La production mensuelle atteint 17.000 à 18.000 t. Le rendement front atteint 19 à 20 t. Le rendement chantier 10 à 12 t. La meilleure semaine a donné 5.365 avec 14 allées, rendement front : 25,22 t, rendement taille 13,93 t. Epis de remblai, étançons à friction et bèles Vanwersch.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 1

Fiche n° 32.908

W. DREYER et H. BORCHERT. Aehnlichkeitsmechanik. Ein Beitrag zur Gesteinsphysik und Gebirgsdruckforschung. *Similitude mécanique. Contribution à la physique des roches et aux recherches sur les pressions de terrains.* — *Bergbauwissenschaften*, 1962, 20 août, p. 356/361, 12 fig.

A. Martens (1907) a posé la loi de similitude suivante : des corps géométriquement semblables, composés d'une même matière, et dans des conditions semblables de sollicitation, subissent des déformations semblables et doivent donc avoir la même limite de rupture.

Dans l'étude des pressions élémentaires, cela signifie que, pour un corps finement cristallisé et suffisamment homogène, la limite de rupture est indépendante des dimensions. Des auteurs ont trouvé des écarts : G. Rodatz et S. Westphal ont trouvé une légère diminution pour les très grandes dimensions, J. Stamatini aussi une diminution, mais plus importante, en dessous de 10 cm.

Les auteurs ont vérifié la loi de Martens et son universalité. Un nouveau dépouillement des résultats d'essais mécaniques de J. Stamatini donne une expression exponentielle indépendante des dimensions absolues des éprouvettes. Pour les éprouvettes salines, quand on passe des dimensions de labora-

toire (< 15 cm) aux dimensions minières, il faut appliquer une formule de la forme :

$$\sigma \text{ K/cm}^2 = a + b^{\lambda-m}$$

IND. D 1

Fiche n° 32.896

J. MANDEL. Essais sur modèles réduits en mécanique des terrains. Etude des conditions de similitude. — *Revue de l'Industrie Minière*, 1962, septembre, p. 611/620, 7 fig.

Dans les essais de similitude simple sur modèle réduit, on change les échelles de longueur, temps et force, sans modifier les équations décrivant un phénomène.

Quand on sort du domaine élastique, si les forces de masse n'interviennent pas, on s'en tire en conservant le même matériau. Au contraire, si le poids propre intervient, il est plus commode de conserver la pesanteur et de prendre un matériau très tendre en changeant les échelles de temps, de contrainte et de déformation : c'est le matériau équivalent.

Soit σ la contrainte vraie, E le module de Young, ϵ la déformation et ρ la masse volumique, soit σ^x , ϵ^x , E^x et ρ^x les rapports entre ces vraies grandeurs et celles de la maquette. En milieu homogène et isotrope, les déformations élastiques du modèle doivent simplement être rapportées au coefficient de Poisson. Si par contre le terrain a plusieurs couches dont il faut respecter les rapports des modules d'élasticité et si l'élasticité n'est pas linéaire, le problème devient difficile.

On obtient encore une bonne similitude dans le cas particulier suivant : homothétie des courbes intrinsèques dans un même rapport σ^x , coefficient d'élasticité dans le même rapport E^x et densités dans le même rapport ρ^x pour toutes les couches. Si on ne peut déterminer d'avance des coefficients d'élasticité déterminés, une similitude approchée est seule accessible, sauf si le terrain est homogène et les déformations partout petites.

Tel que, le procédé du matériau équivalent donne parfois des résultats aussi valables en mécanique des terrains que ceux sur modèle réduit en mécanique des fluides.

IND. D 1

Fiche n° 32.815

V.F. TRUMBACEV et E. MELNIKOV. Ueber die Entlastung der Kammerpfeiler durch Verleihung künstlicher Nachgiebigkeit. *Sur la décharge des piliers des chambres en permettant une certaine détente artificielle.* — *Freiberger Forschungshefte, Bergbau A 227*, 1962, p. 117/124, 8 fig.

Dans les exploitations par chambres à l'intérieur d'un contour déterminé inexploité, la charge ne reste pas constante sur les piliers quand ils sont surchargés : au fur et à mesure de leur tassement, une partie de la charge se reporte sur le contour.

K.V. Ruppeneyt a étudié la question analytiquement et l'auteur l'a fait sur modèle avec des matières optiquement actives. Cependant, par suite de la rigidité élevée des piliers, dès que 5 ou 6 chambres sont créées, L.D. Sevjakov a fait l'hypothèse vérifiée par l'expérience que toute la charge se porte sur les piliers.

Depuis un certain temps, plusieurs savants ont proposé d'accroître la compressibilité des piliers pour obtenir leur décharge.

L'auteur établit des formules qu'il a contrôlées par des essais. Il en déduit les conclusions suivantes :

1) quand on donne artificiellement une certaine compressibilité aux piliers, ceux-ci se déchargent et l'importance de la charge reportée sur le contour dépend du degré de compressibilité du pilier et du module d'élasticité du toit ;

2) la décharge artificielle des piliers entraîne un accroissement d'irrégularité dans la distribution des charges sur les piliers en bordure ;

3) la décharge artificielle des piliers provoque un surcroît de charge notable sur la bordure.

IND. D 1

Fiche n° 32.832

P.B. ATTEWELL. Response of rocks to high velocity impact. *La réaction des roches aux chocs à grande vitesse*. — *The Institution of Mining and Metallurgy*, 1962, septembre, p. 705/724, 18 fig.

Description d'essais sur le comportement dynamique des roches ; des échantillons minces ont été soumis à des pulsations de grande intensité produites par détonateurs explosifs. Les caractéristiques tension/déformation, enregistrées sur une période de 20 microsecondes, montrent que les roches développent une hystérésis considérable et ont peu de tendance à revenir à leur état précédant l'onde de choc. Ce comportement apparemment visco-élastique semble demander comme explication la considération d'un modèle phénoménologique complexe donnant un spectre à temps de relaxation et, dans le cas de roches poreuses, un dashpot à air devrait être utilisé pour simuler la déformation des pores.

Il semble que les roches modifient sélectivement les fréquences plus élevées ou plus basses que celles qui existent entre les limites d'une bande critique.

IND. D 21

Fiche n° 32.910

H. HOFFMANN. Zur Frage der bergbaulichen Minderwertsbestimmung bei Wohnbauten. *Au sujet de l'estimation des dégâts miniers aux habitations*. — *Bergbauwissenschaften*, 1962, 20 août, p. 367/373, 8 fig.

L'auteur discute d'abord les différentes conceptions pour la détermination de l'importance des dégâts, à partir de la variation de niveau des différentes parties des constructions et de la dislocation.

Il démontre qu'aucune des méthodes de calcul habituelles ne donne une représentation exacte de l'affaissement principal et moyen des surfaces planes.

Dans la méthode de l'auteur, une surface inclinée et en même temps courbée est remplacée par une surface plane conventionnelle. Les écarts de cette surface à la surface réelle permettent d'estimer qualitativement le degré de dislocation, celui-ci étant complètement différent de l'affaissement simple si l'on considère l'allure du plan de fondation, la distribution statistique des charges et l'état du terrain devant recevoir les nouvelles fondations.

IND. D 21

Fiche n° 32.895

L. MORET, J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULD. Contribution à la recherche de l'origine des dégâts de surface dans la région du Dôme de la Mure (Isère). — *Revue de l'Industrie Minière*, 1962, septembre, p. 597/610, 20 fig.

A l'ouest du gisement de la Mure, on trouve des terrains primaires recouverts en discordance par des assises du Trias et du Lias constituées de calcaires marneux. Au-dessus, il y a souvent des formations glaciaires. Le triasique est particulièrement sensible à la dissolution par les eaux. Ces formations géologiques du Dôme de la Mure peuvent provoquer des accidents comparables à ceux occasionnés par des travaux miniers, alors qu'on est absolument certain que ce n'est pas le cas.

En généralisant, si on constate des mouvements du sol, une étude géologique et hydrologique peut déceler une cause étrangère aux dégâts, contribuer à une économie importante et aussi prévenir d'autres accidents.

IND. D 221

Fiche n° 32.939

W.H. WALTON. Further instrumentation for strata control. *Perfectionnement aux instruments de contrôle des bancs de roches*. — *Steel and Coal*, 1962, 5 octobre, p. 650/652, 3 fig.

Nomenclature des principaux instruments de mesure, des efforts et déformations des bancs de roches, auxquels des perfectionnements récents ont été apportés, avec brève description de leurs caractéristiques.

Cellule de charge type 440 NCB/MRE : mesure sur des étauçons des charges jusqu'à 100 t. Ne convient pas pour les étauçons marchants.

Enregistreur Bristol, adaptable aux étauçons marchants, il est muni d'un dispositif enregistrant un diagramme pour 24 h.

Extensomètre à distance type 454 NCB/MRE. Mesure les déformations dans un banc situé à distance au-dessus du toit exposé. Utilise un procédé magnéto-électrique transmettant avec amplification les déplacements des ancrages de deux boulons de toit introduits dans deux trous parallèles.

Capsule jauge de déformations type 425 préfabriquée NCB/MRE. Mesure les déformations superficielles au moyen de la variation de résistance électrique d'un fil.

Clinomètre de toit Hilger et Watts, pour mesurer les inclinaisons des bancs de roches.

Instruments indicateurs - On applique maintenant les transistors aux instruments de mesure tels que les jauges de déformation à résistance. La batterie est remplacée par une source de courant alternatif à basse fréquence. Les différences de potentiel recueillies et amplifiées sont redressées et le courant résultant est transmis à un indicateur ou enregistreur.

Plusieurs types d'instruments de ce genre sont mentionnés : jauges de déformation introduites dans des trous de sonde, dynamomètres, comparateur à jauge sonique.

On cite enfin un enregistreur, type 932, centralisant les indications de tous les instruments d'une taille, et le pénétromètre pour charbon NCB/MRE, destiné surtout à évaluer la facilité d'abattage, havage ou rabotage d'une couche.

IND. D 2223

Fiche n° 32.943

W.L. DARE. Measuring changes in pillar strain during pillar recovery. *La mesure des changements dans les déformations de pilier pendant la récupération des piliers.* — U.S. Bureau of Mines R.I. 6056, 1962, 17 p., 12 fig.

Dans une mine d'uranium du Nouveau-Mexique au cours du dépilage de piliers laissés par l'exploitation, les déformations dans les trois dimensions ont été mesurées.

Les piliers, exploités en retour, ont été pourvus d'appareils de mesure de déformations à des distances de 30 à 60 m de la ligne de cassure et les observations ont couvert des périodes de 4 à 6 semaines. En général, les mesures indiquent que la somme algébrique des déformations verticales augmentait, tandis que celle des déformations horizontales diminuait, marquant une diminution, au fur et à mesure de la récupération des piliers, de la charge sur les piliers observés : tension croissante dans le sens vertical, compression croissante dans le sens horizontal, au fur et à mesure que la ligne de fracture se rapproche.

Les jauges de déformation électriques reliaient des trous de sonde forés dans les piliers et y étaient scellées.

Les trous de 3 m se situent à une centaine de mètres en dessous de la surface du sol.

Les observations se poursuivent pour préciser la nature des phénomènes observés.

IND. D 2223

Fiche n° 32.897

B. SCHWARTZ, C. CHAMBON, J. DECOMPS et F. VIALLET. Prévion des convergences dans les voies influencées par les tailles qu'elles desservent. — *Revue de l'Industrie Minérale*, 1962, septembre, p. 621/654, 36 fig.

Préface. Le présent article est une synthèse de travaux entrepris depuis 3 ans avec l'aide financière de la C.E.C.A. D'autres résultats suivront.

Chap. I : Influence d'une taille sur ses voies, indépendamment de toute exploitation actuelle ou ancienne. A. Rappel de définitions et résultats : 1) courbe de convergence - 2) lois du qW - 3) remarque sur l'influence du creusement des voies. B. Extension des résultats précédents : 1) tabulation de la courbe universelle - 2) exemple de méthode pratique de prévion - 3) paramètre de contrôle des prévions - 4) application à la justification expérimentale du qW. C. Conclusion.

Chap. II : Influence d'une taille sur ses voies situées au-dessous de veines déjà exploitées. A. Exemples d'anomalies : 1) aspect qualitatif - 2) aspect quantitatif. B. Essai d'explication du phénomène. C. Loi de l'ouverture équivalente : 1) définition de l'ouverture équivalente - 2) justification expérimentale de la loi susdite. D. Conclusion.

Chap. III : Influence d'une taille sur ses voies en présence de stots sus-jacents ou de piliers : A. Influence d'un stot ou d'un épi de remblai sus-jacent : 1) Cas d'un stot ou d'un épi sus-jacent perpendiculaire à la voie - 2) Cas d'un stot ou d'un épi sus-jacent parallèle à la voie étudiée - 3) Remarque sur le cas d'un épi de remblai oblique - 4) Essai d'explication des phénomènes. B. Influence d'un pilier de protection dans la voie : 1) pilier localisé - 2) pilier tout le long de la voie - 3) remarques sur les voies de tête. C. Conclusion.

Chap. IV : Possibilités actuelles de prévion. Evolution. A. Causes de dispersion des convergences : 1) influence de la nature des terrains - 2) du coefficient de remblayage - 3) des variations de puissance - 4) de la forme de la courbe de convergence - 5) Conclusion. B. Exploitation des résultats actuels.

IND. D 32

Fiche n° 32.824

B.J. NIELD. An investigation of abnormal structure in a 1.5% manganese mild steel. *Une recherche de structure anormale dans un acier doux à 1,5 % de manganèse.* — *Safety in Mines Research Establishment R.R.* n° 203, 19 p., 5 fig.

On observe parfois, dans les aciers doux à 1,5 % de manganèse normalisés, des structures anormales avec des duretés inhabituelles. Ces structures s'associent à de la fragilité d'entaille et sont causées par des microségrégations des éléments de l'alliage, ori-

ginaires du lingot lui-même et persistant par suite d'une chauffe incorrecte du lingot avant fabrication des produits. Or ceux-ci sont souvent des engins de suspension ou de traction pour charbonnages.

La microségrégation est efficacement éliminée par un réchauffement prolongé vers 1200°, mais il est impossible d'appliquer ce traitement à des pièces finies en service. Un remède plus simple consiste à faire revenir après normalisation, ce qui altère la structure, élimine la fragilité d'entaille et réduit la dureté à un niveau plus normal.

Un autre trait structural assez rare de cet acier est envisagé, mais il est sans influence appréciable sur la dureté.

IND. D 62

Fiche n° 32.902

K.H. VOSS. Neuerungen und Erfahrungen beim Gleitbogensausbau. *Innovations et expériences dans l'emploi du soutènement à cintre coulissant.* — *Schlägel und Eisen*, 1962, septembre, p. 613/619, 19 fig.

L'auteur décrit les essais réalisés dans une mine de la Ruhr, à couches à pendages accentués et dressants, avec des cintres à 4 éléments. Ce type de soutènement a été choisi d'abord à cause de la facilité éventuelle de transport en berlines ; à ce point de vue, il donne toute satisfaction, quelle que soit la pente des terrains. Les nouveaux dispositifs d'assemblage ont aussi donné satisfaction.

Les essais ont porté uniquement sur des aciers améliorés qui donnent des déformations réduites et permettent d'abaisser le poids par mètre courant. La haute résistance de ce soutènement autorise de plus grandes sections.

IND. D 64

Fiche n° 32.817

D. POPIWANOFF, M. ILIEFF et N. STEGANOFF. Ueber den Ausbau der Vorrichtungs- und Ausrichtungsbaue in den Kohlenbergwerken der Volksrepublik Bulgarien. *Sur le soutènement des travaux préparatoires en roche et charbon dans la République Socialiste Bulgare.* — *Freiberger Forschungshefte, Bergbau A 227*, 1962, p. 149/166, 11 fig.

En Bulgarie, les problèmes du soutènement sont un peu particuliers du fait qu'il faut importer acier et métaux ainsi que les pièces usinées. D'autre part, les conditions géologiques sont défavorables : grandes pressions de terrain, fortes venues d'eau. C'est pourquoi les sections de galerie ne dépassent guère 3,8 à 5 m².

Cependant les directives sont : a) remplacement judicieux du bois, seul utilisé jusqu'à présent - b) adaptation de la portance aux pressions de terrain - c) l'emploi du béton doit être plus économique que le bois et les métaux étrangers.

La raison essentielle est que le bois se fait rare en Bulgarie et que les mines en consomment 300.000 m³/an. Des mesures de pression se font avec le dynamomètre Wöhlbier-Ambatiello; vues de diagrammes de pression relevés en galeries d'exploitation.

Diagramme pour la détermination de la limite de rentabilité de l'emploi du bois et du béton armé en fonction de la durée de la galerie et du coefficient de rareté du bois.

I Analyse de l'emploi du béton armé en revêtement circulaire en tronçons de 7 à 8 éléments. Procédé simple pour déterminer l'économie.

II. Soutènement des boueaux en claveaux en conditions géologiques difficiles avec fouritures compressibles.

Conclusion : l'introduction des claveaux a donné satisfaction jusqu'à présent en Bulgarie.

IND. D 710

Fiche n° 32.845

F. JUST. Anker in Abbaustrecken als zusätzlicher oder als alleiniger Ausbau. *Boulon d'ancrage en galerie de chantier comme soutènement auxiliaire ou unique.* — *Glückauf*, 1962, 12 septembre, p. 1139/1151, 25 fig.

Les résultats obtenus aux Etats-Unis par l'emploi de boulonnage ont engagé quelques mines de la Ruhr à le mettre à l'essai dans le district de Dortmund. La mine Minister Stein est la première en 1957 à l'avoir utilisé en galerie de chantier, couche Dickebank ; actuellement 45.000 y ont été placés. Depuis 1959, la statistique montre un développement asymptotique du boulonnage en République Fédérale.

Le boulonnage peut ancrer un banc fragile à un haut-toit plus solide ou bien assembler des lits minces pour leur donner de la résistance au cisaillement horizontal, formant ainsi une seule poutre. Le 3^e mode est le cas des galeries où le boulonnage seul est insuffisant, le boulonnage radial autour d'un cintre métallique permet à ce dernier de coulisser sans flamber ; diverses dispositions sont figurées.

Diverses espèces de boulons : a) à coin - b) à double coin - c) à cosses calantes - d) à cosses et coin - e) à coin serrant - f) boulons de béton armé - g) boulons à résine synthétique - h) boulonnage par câble.

Vue du nouveau boulon Becorit à cosses.

Pose et calage des boulons - Résultats obtenus à la mine Minister Stein (vues) - Conclusions : économie du procédé = réduire les temps de forage.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 1312

Fiche n° 32.830

D. CLARK. Rope side frame conveyors, some experience between 1958/1961. *Convoyeurs à câbles latéraux, expérience acquise en 1958/1961.* — *Colliery Engineering*, 1962, septembre, p. 365/371, 8 fig. et octobre, p. 405/413, 16 fig.

L'auteur expose l'évolution de la construction en Grande-Bretagne des convoyeurs à courroie supportés par assemblages flexibles, réalisés surtout par les

firmes Goodman et Distinguon depuis 1958, avec câbles parallèles latéraux : structure de support par câbles fixes et batteries à 5 rouleaux articulés et suspendus aux 2 câbles, un rouleau de retour en dessous, montants télescopiques ; écartement des assemblages de 5 rouleaux 1,20 m × 1,80 m ; écartement des supports rigides tubulaires 6 m avec un écarteur de câble à mi-distance ; solides ancages tendeurs de câbles, attachés à des boulons de mur tous les 60 ou 90 m.

Diverses variantes permettent d'accentuer la flexibilité de l'assemblage et l'adaptation du cintrage de la courroie à l'importance de la charge, avantage surtout sensible dans les modes d'exploitation qui utilisent le chargement par navettes, plus intermittent que le chargement classique, plus continu, utilisé dans les tailles chassantes classiques.

La tension des câbles est étudiée pour chaque cas et des dispositifs divers permettent de la régulariser, d'assurer la flexibilité des assemblages et l'efficacité des ancages.

L'auteur fournit plusieurs exemples d'installation, décrivant des types d'ancrages au mur adaptés à diverses conditions d'emploi : supports intermédiaires, terminaux, etc.

L'auteur décrit le système de convoyeurs à câbles Distinguon Goodman. Les 2 câbles latéraux de support sont tendus en longueurs de 60 m qui se relaient. La tension est maintenue par un ancrage au sol. Des supports soutiennent les câbles tous les 6 m et les rouleaux sur lesquels glisse la bande sont accrochés aux câbles à 1,50 m (en moyenne). Des écarteurs sont placés entre les câbles entre les supports. Le support au sol peut être remplacé par une suspension au toit par boulons ou aux cintres de revêtement suivant les cas.

Le système se conforme aisément à des galeries présentant des variations de pente. L'installation se prête à l'établissement de points de chargement intermédiaires ou de stations de chargement.

L'article décrit plusieurs exemples d'applications, tant au fond qu'à la surface, de ce système de convoyeurs à câble dont la souplesse et les facilités d'emploi sont remarquables.

IND. E 1312

Fiche n° 32.856

X. Chutes. Trémies de chargement et de transfert et descenseurs. — *Colliery Guardian*, 1962, 20 septembre, p. 367/375, 12 fig.

L'article décrit les divers types de trémies de chargement et de transfert construits par les firmes spécialisées pour déverser le charbon sur les bandes de convoyeurs. Une trémie comprend généralement trois parties : l'entrée adaptée à l'extrémité du convoyeur de chargement, munie habituellement d'une plaque à ressort qui s'insinue sous le charbon ; la partie en spirale qui modifie la direction du char-

bon, et enfin la sortie qui déverse sur le convoyeur récepteur avec un minimum de bris et de production de poussières.

Les constructions décrites sont : General Electric, Goodall-Clayton, Hanmade Conveyors, Lilleshall, Luke, Qualter-Hall, Richard Sutcliffe. Naturellement chaque installation a ses exigences propres et les conditions locales déterminent les dimensions et le dessin des chenaux. Souvent la partie terminale est bifurquée pour déverser en deux endroits différents. Le chenal, ouvert vers le haut, peut aussi être fermé, réalisant un caisson étanche.

Les descenseurs spiraloïdes sont souvent adaptés à des bunkers d'emménagement.

Les descenseurs régularisent le débit du charbon et peuvent être munis d'appareils de contrôle et de sécurité, notamment pour arrêter l'alimentation en cas d'engorgement ou de blocage.

Ils se complètent par des appareils d'automatisme dans le cas de déversement des wagonnets aux points de chargement.

IND. E 416

Fiche n° 32.872

A. MARK. The A.C. friction winder of swedish design at Seafield Colliery. *La machine d'extraction Koepe à courant alternatif de construction suédoise installée au Charbonnage de Seafield*. — *The Min. Electr. and Mechan. Engineer*, 1962, septembre, p. 65/73, 8 fig.

Machine quadricâbles, montée sur tour, cage à 2 étages avec contrepoids d'équilibre. Charge maximale 9 t. Vitesse maximum 9 m/s pour le service combiné des hommes et des matériaux. Profondeurs (2 étages) 272 et 480 m. Diamètre de poulie 5 m. De chaque côté agit un frein. Moteur de 900 ch, 6,6 kV. On donne les caractéristiques de la machine, du freinage, système dynamique, pneumatique, mode de fonctionnement, circuits de contrôle, en principe automatiques avec commande par boutons-poussoirs.

Les organes de commande automatique mécaniques sont réservés aux recettes de surface et du fond. Au niveau intermédiaire où un contact magnétique ne pourrait fonctionner correctement à cause du balancement des câbles-guides, on emploie un équipement photo-électrique.

IND. E 43

Fiche n° 32.844

K. BALHAUS. Erfahrungen beim Einbauen einer Gefässförderung in einen Hauptförderschacht mit Holzeinbauten. *Expérience acquise dans la réalisation d'une extraction par skips avec conducteurs en bois*. — *Glückauf*, 1962, 12 septembre, p. 1133/1138, 6 fig.

Pour réaliser l'extraction au 8^e niveau (1050 m) au puits central 2 des mines Lothringen à Bochum-Gerthe pour Pâques 1960 et y installer des skips, le puits a été arrêté à Noël 1959.

A cause de la section limitée (\varnothing utile 4,20 m) et des tuyauteries, il ne pouvait pas être question de rectifier la section : la reprise de piliers a aussi provoqué des déviations. Des considérations d'ensemble et comparaisons de prix ont fait choisir un réaligement des partibures en bois et le remplacement des pièces dégradées ou pourries, la pose d'assise métalliques a été écartée comme trop coûteuse. Pour l'emploi de mains courantes à galets très avantageuses contre les chocs et l'usure, l'emploi d'un guidage ordinaire en bois n'était pas recommandable, la comparaison entre les conducteurs métalliques et ceux en feuillet de bois contreplaqué a laissé l'avantage à ce dernier tant au point de vue prix que des autres avantages : ces conducteurs en contreplaqué se comportent très bien dans les conditions difficiles actuelles.

Le remplacement des partibures a duré un an et demi mais n'a pas gêné l'extraction, le remplacement des guides s'est fait pendant l'arrêt. Les travaux ont été terminés à la date prévue. Pour le remplacement rapide des conducteurs, on a utilisé des cages spéciales de 15 m de hauteur avec 6 paliers permettant le travail simultané à plusieurs niveaux et avec échelle et encoches dans les planchers pour y loger plusieurs longueurs de conducteurs : ceci a permis le placement de 440 m de conducteurs en 50 postes à 4 hommes.

IND. E 48

Fiche n° 32.947

E. CHAPUS, E. CONDOLIOS et P. COURATIN. Hydraulic hoisting of coal and ores. *Le transport vertical hydraulique du charbon et des minerais.* — *Mining Congress Journal*, 1962, septembre, p. 46/49, 7 fig.

Le transport vertical hydraulique étudié par la Société Sogreah, de Grenoble, fournit une solution très économique et très souple de l'extraction.

Un caisson-sas reçoit le charbon ou le minerai, tandis qu'une vanne qui relie le caisson à un autre caisson disposé en dessous du premier se ferme, le caisson inférieur étant dépressurisé ; la vanne est alors ouverte, le charbon tombe dans le caisson inférieur qui est alors rouvert à la pression et le charbon s'évacue dans la tuyauterie montante. L'ensemble forme donc un double sas et deux unités semblables réunies à une même tuyauterie réalisent alternativement un débit continu. La puissance, fonction du poids des particules, de la vitesse combinée des particules sollicitées par le courant fluide et la gravité, est calculable par une formule simple.

Contrairement à ce qui se passe pour une conduite horizontale, la grosseur des particules solides est sans influence sur les pertes de charge par friction.

On peut obtenir par une telle installation des débits de 9.000 t/jour avec une conduite de 0,40 m de diamètre.

Le calcul du diamètre doit être fait soigneusement pour obtenir un rendement élevé. Les pompes sont installées à la surface.

L'article fournit les détails d'installation et les éléments de calculs qui permettent de la réaliser. Des formules sont données.

Les avantages de cette méthode de transport, notamment au point de vue économique, paraissent importants.

IND. E 54

Fiche n° 32.957

K. REPETZKI. Die Anwendung der Fernwirktechnik im Bergbau. *L'application de la commande et du contrôle à distance dans les mines.* — *Bergfreiheit*, 1962, octobre, p. 377/382, 14 fig.

C'est en 1950, qu'ont débuté dans l'industrie le télécontrôle et la télécommande (réunis dans le terme allemand : Fernwirktechnik). Dès 1952, la mine Grimberg suivait l'impulsion en installant une translation des renseignements du fond.

Il a fallu attendre 1957 pour voir un développement important, car, à côté d'avantages indiscutables, il y avait les difficultés naturelles : le danger du grisou pour les installations électriques (actuellement surmonté), le déplacement journalier des lieux de travail, la poussière, l'humidité, le traitement brutale des installations du fond. Actuellement, des remèdes ont été apportés, les télécommunications notamment peuvent se concentrer en grand nombre sur une seule ligne, grâce à la technique des « canaux », les engins magnétiques sont également très perfectionnés.

Revue des appareils de téléinformation : cloche métallique indiquant l'état de remplissage d'un silo, contrôle d'un débit d'air, de pression dans une tuyauterie (5 appareils de Funke et Huster).

Télévision pour le contrôle de la marche d'une bande ou d'une installation de 9 bandes. Pour le roulage les tableaux synoptiques ont déjà été signalés (Kreuzner). L'économie de place au fond est signalée par Siemens.

Il y a aussi les enregistreurs synoptiques des dépenses d'énergie d'une mine - la télécommande d'un treuil de puits intérieur (antigrisouteux).

Installation de concassage de pierres automatique. Contrôle automatique du marquage des ouvriers.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 113

Fiche n° 32.919

F.B. HINSLEY. The assessment of energy and pressure losses due to air-flow in shafts, airways and mine circuits. *Détermination des pertes d'énergie et de charge provoquées par la circulation de l'air dans les puits, les voies d'aérage et les circuits d'aérage des mines.* — *Mining Engineer*, 1962, août, p. 761/783, 5 fig.

Extension de la théorie de l'aérage basée sur la thermodynamique, déjà exposée sous une forme limitée aux puits.

Les mesures nécessaires peuvent se faire en utilisant, soit un manomètre à tubes, soit un baromètre ; il existe une relation entre les quantités ainsi mesurées et on peut passer des pertes de charge déterminées par une méthode à celles mesurées par l'autre. Exemple d'un relevé barométrique dans une mine d'or profonde de l'Afrique du Sud.

La variation de la pression barométrique et son influence sur les lectures ; retour sur la part de l'aéragé partiel dans l'aéragé d'une mine ; exemple des observations effectuées au baromètre dans une houillère voisine de Nottingham.

Bibliographie : 5 références.

Discussion qui a permis d'insister sur le coefficient de compression de l'air dans le puits d'entrée d'air et les précisions à apporter dans la méthode barométrique.

IND. F 115

Fiche n° 32.889

M. GRANDJEAN, Etude d'un problème d'aéragé aux Houillères du Bassin de Lorraine. Campagne du Siège Wendel-Vuillemin. — **Doc. du Bassin de Lorraine édité par le Cerchar**, 1962, septembre, 10 p., 7 fig.

Les accords franco-allemands sur le Warndt ont entraîné des modifications d'exploitation du Siège Wendel-Vuillemin, ainsi que l'abandon d'un puits qui devait être remplacé par un nouveau puits de retour d'air, le puits Marienau.

Les études d'aéragé faites à cette occasion avec la collaboration du Cerchar ont dû être menées dans des délais très stricts. Une campagne de mesures a permis de déterminer les résistances du réseau d'aéragé du Siège. On a pu alors résoudre les deux problèmes suivants : réglages nécessités par la mise en route du ventilateur Marienau - abandon du puits St-Charles 4 (situé en Sarre) et retour aux Saarbergwerke de l'exploitation sous le Warndt.

Méthode de calcul utilisée. Résultats obtenus. (Résumé Cerchar, Paris).

IND. F 115

Fiche n° 32.887

L. CHAINEAUX et **C. BERTARD**. Résolution à la règle à calcul des problèmes d'aéragé principal au Cerchar. Journée d'Information. Verneuil, 28 juin 1962. — **Publ. Cerchar**, n° 1259, 5 p., 4 fig.

I. Notions sur la théorie des réseaux maillés : $\sum Q = 0$, $\sum P = 0$; $P = RQ^2$. Il en découle 5 types de problèmes : 1) toutes les résistances sont connues. On cherche les débits pour des pressions de ventilateurs données - 2) les débits dans certains branchements (tailles) sont imposés - 3) on recherche une solution optimale avec certains éléments non fixés a priori.

II. Principe de la méthode de Hardy-Cross (approximations successives).

III. Accélération de la convergence dans le calcul à la main (pour les 2 premiers cas). On choisit d'injecter une correction de débit dans un trajet fermé

choisi de telle manière que les pertes de charge le long de plusieurs mailles à débit variable soient simultanément réduites. Il est montré sur un exemple IV comment on choisit une base.

V. Comment on calcule les débits dans les mailles d'entrée d'air et dans celles de retour d'air, celles à débit constant restant invariables.

VI. Calcul du point de fonctionnement du ventilateur.

VII. Intérêt de la méthode.

IND. F 115

Fiche n° 32.886

C. BERTARD. Développements récents des méthodes de résolution des problèmes d'aéragé principal au Cerchar. Journée d'Information. Verneuil, 28 juin 1962. — **Publication Cerchar** n° 1280, 7 p., 4 fig.

Les méthodes de calcul ont fait de tels progrès qu'elles permettent de répondre aisément à tous les problèmes qu'on rencontre dans la pratique. Toutefois l'établissement correct des données est encore très difficile. L'auteur signale :

I. Les progrès dans les méthodes de calcul : a) emploi de l'ordinateur IBM 7090 qui est 7 à 8 fois plus rapide que le 704 et possède 4 fois plus de mémoires, avec un prix de revient 5 fois moindre - b) accélération des calculs de convergence dans la méthode Hardy-Cross en faisant la distinction entre les branchements à débits imposés (tailles) des autres à débit quelconque - c) enfin et surtout mise en service du simulateur d'aéragé.

II. Les difficultés et les recherches en cours dans l'établissement des données : a) données mal définies (résistance des tailles - aéragé naturel variant avec les saisons - galeries étroites de transport...) - b) débits nécessaires fonction du dégagement de grisou - c) caractéristiques des ventilateurs principaux - d) résistance des puits, section et vitesse en grandes galeries.

III. Exposé de la méthode du problème-test. On mesure soigneusement la résistance des éléments importants de même que les pressions et débit au ventilateur et, pour le reste, on se borne à des estimations par catalogue. On calcule le régime et corrige les estimations pour que les débits dans les éléments importants trouvés correspondent aux mesures. La durée des campagnes de mesures est ainsi réduite d'une façon importante. La méthode s'applique bien au simulateur. Vue d'un anémomètre à chambre d'ionisation.

IND. F 115

Fiche n° 32.885

P. BELUGOU et **C. BERTARD**. Conception et réalisation d'un simulateur d'aéragé au Cerchar. Journée d'Information, Verneuil, 28 juin 1962. — **Public. Cerchar** 1261, 13 p., 11 fig.

Les éléments du simulateur de ventilation créé par le Cerchar comportent : 1) des modules à résistance (de ventilation) constante (pour une posi-

tion choisie de son réglage) - 2) des modules à intensité constante (équivalent aux guichets régulateurs des mines) - 3) Les ventilateurs (simulés par des tensions réglables) - 4) divers.

1. Les modules à résistance constante suivent la loi $U = k i^2$. Il y en a de 2 types pour 1μ à 5.000 et pour $0,25 \mu$ à 5μ . La résistance électrique est constituée par l'espace cathode-plaque d'une penthode EF 98 (pour voiture) montée en triode, une résistance variable dans le circuit de cathode fait varier le nombre de murgues; grâce à des diodes de Zener, on obtient une précision de l'ordre de 5 % entre les extrêmes (entre 1 et 5.000, 5 gammes et 5 boutons). De plus, il y a 2 dispositifs avertisseurs : a) un œil magique s'ouvre si la tension aux bornes dépasse 100 V (limite admissible) ; b) une petite ampoule avec ampli à transistor s'allume au centre du module si la tension vient à s'inverser. Il existe 160 modules pour 1 à 5.000μ et 40 pour $0,25$ à 5μ (en une seule gamme).

2. Les modules à intensité constante sont d'un montage courant en électronique. Ils représentent les débits imposés par guichet dans les chantiers. Ces modules sont munis d'un œil magique qui s'ouvre si la tension aux bornes est inférieure à une valeur fixée, il faut alors augmenter la dépression générale jusqu'à extinction de l'œil magique.

3. Les ventilateurs sont représentés par des alimentations potentiométriques. Grâce à un dispositif avec came et roulette, on figure le point de fonctionnement du ventilateur, une deuxième roulette signale le rendement. Il y a ainsi 3 ventilateurs automatiques et 2 non automatiques pour les problèmes simples.

4. Divers. L'aérage naturel peut être figuré par des piles sèches. Air comprimé et grisou peuvent être représentés par un module à débit constant. Emploi du simulateur et problèmes traités.

IND. F 131

Fiche n° 32.849

K. GRAUMANN et G. LAMMEL. Typenbeschränkung bei Hauptgrubenlüftern. *Choix des types pour les ventilateurs principaux des mines.* — Glückauf, 1962, 26 septembre, p. 1197/1206, 11 fig.

Choix et fonctionnement de ces ventilateurs : on leur demande surtout d'être adaptables aux variations de la mine, de marche sûre et économique.

Les mesures de la Centrale d'essai de la Bergwerkschaftskasse Westphalienne ont soulevé plusieurs cas où les conditions techniques et économiques étaient insuffisantes.

Deux raisons : le renouvellement trop rare des ventilateurs ne permet pas aux constructeurs de suivre d'assez près le progrès, parfois aussi un placement mal étudié fait perdre le bénéfice d'une construction moderne. Au point de vue rendement : il n'y a pas grande différence entre les ventilateurs radiaux, qui ont atteint un rendement de 89 % dès 1959, et les axiaux qui ont atteint 86 à 88 % peu

après. A noter qu'à faible orifice équivalent l'axial est instable, il est moins encombrant et moins coûteux que le centrifuge, mais sa galerie d'amenée coûte souvent plus cher. Le ventilateur centrifuge à ailes recourbées en arrière du mouvement est très souple, on agit sur le nombre de tours par courroie ou réducteur. Le ventilateur axial a un domaine plus limité, le nombre de tours est fixé, on agit sur l'inclinaison des ailettes, son régime est très rapide, il est bruyant et s'accommode d'un accouplement direct avec moteur en court-circuit (peu coûteux).

Pour la comparaison des régimes, on considère le coefficient de pression : $\psi = 2 \Delta p \cdot g/\gamma u^2$ (signes habituels), le coefficient de débit $\psi = 4 Q'/\pi D^2 u$ où Q' est le débit en m^3/s et le coefficient de rendement : $\lambda = \varphi \psi$. Avec ces caractéristiques, l'orifice équivalent $A = \varphi/\psi^{1/2} \times \pi D^2/4 \times 1/\alpha$ avec $\alpha = 0,65$. Le coefficient de vitesse σ et celui de diamètre δ qui sont donnés. Des exemples typiques des diagrammes des deux genres de ventilateurs sont donnés. Exemple d'un choix de ventilateur.

Bibliographie récente.

IND. F 131

Fiche n° 32.914

X. Fan house control equipment. *L'équipement de contrôle de l'installation du ventilateur.* — Colliery Engineering, 1962, octobre, p. 400/404, 7 fig.

L'article décrit une installation de ventilateur à Wolstanton, Nord Staffordshire, charbonnage qui exploite aux environs de 1.000 m de profondeur. Deux ventilateurs Aerex à flux radial de 250 mm d'eau, dont un de réserve - moteur de 1.500 ch, 6.600 V AEL, induction synchrone - ventilateur 307 tr/min - appareillages, accessoires et panneaux de contrôle pour la température, la pression et le débit d'huile, l'arrêt progressif. Des installations analogues existent aux deux autres sièges de cette exploitation.

Un point remarquable est que la commande à distance a été réalisée. Le règlement stipule que la dépression doit être mesurée au manomètre à eau ainsi que la température des paliers, toutes les demi-heures, ce qui exige un préposé en permanence. On y a suppléé en installant un panneau de contrôle à distance, situé dans le bâtiment des chaudières et qui est relié au ventilateur par des dispositifs automatiques électriques de contrôle du niveau d'eau du manomètre, et de la température des paliers.

IND. F 21

Fiche n° 32.931

M. de VERGERON. Les accumulations de grisou en couronne des galeries, leur détection, leur dilution. — *Journée de Sécurité.* Verneuil, 5 avril 1962, 22 p., 30 fig.

I. Historiquement les travaux britanniques sur le sujet remontent aux expériences de H.F. Coward effectuées en 1937-1938 (Transactions vol XCIV,

p. 446/453). Il avait constaté que la vitesse de propagation du front d'une nappe de grisou en galerie non aérée, était stable et dépendait de la pente de la galerie et du débit de grisou. Il nota aussi qu'en aérage descendant la nappe de grisou peut se déplacer en sens inverse et atteindre une vitesse de 50 cm/s.

Une étude fondamentale fut décidée (cf. Bakke et Leach). Simultanément, Leach et Barbero ont fait des essais sur des sources multiples. Enfin Baker et Windle ont étudié le comportement de la flamme de la lampe de sûreté dans des lits au toit de grisou (Rapport récent du Safety Mines Research Establishment, n° 208). L'auteur met en valeur les résultats de ces études.

II. Comportement des nappes de grisou : profil des vitesses - théorie des nappes - dilution en galeries horizontales - nappes en galeries pentées (sens et vitesse).

III. Lutte contre les nappes de grisou : variation de la vitesse d'aérage - réduction du débit de grisou.

IV. Moyens provisoires de lutte rapide : dispersion par une chicane unique - éjecteur à air comprimé.

V. Conclusions de l'étude des nappes à source unique, indice $L = 0,6 V/\sqrt[3]{(Q/D)}$ ou encore $= 2,8 \sqrt[3]{(V^2 D/\Delta t S)}$

(V = vitesse m/s, Q = débit m^3/s , D = largeur en m, S = section en m^2 , Δt = augmentation de teneur due à la venue de CH_4).

VI. Nappes de grisou issues de plusieurs sources.

VII. Comportement des lampes à flamme britanniques alimentées (en air) par le haut dans les nappes de grisou.

VIII. Conclusions : la chaleur de la lampe crée autour d'elle des courants de convection qui empêchent les lampes à flamme de tout type de détecter la teneur en grisou à 15 cm du toit.

IND. F 22

Fiche n° 32.930

M. RICAUD. Emploi du central de télégrisoumétrie au siège 7 de Liévin. — *Journée de Sécurité*, Verneuil, 5 avril, 4 p.

Le puits 7 remonte 5.200 t/jour, produit des fosses 5, 4 et 7, profondeur entre 650 et 850. Dégagement de grisou 80 à 90 m^3/t . Dégazage : 20 à 25 %.

A la suite de la catastrophe du puits 5, le minage avait été interdit. Fin 1959, un premier dégagement instantané s'est produit à l'étage de 850 et a provoqué la mort de 2 ouvriers, le minage a été rendu obligatoire dans les chantiers suspects et repris dans les autres.

Le minage au charbon exécuté souvent depuis un poste de tir très éloigné, a conduit à l'emploi des télégrisoumètres pour :

- avant le tir, connaître les teneurs à front ;
- après le tir, connaître aussi les teneurs et effec-

tuer la reconnaissance avec informations préalables.

Un central a été installé au siège 7 le 1^{er} février 1962, en vue de la surveillance permanente d'un ensemble de chantiers :

- 4 têtes détectrices ont été placées dans les retours de la fosse 7 ;
- 2 têtes dans les retours généraux ;
- 1 tête dans le puits ;
- 2 têtes sur des retours de traçages et 3 sur le retour d'un chantier menacé de D.I.

Fréquence des mesures et projet d'utilisation.

Observations faites en service.

Conclusion : le central de télégrisoumétrie fournit de nombreux renseignements dont l'exploitation fera progresser la connaissance des D.I., avec la collaboration d'un spécialiste formé aux études statistiques.

IND. F 24

Fiche n° 32.822

D.C. YATES. Drainage of methane from sealed areas. *Le drainage du grisou de régions isolées par barrages*. — *Steel and Coal*, 1962, 14 septembre, p. 514/520, 20 fig.

Les districts souterrains isolés par serrements ou barrages « respirent » par suite des variations de la pression extérieure. On s'oppose à cet inconvénient en ménageant une « chambre à pression » en avant du serrement, dans laquelle on équilibre la pression au moyen de tubes Venturi à air comprimé ou de ventilateurs électriques, en contrôlant la pression avec manomètres sensibles.

Lorsque la pression de grisou est assez forte derrière les barrages ou dans les remblais, le drainage par tuyaux devient nécessaire, de préférence avec ventilateur aspirant et les moyens de contrôle de pression habituels.

Dans l'évaluation des pressions derrière des serrements, il faut tenir compte de la densité du grisou dont l'effet de dépression par rapport à l'air correspond à environ 5 cm pour 100 m de dénivellation.

Pour des espaces s'étendant entre des niveaux assez différents, les problèmes de l'équilibrage des pressions et du drainage présentent une certaine complication. L'érection de barrages permanents doit comporter des instruments de contrôle et d'équilibrage de la pression dont on peut rendre le fonctionnement automatique.

Un système automatique à relais pneumatiques est décrit avec ses détails d'application pour le contrôle de la pression, sa régularisation par actionnement automatique de tubes Venturi, mesure du débit de drainage également automatique.

En somme, un district isolé par barrages, avec installation de drainage de grisou, peut être équipé de manière à assurer toutes les opérations de contrôle nécessaires.

Des exemples d'installations sont fournis avec schémas de circuits et d'appareillages.

IND. F 24

Fiche n° 32.850

G. JUNGNITZ. Das Betriebsverhalten von Drehkolbengebläsen zur Grubengasabsaugung. *Le comportement en service des aspiratrices à pistons rotatifs pour le captage du grisou.* — *Glückauf*, 1962, 26 septembre, p. 1208/1211, 2 fig.

Le comportement des aspiratrices à pistons rotatifs pour l'aspiration du grisou échappe presque complètement aux représentations et à un calcul de rendement suffisamment précis. Les caractéristiques ne sont pas régulières, comme pour les machines à dépression, de plus la longueur des tuyauteries et du réseau aspirant se modifie constamment. La densité du gaz est variable, de sorte que les calculs avec une dépression et un réseau donnés ne peuvent donner qu'une approximation.

Cependant, de telles hypothèses simplificatrices ne sont pas dénuées de toute utilité pour expliquer le fonctionnement et montrer les relations entre les diverses grandeurs.

L'exposé théorique sert aux estimations des mises en parallèle et au réglage et donne au moins une idée de l'ordre de grandeur des débits, pressions, résistances et pertes de rendement par la rotation des fuites. De plus, interviennent les problèmes de la disposition des tuyauteries dans le cas de plusieurs machines en parallèle, ainsi, par exemple, la disposition défectueuse des tuyauteries de retour de pression ou une distribution inégale du courant aux diverses aspiratrices qui peuvent entraîner des échauffements indésirables.

IND. F 443

Fiche n° 21.957^{III}

R.W. SCHLIEPHAKE. Stand der Entwicklung eines Verfahrens zur quantitativen röntgenographischen Quartzbestimmung in Grubenstäuben des Steinkohlenbergbaus. II. Bericht. *Etat de la mise au point d'un procédé radiographique pour la détermination de la teneur en quartz des poussières de mine des charbonnages. II^e rapport.* — *Staub*, 1962, septembre, p. 364/372, 11 fig.

L'examen critique d'une définition minéralogique par rayons X entraîne une série d'exigences qu'il y a lieu de respecter le plus possible. D'autres exigences résultent des conditions particulières de la définition pratique du quartz dans les poussières de mine. Une définition spéciale quantitative du quartz dans ces poussières tend à réaliser l'observation de l'ensemble de ces exigences.

Le procédé utilise les cendres d'échantillons de poussières de mine et est presque complètement mécanisé. La comparaison des teneurs obtenues par ce procédé avec celles de spectroscopie par ultra-rouges montre que les deux procédés donnent une précision moyenne de moins de 2 %.

IND. F 51

Fiche n° 32.831

C. JONES. Estimating the heat and humidity in coal-mine airflow. *La mesure de la chaleur et de l'humidité dans le courant d'air des charbonnages.* — *Colliery Engineering*, 1962, septembre, p. 372/376, 4 fig. et octobre, p. 420/425, 4 fig.

Il est important, au point de vue rendement humain, de prévoir les conditions de température et d'humidité des chantiers de travail.

Les mesures de température comparées avec thermomètre sec et humide montrent que leur relation varie avec la vitesse du courant d'air. Les températures varient naturellement avec les saisons.

Lors de la création d'un nouveau siège d'exploitation à grande profondeur, les relevés de température dans les sondages fournissent des informations sur la température des roches, mais au cours du développement des travaux souterrains, plusieurs facteurs interviennent, variables suivant les circonstances : dans les chantiers aérés par ventilation soufflante, le problème des échanges de chaleur, assez complexe, a fait l'objet de nombreuses études dont les résultats sont mentionnés. Ils permettent de calculer le diamètre des conduites d'aéragé à prévoir pour un chantier situé à une profondeur donnée avec une longueur de conduite et un débit également donnés. L'isolement des conduites par calorifuges et, éventuellement, le conditionnement de l'air peuvent améliorer les conditions de travail.

Se basant sur des calculs et des expériences de laboratoire, l'auteur étudie les variations de la température dans les bancs entourant une galerie, en fonction de la distance et du temps.

Il examine ensuite l'effet de l'humidité sur les échanges de température et, envisageant plus spécialement les températures de l'air au front de taille, il traite le problème particulier des mineurs continus employés dans le creusement des traçages où la grande puissance mécanique utilisée donne lieu à un dégagement de calories considérable.

Dans ses conclusions, l'auteur établit qu'il est possible de calculer et prédire la température du courant d'air dans des chantiers futurs, en partant de données exactes sur la température de la roche vierge. Il indique les moyens pratiques pour réaliser dans les chantiers la température de courant d'air exigée par le bon rendement des ouvriers et par les règlements : modes de ventilation, limitation de la longueur du front de taille, limitation de l'humidité, conditionnement de l'air, aération du front de taille par un courant d'air d'au moins 120 m par minute (vitesse), emploi de vêtements ventilés.

IND. F 622

Fiche n° 32.918

H.L. WILLET. Sealing off fires underground. *Isolement de feux de mine par barrages.* — *Mining Engineer*, 1962, août, p. 709/760, 26 fig.

Rapport du Comité spécial de l'Institution of Mining Engineers adopté par le Conseil de l'Institution. Le rapport constitue une étude complète et dé-

taillée du problème de la lutte contre les feux par établissement de barrages. Conditions à remplir par les barrages dans diverses conditions : flammes au toit persistantes, feux déclarés en taille, en voie, en galerie d'entrée ou de sortie d'air près ou loin d'une taille, en divers autres endroits, feux couvants ou points chauds résultant d'inflammation spontanée au bord de vieux travaux, de voies.

Plan préparatoire pour la position des barrages et distance au foyer des barrages définitifs ; préparation du matériel, son transport, effectifs, construction. Les barrages monolithes en béton ou plâtre sont supérieurs aux barrages en sacs à sable. Cas où l'on peut créer un joint hydraulique. Mesures à prendre dans la zone avant son isolement, y compris captage de grisou. Equilibrage de la pression et mesures à prévoir pour contre-balancer l'effet de la variation de la pression atmosphérique.

Echantillonnage des gaz à l'intérieur de la zone, analyses et leur interprétation ; rôle capital de l'étude des analyses successives pour suivre le développement du feu déclaré ou couvant ; les limites d'inflammabilité et leur calcul dans le cas de mélange ; interprétation des résultats d'analyse par rapport à ces méthodes. Règles pratiques résultant de ces études détaillées. Méthodes futures possibles d'isolement rapide par des portes ou autres dispositifs contre les explosions et mesures à prévoir de ce fait, ou bien par utilisation de travaux préparatoires et de matériel entreposé à l'avance (rainures ou fentes préparées où on loge des barres d'acier).

Bibliographie : 52 références.

(Résumé Cerchar Paris).

IND. F 91

Fiche n° 32.951

A.W. KNOERR. How to combat the pending noise problem. *La lutte contre le bruit*. — **Engineering and Mining Journal**, 1962, septembre, p. 89/98, 14 fig.

L'auteur préconise un examen audiométrique de tous les ouvriers et employés d'une entreprise, nécessaire pour évaluer, par la suite, le dommage éventuel subi ultérieurement à leurs facultés auditives.

Il décrit les principes scientifiques sur lesquels repose l'audiométrie : notion des unités (décibel), pression sonore, énergie, intensité et fréquence.

Après une description de l'oreille humaine et des effets du bruit excessif, il envisage les moyens de combattre le bruit et de protéger l'organe : appareils de mesure du bruit, appareils de filtration ou d'obturation intérieurs ou extérieurs à l'orifice de l'oreille pour le contrôle du bruit. Notons que certains constructeurs de machines ou d'engins producteurs de bruit, tels que les perforateurs à air comprimé, ont inventé des dispositifs, en l'occurrence des amortisseurs d'échappement, qui réduisent le bruit dans des proportions appréciables.

H. ENERGIE.

IND. H 402

Fiche n° 32.810

D. HICKS. Coal utilisation. *L'utilisation du charbon*. Rapport présenté à l'East Midlands Branch of the Inst. of Plant Engineers, 14 p., 38 réf., 15 nov. 1961.

Tableau d'ensemble de l'évolution de l'utilisation du charbon en Grande-Bretagne.

La production d'électricité absorbe 26 % de la consommation totale de combustibles et son importance va croissant ; elle est presque entièrement basée sur le charbon. Elle évolue vers les grosses unités à très haut rendement avec interconnexion des centrales par réseau à haute tension (actuellement 275.000 V, projets à l'étude pour 400.000 V). L'énergie nucléaire ne paraît pas devoir être compétitive avant 1970.

La carbonisation absorbe également 26 % de la consommation. En raison de l'importante réduction de la mise au mille, dans la sidérurgie, on tend à développer de nouvelles unités de gazéification intégrale à partir de charbon (procédé Lurgi) ou de produits pétroliers (en particulier pour la couverture des pointes de consommation).

Les industries diverses absorbent 16 % de la consommation principalement pour la production de vapeur. Dans le domaine des petites chaudières, les rendements sont rarement satisfaisants et un effort devrait être fait pour développer les foyers mécaniques pourvus d'appareils de réglage automatique.

Les foyers domestiques absorbent 16 % de la consommation. Le rendement de combustion dans les feux ouverts traditionnels est très médiocre et la production de fumées souvent très importante. On doit encourager l'extension du chauffage central et le développement de l'usage du gaz et de l'électricité.

IND. H 533

Fiche n° 32.953

B. MATTLET. Systèmes de télécommande et de télé-signalisation électroniques - Principes et réalisations. — **Association des Ingénieurs de Montefiore**, 1962, février-mars, p. 143/164, 14 fig.

Introduction et principes de base d'une télécommande - Etapes principales : l'opérateur tourne et pousse la clef d'un disjoncteur choisi parmi un certain nombre de commandes possibles - le poste subordonné reçoit alors un télégramme qui modifie la position d'un disjoncteur au récepteur, ensuite il y a renvoi au poste chef d'un télégramme.

Méthodes utilisées pour vérifier le bon fonctionnement des éléments d'un système de télécommande : par suite de parasites éventuels en ligne, il peut y avoir sélection d'un autre disjoncteur que celui choisi au poste-chef, un certain nombre de précautions sont prises pour avertir le poste-chef et faire rectifier.

Analyse des principaux éléments d'un système de télésignalisation :

1) au poste subordonné il y a : un détecteur de discordance - un codeur qui traduit la situation - un convertisseur qui émet des impulsions en conséquence - un programmeur qui contrôle la séquence - un émetteur de ligne :

2) au poste-chef : un récepteur de ligne - un convertisseur qui transforme le train d'onde en un code - un décodeur qui transforme ce code en impulsions de commande - un programmeur qui contrôle la séquence des opérations.

Systèmes développés à la Société B.T.M. (Bell Telephone).

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. I 53

Fiche n° 32.809

H. RIESCHEL. Production of briquettes for low temperature carbonisation. *Production d'agglomérés pour carbonisation à basse température.* — *Colliery Guardian*, 1962, 28 juin, p. 810/820, 14 fig.

Bref historique du développement du briquetage et de la carbonisation du lignite en Allemagne, suivi d'une description de l'installation de briquetage établie par la firme allemande Buckau R. Wolf R.G. pour valoriser le lignite de South Arcot (Inde).

Cette installation, prévue pour le traitement de 2.660 t/jour, comporte une section de broyage et de tamisage équipée de broyeurs rotatifs à lames et de broyeurs à marteaux, une section de séchage équipée de sècheurs rotatifs à faisceaux tubulaires alimentés par de la vapeur surchauffée à 180°, une section de retraitement des particules de 3 à 6 mm qui subissent un séchage complémentaire et un rebroyage, et une section de 13 doubles presses à extension qui produisent des briquettes de 25 cm de longueur, d'un poids approximatif de 650 g.

IND. I 62

Fiche n° 32.826

F.H. GIBSON et W.H. ODE. Application of rapid methods for analysing coal ash and related materials. *L'application de méthodes rapides pour analyser les cendres de charbon et les matériaux similaires.* — U.S. Bureau of Mines R.I. n° 6036, 1962, 23 p., 1 fig.

La recherche de méthodes rapides et simples pour l'analyse des cendres a conduit à utiliser la spectrophotométrie pour SiO_2 , Al_2O_3 , F_2O_3 , TiO_2 et P_2O_5 , le titrage chélatométrique pour CaO et MgO , la photométrie de flamme pour Na_2O et K_2O . Ces méthodes sont rapides et directes, conviennent à l'analyse de groupes d'échantillons et ont une précision très satisfaisante. Des analyses complètes en double exemplaire sont obtenues 2 ou 3 fois plus vite qu'avec les méthodes classiques.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 213

Fiche n° 32.819

J.A. EDWARDS. Coal refuse for building materials. *Les stériles de charbonnages utilisés comme matériaux de construction.* — *Colliery Guardian*, 1962, 13 septembre, p. 340/346, 7 fig.

Des recherches avec essais d'installation-pilote ont été entreprises par le Bureau of Mines pour utiliser les déchets de charbonnages comme matériaux de construction.

Les essais ont porté sur des déchets broyés entre 0 et 6 mm avec 40 à 50 % de matière combustible. Une humidité de 10 % est favorable au procédé. Celui-ci comprend une agglomération en grains dans un four à brûleur spécial, à cylindre incliné dans lequel le matériau circule en descendant. Il est ensuite cuit dans un four à grilles mobiles à chaînes où ses matières combustibles brûlent. Il subit un gonflement et une agglomération en blocs. Le produit final est léger et convient bien à la confection du béton. Le préchauffage de l'air est favorable à la cuisson.

La conduite et le rendement des opérations dépendent naturellement de la nature des déchets traités, mais les résultats des expériences effectuées avec l'installation décrite sont satisfaisants.

IND. J 313

Fiche n° 32.903

W. DREGER. Möglichkeiten der Instandhaltung von hydraulischen Ausbau. *Comment entretenir le soutènement hydraulique.* — *Schlägel und Eisen*, 1962, septembre, p. 620/625, 4 fig.

Techniquement, le soutènement hydraulique est au point. Actuellement, il faut en accroître l'économie par diminution des frais d'emploi, accroissement de sa productivité et de la durée d'utilisation, ce dernier point dépend de l'entretien.

On peut diminuer les frais de ce dernier par : 1) une reconnaissance rapide des pièces usées - 2) une construction localisant les dégâts inévitables sur des pièces peu coûteuses.

La combinaison de ces deux points s'obtient par les trois sortes d'opérations : inspection - entretien - réparation. Ces trois points sont analysés.

L'auteur examine en détail les points importants : détermination de la durée d'utilisation - soins périodiques - réalisation des travaux de remise en service. Avantages des examens périodiques au point de vue service et économie. Evolution de la construction désirable pour faciliter cette organisation.

K. CARBONISATION

IND. K 333

Fiche n° 32.808

W. IDRIS JONES and J. OWEN. Smokeless fuel from low-rank coals carbonized in a fluidized bed. *Combustibles non fumeux à partir de charbon de faible degré de houillification carbonisés en lit fluidisé.* — *Journal of the Inst. of Fuel*, 1962, septembre, p. 404/414, 8 fig.

Exposé des recherches entreprises par le N.C.B. en vue de produire un combustible peu fumeux, pour feux ouverts, à partir de charbons à haut indice de M.V. (+ de 52 %). La méthode choisie comporte : a) une carbonisation en lit fluidisé, d'une durée de 50 min à une température de 400 à 500 °C, qui fournit un semi-coke pulvérulent à moins de 20 % de M.V. - b) une agglomération à chaud réalisée sans liant à la presse à extension ou avec liant (brai + charbon fusible) à la presse rotative. Une usine pilote de 5 t/h fonctionne à la mine de Birch Coppice, près de Birmingham.

Des recherches se poursuivent dans différentes directions : réduction du temps de carbonisation à quelques minutes - chauffage indirect du carboniseur en vue d'améliorer le rendement en produit solide - briquetage sans liant à la presse rotative.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 1122

Fiche n° 32.861

X. Le grand ensemble du Siège n° 10 d'Oignies. — *Annales des Mines (de France)*, 1962, septembre, p. 586/598, 14 fig.

Dans le cadre de leur programme de modernisation, les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais ont réalisé, depuis 1956, un nouveau siège d'extraction : le n° 10 d'Oignies, capable de produire 5.700 t nettes par jour (12.000 t brutes), pour remplacer 5 sièges anciens ne produisant que 4.200 t.

Après un exposé des raisons qui ont conduit à l'implantation de ce siège nouveau, l'article décrit les principales installations du fond et du jour : puits de 6,75 m de diamètre, à double compartiment (4 cages à 5 niveaux), avec accrochage à l'étage 456, extraction à l'aide de 2 machines à poulies Koepe quadricâbles, berlines de 5.000 litres, lavoir d'une capacité de 900 t/h, usine à boulets (capacité 80 t/h), usine à anthracite (capacité 1.500 t/jour).

IND. Q 1162

Fiche n° 32.875

X. High tonnage in 28 inches coal. *Forté production en couches de 0,70 cm.* — *Coal Age*, 1962, septembre, p. 78/81, 14 fig.

Au charbonnage de Jewell Ridge, Virginie, on atteint la production de 460 à 620 t nettes/poste. L'équipement comprend : chargeuse Joy 14 BU 10, 25 ch + 20 ch pour le halage, haveuse Joy 16 RB

avec barre de 3,50 m et dépoussiéreur, 4 tracteurs à accus et 4 wagonnets de 3 3/4 t Kersey, convoyeur-élévateur de chargement, wagonnets de 4 t à fond basculant, locomotive 15 t General Electric, unité de forage pour boulonnage, etc.

Le bourrage hydraulique donne plus de grosses houilles. Personnel de taille : 11 hommes, plus 1 surveillant.

Des renseignements sont fournis sur le cycle d'exploitation, les différents services, les installations de force motrice et l'entretien. Electrification au courant alternatif. Une seconde section du même charbonnage, utilisant un équipement plus ancien, produit 282 t/poste dans une couche de 0,85 m.

IND. Q 32

Fiche n° 32.847

H.J. RUMMERT. Tagung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln über das Energiegutachten. *Journée de l'Institut d'Economie énergétique à l'Université de Cologne sur l'Enquête de l'Energie.* — *Glückauf*, 1962, 12 septembre, p. 1165/1170.

Le thème de ces réunions des 14 et 15 juin écoulés était : Résultats et conséquences de politique énergétique des consultations sur l'énergie. Sept conférences ont été présentées.

Le Prof. Wessel fait un exposé introductif où il attire l'attention sur les aléas des estimations, sur les problèmes de substitution, sur les inconnues du développement de l'énergie nucléaire et du gaz naturel, concurrent très sérieux, enfin sur l'influence des taxes diverses.

Le Dr. S. Balke, Ministre de l'Energie nucléaire, parle du programme de la République Fédérale concernant l'énergie nucléaire. Certainement en 1980, la moitié des anciennes centrales à vapeur auront disparu. Deux opinions prédominent en Allemagne : les uns veulent limiter les recherches, les autres désirent des installations économiques avec intervention de l'Etat. L'auteur pense que toutes les disponibilités doivent être consacrées à la recherche.

H. Bischoff discute les évaluations à long terme.

K. Ebert est d'accord avec Wessel pour tenir compte, dans la comparaison des prix de revient des diverses sources d'énergie, d'un certain nombre de facteurs.

R. Marjolin, Vice-Président de la Commission du Marché Commun, parle de l'importance de cette enquête pour la politique économique européenne de l'énergie.

H. Burckhardt discute les résultats de la position prise par rapport à l'Enquête.

H. Theel parle au nom du consortium européen du pétrole.

Une discussion générale suivit les exposés où, entre autres, le Dr. Anderheggen mit en doute la pré-

vision des Etats-Unis d'un rendement général de 20 t en charbonnages pour faire face aux conditions de l'enquête.

Au cours de son allocution de clôture, le Dr. Burbacher appuie la proposition de M. Burckhardt d'effectuer une étude d'ensemble afin de trouver un compromis.

S. SUJETS DIVERS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES.

IND. S 455

Fiche n° 32.807

K. BOWLING and A. WATTS. Determination of particle residence time in a fluidized bed : theoretical and practical aspects. *Détermination du temps de séjour d'une particule dans un lit fluidisé : aspects théorique et pratique.* — *Australian Journal of Applied Science*, n° 4, 1961, p. 413/427, 14 fig.

Les essais ont été réalisés sur des particules de semi-coke rendues magnétiques (par imprégnation au moyen d'hydroxyde de fer suivie d'une réduction à 500° qui ramène le fer à l'état métallique).

Lorsque le réacteur fluidisé est alimenté par le dessous (transport par le gaz de fluidisation), les durées de séjour expérimentales cadrent avec les durées calculées suivant l'hypothèse d'un mélange parfait. Lorsque les particules sont alimentées par le dessus ou par le dessous avec un violent mouvement ascensionnel au centre du réacteur, on note une plus grande irrégularité des durées de séjour, une partie de la charge ayant tendance à by-passer le lit fluidisé. En aucun cas, on ne peut espérer une répartition relativement uniforme des durées de séjour en utilisant une cuve de fluidisation à un seul lit.

Y. CONSTITUTION, PROPRIETES ET ANALYSE DES COMBUSTIBLES SOLIDES FOSSILES.

IND. Y 224

Fiche n° 32.934

M.T. MACKOWSKY et H. KOETTER. Neues mikroskopisches Untersuchungsverfahren im Dienste der Kohlenveredlung. *Nouveau procédé de recherche microscopique concernant la valorisation du charbon.* — *Die Umschau in Wissenschaft und Technik*, 1962, Heft 5, 2 p., 4 fig. - *Technik und Forschung*, 1962, n° 3, Art. 4, 2 p., 4 fig.

Le grand essor d'après-guerre de l'industrie allemande dans presque tous les domaines a été conditionné par une amélioration de la qualité des produits. C'est le cas, par exemple, des produits sidérurgiques dépendant d'une fonte de qualité. La fourniture d'un coke de haut fourneau, bon et surtout régulier, demande que les charbons à coke utilisés aient une régularité telle que la variation de qualité soit sans influence. Un nouveau procédé d'étude microscopique donne actuellement la possibilité de faire des contrôles en cours d'utilisation.

Les macéraux, qui sont les plus petits éléments reconnaissables au microscope, ont des compositions chimiques et donc technologiques variables. Les types microlithotypiques sont des associations de macéraux qui peuvent avoir des propriétés techniques très différentes. Les mélanges de charbon à cokéfier doivent avoir des proportions aussi constantes que possible. Le microscope réfléchissant est susceptible de reconnaître les diverses qualités ; on constate, en effet, que le pouvoir réflecteur de la vitrinite et la teneur en matières volatiles varient en sens inverse (produit maximum à 28 % de matières volatiles). Vu les faibles dimensions, il faut toutefois recourir à des photomultiplieurs. Les résultats de multiples opérations sont traités statistiquement et conservés sur diagrammes figuratifs.

Bibliographie

Prof. Dr-Ing. A. GOETTE und Dipl. Ing. W. FLOETER. *Untersuchungen zur Wirkung von Flockungsmitteln und deren Einfluss auf Flotation und Entwässerung feiner Steinkohle*. Recherches sur l'activité d'agents flocculants et leur influence sur la flottation et l'égouttage de charbons fins. - Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen. - *Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen*, Heft 1079, 129 p., 48 fig., 29 tabl. - Prix : 55,5 DM.

Les flocculants suivants ont été étudiés quant à leur activité en flocculation et leur influence sur la flottation et l'égouttage de charbons fins :

A. Le polysaccharide Dealca H V comme substance non ionogène avec des groupes hydroxyles.

B. Comme substances ionogènes, les polyélectrolytes macromoléculaires :

a) polyanioniques sous forme de sels d'acides macromoléculaires :

DT 120 Sedipur LK 4011

Praestol 2400 Separan AP 50

Sedipur AS Separan NP 10

b) avec anions et cations :

Leim PS.

Les recherches ont permis de définir les propriétés de ces substances macromoléculaires, grâce à des mesures de viscosité de leurs solutions.

La présence d'électrolytes — en particulier les sels de fer trivalent et d'aluminium — le pH et la température des solutions de flocculants ont une influence sur la forme des polyélectrolytes filiformes qui donnent les meilleurs résultats lorsqu'ils sont étirés. Ces facteurs modifient le degré de dissociation de ces produits, lequel est responsable de la forme étirée ou pelotonnée des macromolécules.

Les essais de flocculation ont permis de conclure que trois propriétés des flocculants ont une influence importante sur leur activité :

1. La nature des groupes associés : par ex. Carboxyl (COOH) amide (CONH₂), hydroxyl (OH).

Les flocculants avec des groupes amides, comme les separans, ont été les plus actifs au cours des essais de flocculation.

2. La présence de force électrostatique entre les molécules de flocculant et les particules solides.

3. La forme des molécules.

Des molécules que l'on peut supposer très pelotonnées grâce à des mesures de viscosité ne flocculent

pas aussi bien les solides que des molécules vraisemblablement moins pelotonnées.

Par vieillissement, les flocculants se désintègrent chimiquement et les molécules restantes perdent leur propriété d'agglomérer de nombreuses particules solides en un gros flocon.

En flottation, une addition de flocculant supérieure à la quantité nécessaire a une action néfaste sur le rendement et la teneur en cendres des produits, lorsque ce flocculant :

a) a un effet mouillant et déprimant sur le solide, comme par ex. le Dealca HV, le Sedipur LK 4011, le Leim PS ;

b) réduit l'activité du réactif de flottation Flotol par émulsification, comme par ex. le Sedipur AS, le Separan NP 10, le Leim PS ;

c) entraîne la formation d'une mousse instable par flocculation des particules les plus fines, comme par ex. le Separan AP 50.

Un flocculant tel que le Praestol 2400 qui n'est pas fortement mouillant, ni tensio-actif et dont le pouvoir flocculant est faible dans une suspension agitée, n'a pas d'influence visible sur la flottation.

La teneur en cendres du concentré s'élève après flocculation de l'alimentation de la flottation, car de fines particules cendreuses sont flocculées avec les grains de charbon.

En filtration, comme il faut s'y attendre, la flocculation du schlamm produit un accroissement de la capacité du filtre et une réduction de la teneur en solide du filtrat.

Pour un schlamm cendreux et normalement difficile à filtrer, la teneur en humidité du gâteau a été réduite de 7-9 % par flocculation. La teneur en humidité finale d'un schlamm peu cendreux et facile à filtrer même sans flocculation a été réduite en employant un flocculant faible et accrue si le flocculant est très actif. Cet accroissement d'humidité du schlamm flocculé est attribué à la formation de cheneaux dans le gâteau formé rapidement et peu compact.

ANNALES DES MINES DE FRANCE

Mars 1963.

M. J. Federwisch dresse une synthèse chronologique des conceptions de l'échantillonnage des char-

bons, depuis 1895 et conclut que malgré la complexité du problème il est possible de voir naître une solution générale acceptable.

M. P. Laffitte préconise une *socio-économie mathématique*, qui ne tiennent pas compte seulement des motivations matérialistes, actions humaines, mais aussi des mobiles plus complexes et choisit comme « parrains » de cette forme de pensée Proudhon, Le Play et Mayo.

M. F. Dennery, dans son exposé sur *les développements du plasma* après en avoir rappelé la définition et retracé l'histoire, étudie ses propriétés, ses applications, sa mise en œuvre.

Avril 1963.

Traitant des *problèmes de régulation*, M. J. Boisse montre comment est obtenue la relation que doit établir un régulateur entre la grandeur de commande et le signal d'erreur et décrit quelques réalisations technologiques.

La *station d'essai pour l'enrichissement du minerai de fer de Gara Djebilet* qui vient d'entrer en service est présentée par l'équipe qui l'a conçue et réalisée.

M. M. Cocude décrit l'installation originale du *chauffage urbain atomique* qui vient d'être réalisée en Suède dans la Banlieue de Stockholm.

Communiqué

III^e Congrès international minier, septembre 1963, Salzbourg, Autriche.

Le 3^e Congrès International Minier se tient à Salzbourg, du 15 au 21 septembre 1963, dans la Salle des Congrès.

Le thème principal du Congrès est : « La Science et la Technique au service de la Sécurité dans les Mines ».

Le Comité d'Organisation International est présidé par Messieurs les Dr. Krupinski et Locker.

Le programme complet sera communiqué ultérieurement. En ce qui concerne le logement et les excursions, prière de s'adresser à : Landesreisebüro, Salzburg, Dreifaltigkeitgasse, 16.

1963 Gordon Research Conference on Coal Science, juillet 1963, New Hampton, U.S.A.

Le thème de la Gordon Research Conference 1963 sera : la gazéification du charbon depuis les réactions de base gaz-carbone jusqu'aux nouveaux procédés de production. Elle aura lieu du 1^{er} au 5 juillet à la New Hampton School à New Hampton, dans le New-Hampshire.

Le président de la conférence est M. L.L. Newman, Chief Coal Technologist du U.S. Bureau of Mines. Le Vice-Président est M. J.C. Quinn des Eastern Gas and Fuel Associates, Boston, Mass.

Voici le programme de cette Conférence :

lundi 1^{er} juillet :

Réactions de cristaux isolés de graphite.
Etudes cinétiques.

mardi 2 juillet :

Mécanisme des réactions du carbone.
Techniques spéciales pour les études cinétiques.

mercredi 3 juillet :

Progrès en cours en technologie de gazéification.

jeudi 4 juillet :

Hydrogazéification.
Calcul analogique des opérations de gazéification en lit fixe.

vendredi 5 juillet :

Dynamique de l'hydromagnétisme.

Comme d'habitude, la Conférence vise à produire un échange d'idées libre et informatif entre les spécialistes. On désire surtout mettre les experts au courant des derniers progrès, pour analyser ceux-ci et obtenir des suggestions sur les théories de base et les progrès possibles.

Des personnalités scientifiques d'Australie, France, Allemagne, Grande-Bretagne et Etats-Unis assisteront à la Conférence. Les formulaires de participation peuvent être obtenus en s'adressant à M. George Parks, Directeur de la Gordon Research Conference, University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island.



Forages jusqu' à
2.500 m

Puits pour le
captage d'eau

Rabattement de la
nappe aquifère

Boringen tot
2500 m

Waterputten

Droogzuigingen



DESSEL
TEL. 014-373.71 (5 L)

BUREAU D'ETUDES INDUSTRIELLES FERNAND COURTOY

S. A.

43, RUE DES COLONIES - BRUXELLES

Tél. : 12.16.38 - 12.30.85 (10 lignes)

INGENIEUR-CONSEIL INDEPENDANT ETUDES ET PROJETS

DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE



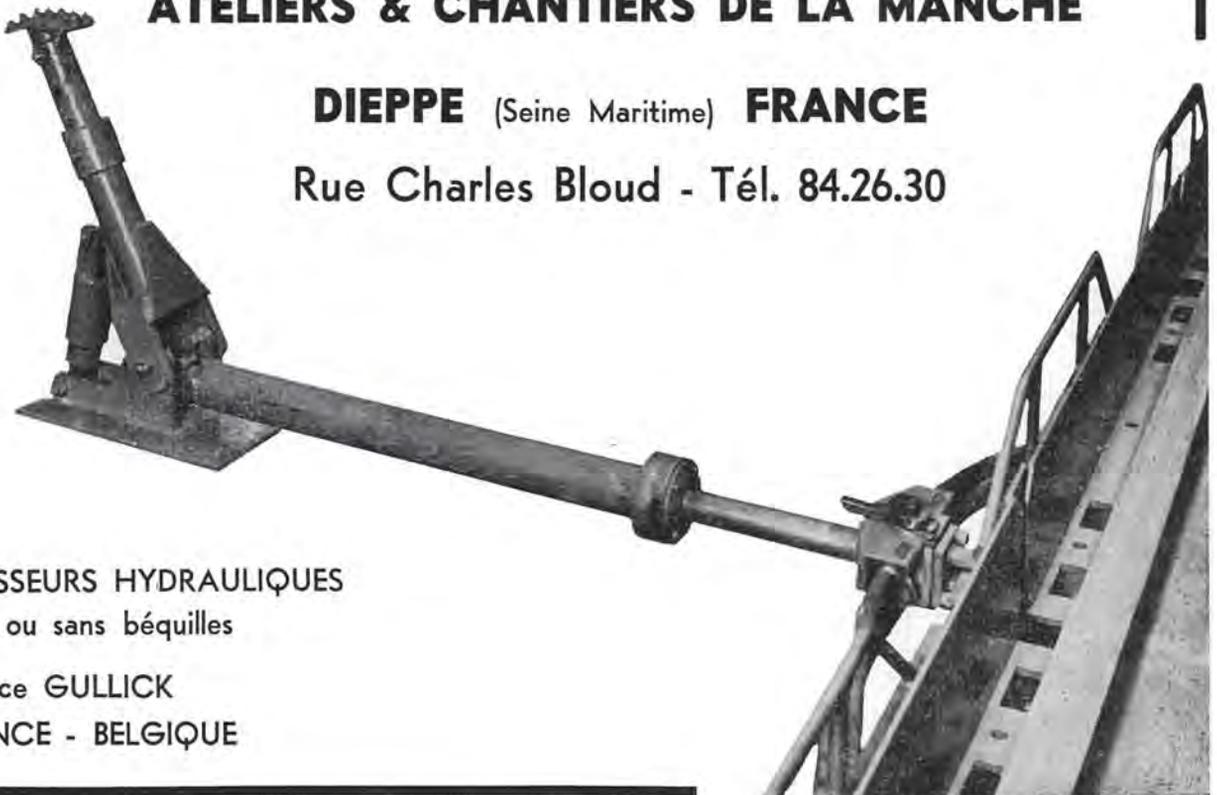
ELECTRICITE
MECANIQUE
THERMIQUE
GENIE CIVIL

ORGANISATION
EXPERTISES
CONTROLES
RECEPTIONS

ATELIERS & CHANTIERS DE LA MANCHE

DIEPPE (Seine Maritime) **FRANCE**

Rue Charles Bloud - Tél. 84.26.30



POUSSEURS HYDRAULIQUES
avec ou sans béquilles

Licence GULLICK
FRANCE - BELGIQUE

ADMINISTRATION DES MINES

**Service Géologique
de Belgique**

BULLETIN N° 2 (février 1963)

Sondages.

Le sondage de Grand-Halleux a atteint la profondeur de 1.651,81 m.

Au sondage de Bolland, le creusement arrêté à 586,20 m n'a pas encore repris.

Un sondage industriel profond est en cours d'exécution à la Station de Halen (Prov. de Limbourg). Il porte le n° 151 dans la série des sondages de Campine. Etant donné sa proximité des sondages de Webbekom (n° 122) et de Loksbergen (n° 127), ce nouveau jalon précise la structure de la bordure méridionale du bassin houiller de Campine. Le prochain bulletin détaillera les observations faites à ce sondage.

Carte aéromagnétique.

Grâce à des conditions météorologiques exceptionnelles et au concours compréhensif et bienveillant des nombreux services intéressés, la Compagnie Générale de Géophysique (Paris) a terminé le levé aéromagnétique du territoire. On disposera donc bientôt de la carte des mesures et de celle des anomalies.

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

**Aardkundige Dienst
van België**

MEDEDELING N° 2 (februari 1963)

Boringen.

De boring van Grand-Halleux heeft de diepte van 1.651,81 m bereikt.

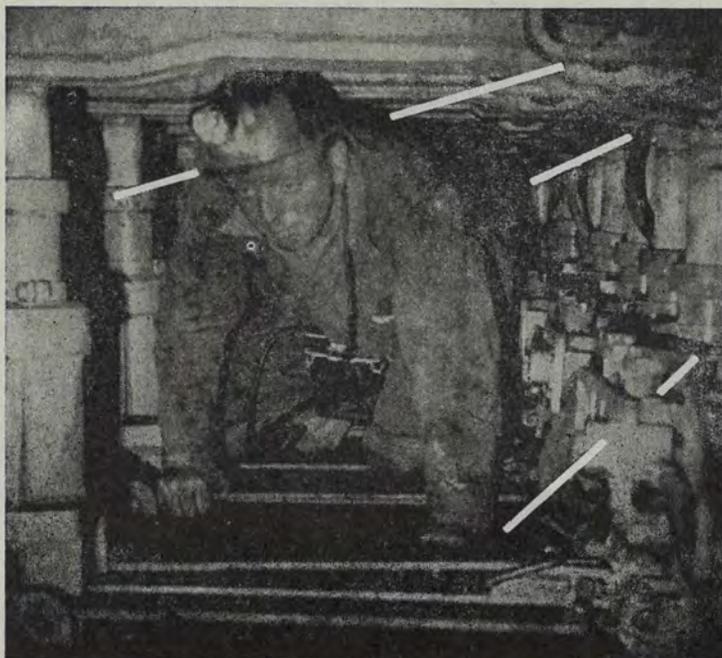
De boring te Bolland is nog steeds niet voortgezet op 586,20 m.

Een industriële boring is aan de gang te Halen (Limburg). Ze draagt het n° 151 in de reeks Kempense boringen. Gezien de nabijgelegen boringen van Webbekom (n° 122) en Loksbergen (n° 127) zal zij er toe bijdragen de zuidelijke structuur van het Kempens bekken beter te bepalen. Een volgende mededeling zal nadere gegevens over deze boring verschaffen.

Aeromagnetische kaart.

Dank zij de uitzonderlijke meteorologische omstandigheden en de begrijpende en welwillende bijdrage van talrijke belanghebbende diensten, heeft de « Compagnie Générale de Géophysique (Paris) » de aeromagnetische opname van het grondgebied beëindigd. Men zal dus binnenkort over deze metingen kunnen beschikken.

ATELIERS & CHANTIERS DE LA MANCHE



PILES HYDRAULIQUES DE SOUTÈNEMENT MARCHANT



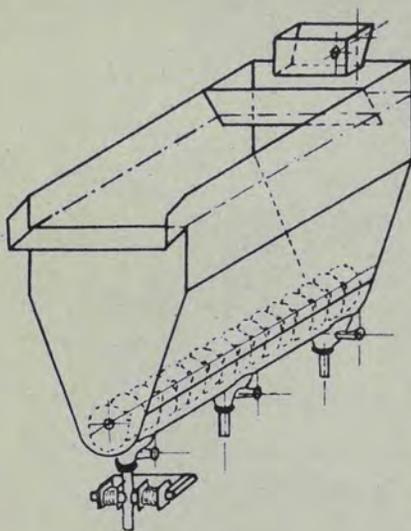
RUE CHARLES BLOUD
DIEPPE

Seine Maritime
FRANCE
Tél. : 84.26.30

Licence GULLICK
FRANCE - BELGIQUE

DU NOUVEAU DANS LE TRAITEMENT PAR SOLUTION DENSE :

L'AUGE « **BASSE-SAMBRE** » à Soutirage Electromagnétique breveté



L'AUGE « BASSE-SAMBRE » lave avec précision les charbons jusqu'à la maille de 15 mm et à toutes densités de coupure.

Elle est ainsi capable de fournir un combustible extra-propre dont la teneur en cendres atteint celle de la classe densimétrique inférieure du brut.

Nous disposons d'une unité de 25 Tonnes/heure dans notre station-pilote.

N'hésitez pas à nous soumettre vos problèmes. Nous procéderons aux essais de lavage en conditions industrielles normales.

L'AUGE « BASSE-SAMBRE » est utilisée également pour la concentration gravimétrique des minerais en suspension dense de ferro-silicium avec une égale précision de séparation.

BASSE-SAMBRE

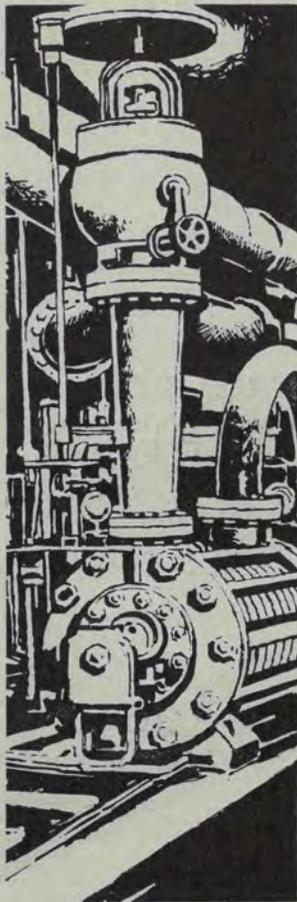
SOCIETE ANONYME

ETUDES — RECHERCHES — ENTREPRISES
à Moustier-sur-Sambre (Belgique)

Téléphone : (07) 78.60.21 (5 lignes)

Telex : Bassesambre MST (07) 213

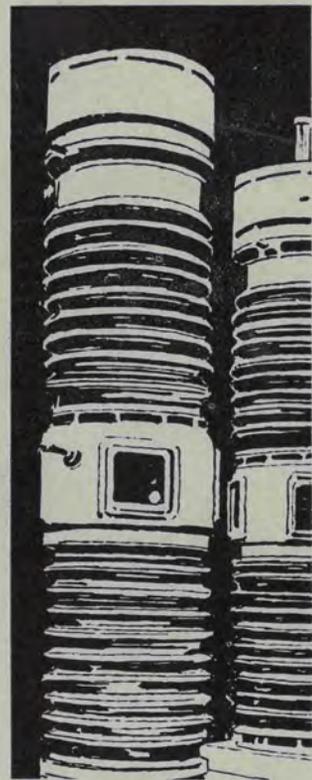
Télégrammes : Bassesambre Moustier



ACEC

SIX USINES SPÉCIALISÉES

Machines électriques
Appareillage électrique
à haute et basse tensions
Transformateurs
Équipement nucléaire
Télécommunications
Équipement
de signalisation
Moteurs Diesel
Turbines
Pompes centrifuges
Câblerie
Électronique industrielle
Chauffage électrique
Eclairage public et privé
Machines transfert



du plus petit appareil ménager
au plus gros équipement industriel
le même souci de précision
le même souci de perfection

Société Anonyme
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

Tel. : 36.20.20 - Telex 7-227 ACEC Charleroi
Télégr. VENTACEC Charleroi

