

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

# Annales des Mines

DE BELGIQUE



# Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES  
INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR  
DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Renseignements statistiques. - Statistische Inlichtingen. — Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven : Jaarverslag 1977  
- A. DELMER, J.M. GRAULICH et R. LEGRAND : La recherche d'hydrocarbures en Belgique. - Het opsporen van koolwater-  
stoffen in België. — C. SOUDAN-MOINET : Etude de la réduction des oxydes de fer lors de la fabrication de ferrocoke. —  
Administration des Mines - Mijnwezenbestuur : Tableau des mines de houille en activité en Belgique au 1er janvier 1978. -  
Lijst van de steenkolenmijnen in België in bedrijf op 1 januari 1978. — INIEX : Revue de la littérature technique.

AVRIL 1978

Mensuel — N° 4 — Maandelijks

APRIL 1978

MINISTÈRE DES MINE ET DE LA GÉOLOGIE - ADMINISTRATION DES MINE ET DE LA GÉOLOGIE

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

Annales des Mines

REVUE PUBLIÉE PAR LE MINISTRE DES MINE ET DE LA GÉOLOGIE



N. 10. 1912

Annales der Minen

DEUTSCHE AUSGABE

BRUXELLES - 1912 - 1000 exemplaires

Les droits de reproduction sont réservés pour tous les pays.

# ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

n° 4 — avril 1978

# ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

nr. 4 — april 1978

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL  
DES INDUSTRIES EXTRACTIVES**

4000 LIEGE, 200, rue du Chéra — TEL. (041) 52 71 50

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT  
VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN**

## Sommaire - Inhoud

Renseignements statistiques	
Statistische inlichtingen . . . . .	400
Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven : Jaarverslag 1977* . . . . .	405
A. DELMER, J.M. GRAULICH et R. LEGRAND : La recherche d'hydrocarbures en Belgique Het opsporen van koolwaterstoffen in België . . . . .	493
C. SOUDAN-MOINET : Etude de la réduction des oxydes de fer lors de la fabrication de ferrocoke .	503
Administration des Mines - Mijnwezenbestuur	
Tableau des mines de houille en activité en Belgique au 1er janvier 1978 Lijst van de steenkolenmijnen in België in bedrijf op 1 januari 1978 . . . . .	515
INIEX : Revue de la littérature technique . . . . .	521

\* Le texte français du rapport sur les activités 1977 a paru dans le numéro de mars 1978.

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

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES  
1050 BRUXELLES ● EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES ● 1050 BRUSSEL  
Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 640 10 40

Dépôt légal : D/1978/0168

Wettelijk Depot : D/1978/0168





BELGIQUE  
BELGIE

BRAI  
PEK t

DECEMBRE 1977  
DECEMBER 1977

PERIODE	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			
1977 Déc. - Dec.	1.214	104	1.318	1.040	830	3.410
Nov. - Nov.	1.082	101	1.183	926	552	4.769
Oct. - Okt.	909	140	1.049	981	295	3.025
1976 Déc. - Dec.	1.612	141	1.753	1.095	1.440	—
1974 M.M.	2.626	815	3.441	2.872	4.623	—
1970 M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	—	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE  
BELGIE

METALUX NON-FERREUX  
NON FERRO-METALEN

DECEMBRE 1977  
DECEMBER 1977

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)	Alum., Antim., Cadm., etc (t)	Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t)	Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	
1977 Déc. - Dec.	42.238	19.825	12.905	343	463	3.353	79.127	76.134	58.768	1.537	12.917
Nov. - Nov.	45.383	20.839	11.942	296	497	3.472	82.449	74.695	56.463	2.007	12.961
Oct. - Okt.	41.821	22.082	8.423	355	572	3.404	76.557	77.071	52.381	1.500	13.088
1976 Déc. - Dec.	52.447	20.831	11.513	500	775	3.884	89.950	79.150	57.856	1.856	14.474
1974 M.M.	32.359	24.466	9.164	353	1.015	4.502	71.857	45.979	25.907	2.591	16.241
1970 M.M.	29.423	19.563	3.707	477	—	—	62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557	—	—	57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497	—	—	59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548	—	—	55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	—	—	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	—	—	44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	—	—	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	5.956	6.757	850	—	—	36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE

SIDERURGIE

PRODUCTIO

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten			Produits demi-finis Half-produkten		Aciers marchands Handelsstaal	Profils Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaaven en toebehoren
		Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Pour relamin. belges Voor Belg. herwalzers	Autres Anderc			
1977 Décembre - December	20	748.192	937.648	2.853	57.052	72.879	73.248	100.202	—
Novembre - November	20	766.085	948.664	3.114	39.430	66.492	69.122	117.543	—
Octobre - Oktober	18	662.585	827.326	3.026	37.119	54.561	86.609	120.967	—
1976 Décembre - December	39	697.067	879.327	4.292	74.490	88.792	94.000	89.252	—
1974 M.M.	41	1.084.970	1.325.540	6.677	79.287	86.412	239.090	121.815	424
1970 M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3.139
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.150
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.689
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1960 M.M.	53	546.461	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
				(1)					
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

(3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Importations - Invoer (t)					Exportations - Uitvoer (t)				
Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbon Steenkolen	Coke Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignite Bruikolen	Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten	
C.E.C.A. - E.G.K.S.					C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Alle. Occ. - W. Duitsl. . .	309.088	3.271	11.024	1.730	Allemagne Occ. - W. Duitsl.	14.146	675	—	
France - Frankrijk . . . .	6.433	6.184	—	—	France - Frankrijk . . . . .	1.739	2.740	350	
Pays-Bas - Nederland . . .	—	10.652	—	—	Luxembourg - Luxemburg . .	977	—	—	
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk.	14.912	—	—	—	Pays-Bas - Nederland . . . . .	19	516	25	
<b>Total - Totaal . . . . .</b>	<b>330.433</b>	<b>20.107</b>	<b>11.024</b>	<b>1.730</b>	<b>Total - Totaal . . . . .</b>	<b>16.881</b>	<b>3.931</b>	<b>405</b>	
<b>PAYS TIERS - DERDE LANDEN</b>					<b>PAYS TIERS - DERDE LANDEN</b>				
E.U.A. - V.S.A. . . . . .	211.351	—	—	—	Danemark - Denemarken . . .	—	—	—	
URSS - USSR . . . . .	12.920	—	—	—	Norvège - Noorwegen . . . . .	—	—	—	
Pologne - Polen . . . . .	66.583	—	—	—	Suède - Zweden . . . . .	—	—	—	
Afrique du Sud - Zuid-Afrika	9.279	—	—	—	Suisse - Zwitserland . . . . .	—	—	—	
Australie - Australië . . . .	47.766	—	—	—	Congo - Kongo (Kinshasa) . .	—	—	—	
Divers - Anders . . . . .	1.085	2.195	—	—	Divers - Allerlei . . . . .	2.457	2.460	25	
<b>Total - Totaal . . . . .</b>	<b>348.984</b>	<b>2.195</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>Total - Totaal . . . . .</b>	<b>2.457</b>	<b>2.460</b>	<b>25</b>	
<b>Ens. Dec. - 1977 Samen Dec.</b>	<b>679.417</b>	<b>22.302</b>	<b>11.024</b>	<b>1.730</b>	<b>Ens. Dec. - 1977 Samen Dec.</b>	<b>19.338</b>	<b>6.391</b>	<b>430*</b>	
1977 Novembre - November . .	571.281	27.019	8.236	2.513	1977 Novembre - November . .	25.081	7.734	699	
Octobre - Oktober . . . . .	484.999	20.514	9.382	1.967	Octobre - Oktober . . . . .	21.486	10.854	799	
1976 Décembre - December . .	451.664	33.289	8.432	1.875	1976 Décembre - December . .	37.570	14.370	1.300	
1974 M.M. . . . . .	790.469	112.616	7.295	2.829	1974 M.M. . . . . .	32.007	38.705	2.101	
<b>Répartition - Verdeling :</b>									
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	116.998	1.181	10.999	1.730					
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	570.576	21.216	—	—					
Réexportation - Wederuitvoer.	5.719	58	25	—					
Mouv. stocks - Schom. voor.	18.922	—	—	—					

\* Dont 25 t d'agglomérés de houille importés - Waarvan 25 t ingevoerde agglomeraten.

IJZER- EN STAALNIJVERHEID

DECEMBRE-DECEMBER 1977

PRODUCTIE t

Produits finis - Afgewerkte produkten									Produits finals Verder bew. prod.		Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
Eil machine Walsdraad	Tôles fortes Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes Middel dikke platen 3 à 4,75 mm 3 tot 4,75 mm	Large plates Universel staal	Tôles fines noires Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmaat, voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galvanisées et étamées Verzinkte, verloede en vertinde platen	Tubes d'acier Stalen buizen	
49.057	124.388	56.685	515	327.552	7.453	—	1.210	740.310	78.727	15.807	40.016
59.658	122.750	58.642	494	323.084	4.276	—	2.166	757.735	87.348	18.185	40.735
42.539	105.503	62.592	537	309.580	5.492	—	1.639	735.458	79.212	20.184	41.342
38.838	77.898	38.879	967	312.309	7.077	—	1.562	660.782	71.564	13.155	45.935
67.540	163.093	50.228	2.500	338.357	17.118	10.784	2.581	1.013.530	89.054	23.426	52.653
63.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
72.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
80.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
									(2)		
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
28.979	28.786	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
11.852	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
10.603	19.672	—	—	0.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production Produktie	Unité - Eenheid	Juillet - 1977	Août - 1977	Sept. 1977	Oct. 1977	Production Produktie	Unité - Eenheid	Juillet - 1977	Août - 1977	Sept. 1977	Oct. 1977
Porphyre - Porfier :						Calcaires - Kalksteen . . .	t	1.690.171	2.517.703	2.820.483	2.588.648
Moellons - Breuksteen . . .	t					Chaux - Kalk . . . . .	t	152.173	178.703	205.516	233.422
Concassés - Puin . . . . .	t	204.683	707.639	894.405	633.850	Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . . . .	t	20.373	32.514	31.478	35.113
Petit granit - Hardsteen :						Dolomie - Dolomiet :					
Extrait - Ruw . . . . .	m <sup>3</sup>	21.566	69.365	73.341	59.279	crue - ruwe . . . . .	t	142.229	202.406	235.252	218.718
Scié - Gezaagd . . . . .	m <sup>3</sup>	1.399	7.281	6.398	6.579	frittée - witgegleeide . . .	t	12.307	16.263	13.486	13.443
Façonné - Bewerkt . . . . .	m <sup>3</sup>	322	1.017	1.092	867	Plâtres - Pleisterkalk . . .	t	2.171	15.113	10.599	12.859
Sous-prod. - Bijprodukten	m <sup>3</sup>	18.425	71.824	64.783	46.757	Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m <sup>2</sup>	115.192	1.071.266	2.166.251	2.041.755
Marbre - Marmer :						Silex - Vuursteen :	t	127	35	169	2.588
Blocs équarris - Blokken	m <sup>3</sup>	85	176	111	316	Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . . .	t	7.895	103	1.428	40.598
Tranches-Platen (20 mm)	m <sup>2</sup>	4.205	15.549	16.604	17.388	Argiles - Klei . . . . .	t	9.035	2.381	21.435	10.526
Moellons et concassés - Breuksteen en puin . . .	t	22	296	40	380						
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg			(c)		Personnel - Personeel :					
Grès - Zandsteen :						Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders .		6.765	6.881	6.907	6.644
Moellons bruts - Breukst.	t	34.587	5.942	6.380	6.770						
Concassés - Puin . . . . .	t	94.208	248.263	292.792	266.097						
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	86	150	135	{ 2.822						
Divers taillés - Diverse .	t	896	3.477	3.518							
Sable - Zand :											
pr. métall. - vr. metaaln.	t	60.096	82.373	113.721	84.956						
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	99.048	133.563	143.516	130.999						
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	384.259	1.425.922	920.161	791.039						
Divers - Allerlei . . . . .	t	78.295	217.784	206.666	190.561						
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :											
Gravier - Grind . . . . .	t	179.333	601.217	750.756	689.236						
Sable - Zand . . . . .	t	89.254	231.920	145.743	116.690						

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.



SAMENSTELLING VAN DE RAAD VAN TOEZICHT

DE STAATSGOEDEREN DIENST

---

# Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven

---

---

## Jaarverslag 1977

---

BEZOEKERSCOMMISSIE

DE N. J. GAUZY, ALFRED W. H. VAN DER WOUDE

AFGESCHRIJFDE VAN DE DIRECTIE

---

Hoofddirectie : P. LEDENT  
Toegevoegd aan de Hoofddirectie : P. STASSEN

---

#### **A. AFDELING LUIK**

Departement Mijnen en Groeven : R. LIEGEOIS  
Sektie Voortplanting van Elektromagnetische Golven : R. LIEGEOIS  
Sektie Galerijen en Schachten : H. van DUYSE  
Departement Laboratoria en Verontreiniging : R. NOEL  
Sektie Polymeren : J. BRICTEUX  
Departement Proefstation : M. MARCOURT

#### **B. AFDELING PATURAGES**

Directeur van de Afdeling : J. BRACKE  
Sektie Veiligheid : J. BRACKE  
Sektie Gezondheid en Verontreiniging : G. NENQUIN

#### **Maatschappelijke zetel :**

rue du Chéra 200, B-4000 LUIK  
Tel. (041) 52 71 50

#### **Afdeling Pâtures :**

rue Grande 60, B-7260 PATURAGES  
Tel. (065) 66 23 43

**Verantwoordelijke voor de publikaties :** Mevr. B. GOFFART

---

# SAMENSTELLING VAN DE RAAD VAN BEHEER

## per 31 december 1977

---

### VOORZITTER :

de h. J. MEDAETS, Directeur-generaal der Mijnen, Brussel

### ONDERVOORZITTERS :

de hh. L. CYCOPS, Directeur-generaal van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, Houthalen  
P. BAQUET, Directeur-generaal van de Bedrijfsfederatie van de Voortbrengers en Verdelers van  
Elektriciteit in België, Brussel

### SECRETARIS :

de h. H. GREGOIRE, Inspecteur-generaal der Mijnen, Brussel

### LEDEN :

de hh. M. ALEXIS, Beheerder-Directeur-Zaakvoerder van de « S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine », Monceau-sur-Sambre  
J. BAEYENS, Provinciaal Secretaris van de Gewestelijke Centrale der Mijnwerkers van Limburg A.B.V.V., Hasselt  
L. CHARLIER, Regionaal Secretaris van de Syndicale Centrale der Mijnwerkers van België, Luik  
F. DECKERS, Divisielidirecteur der Mijnen, Hasselt  
O. de CROMBRUGGHE, Hoogleraar aan de Katholieke Universiteit van Leuven, Leuven  
E. DE RYCK, Kabinetschef van de Minister van Volksgezondheid en Milieu, Brussel  
P. EVRARD, Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, Luik  
M. FORET, Doctor in de Rechten, Luik  
R. FRADCOURT, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Bergen.  
G. PEIRS, Directeur van de Nationale Groepering van de Klei-Nijverheid, Brussel  
A. RENDERS, Nationaal Voorzitter van de Centrale der Vrije Mijnwerkers A.C.V., Brussel  
C. REYNDERS, Directeur van de « S.A. des Carrières et Fours à Chaux d'Aisemont », Aisemont.  
J. ROEGIERS, Lid van het Beheercomité van de « S.A. P.R.B. », Brussel  
G. SOUILLARD, Directeur-generaal van Labofina, Brussel  
J. STASSEN, Divisielidirecteur der Mijnen, Luik  
E. VANDENDRIESSCHE, Secretaris-generaal van de Centrale der Vrije Mijnwerkers A.C.V., Brussel  
M. VERSCHOREN, Nationaal Secretaris van de Bond der Bedienden, Technici en Kaders van België, Brussel

### REGERINGSCOMMISSARIS :

de h. R. GAUTHY, Adviseur bij het Ministerie van Economische Zaken, Brussel

### AFGEVAARDIGDE VAN DE MINISTER VAN FINANCIEN :

de h. . . .

SAMENSTELLING VAN DE RAAD VAN BEHEER  
per 31 december 1877

<u>VOORSITTER</u>	M. J. MEIJER, voorzitter van de Raad van Beheer	
<u>SECRETARIS</u>	H. H. OUBIN, secretaris van de Raad van Beheer	
<u>LEDEN</u>	De heer M. ALVIN, lid van de Raad van Beheer De heer J. BALLEWEG, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE BONO, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE VRIES, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE WITTE, lid van de Raad van Beheer De heer J. H. OUBIN, lid van de Raad van Beheer	

<u>REGERINGSCOMMISSARIS</u>	De heer H. H. OUBIN, gouverneur van de provincie	
<u>LEDEN</u>	De heer M. ALVIN, lid van de Raad van Beheer De heer J. BALLEWEG, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE BONO, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE VRIES, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE WITTE, lid van de Raad van Beheer De heer J. H. OUBIN, lid van de Raad van Beheer De heer J. B. DE WITTE, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE BONO, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE VRIES, lid van de Raad van Beheer De heer J. DE WITTE, lid van de Raad van Beheer	

## Inleiding

De onverwachte verhoging van de prijs van de aardolie waartoe besloten werd door de OPEC-landen de dag na de Kippoer-oorlog, heeft in de hele wereld nieuwe belangstelling gewekt voor de steenkool. Dit was ook het geval voor België. Tijdens 1977 stond de studie van de steenkoolvraagstukken terug op de voorgrond bij de werkzaamheden van het NIEB en slurpte ze het grootste gedeelte van zijn budget op.

De voorbereidende studies inzake de ontwikkeling van een nieuw procédé voor ondergrondse vergassing van steenkool op grote diepte en onder hoge druk, werden actief voortgezet en zij maakten het voorwerp uit van uitwisselingen met de Duitse onderzoekers, in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de Belgische regering en die van de Duitse Bondsrepubliek.

In het proefstation van het NIEB werden nieuwe proefnemingen uitgevoerd inzake vergassing onder hoge variabele druk. De studie van de doordringbaarheid van de steenkoollagen gelegen in diepe en onontgonnen afzettingen heeft zich ontwikkeld vanaf de ondergrondse werken van twee Kempense steenkolenmijnen en twee steenkolenmijnen van het Zuiderbekken. De studie van de invloed van de druk op de verbrandingssnelheid en op de stabiliteit van de vlammen van arm gas werd voortgezet, in samenwerking met de Université Catholique de Louvain, en er werden nieuwe onderzoeken aangevat in het proefstation van het NIEB voor het oplossen van het probleem van de afkoeling van gassen uit de ondergrondse vergassing en het uitschakelen, door thermische vernietiging, van een vervormd verbuizingselement, dat een verdieping van de exploitatieboringen zou kunnen hinderen.

Door een speciale subsidie van het Ministerie van Economische Zaken was het mogelijk te beginnen met de uitvoering van een verkenningsboring in de Borinage, in de streek van Thulin (gemeente Hensies) ; die boring zal worden voortgezet tot op een diepte van 1.400 m en het terrein van Thulin zou kunnen worden gekozen voor het uitvoeren van de eerste vergassingsproefneming « in situ », indien de steenkoollagen van de diepe afzetting de vereiste eigenschappen vertonen.



Boortoren van Thulin.

De Europese Gemeenschap zette haar financiële steun voort aan de onderzoeken van het NIEB op het meer klassieke gebied van de mijnontginning. Die onderzoeken ontwikkelen zich in nauwe samenwerking met de N.V. Kempense Steenkolenmijnen. De voornaamste doelstellingen van die onderzoeken zijn :

- het ontwikkelen van de mechanisering van de werkzaamheden voor het delven van de dwarssteengangen, de schachten, de ophouwen en de galerijen in de laag ;
- de verhoging van de weerstand van de bekleding der steengangen volgens de nieuwe techniek van aanwending van panelen van gewapend beton ;
- het ontwikkelen van nieuwe methodes voor het plaatsen van steendammen voor het versterken van werkplaatsgalerijen ;
- het controleren van de verluchting en de mijngasuitstromingen ;
- het ontwikkelen van systemen voor afstandsbediening en telecommunicatie in de ondergrond.

De prospectie van de Waalse steenberggen, aangevat in 1976 in het kader van een overeenkomst gesloten met het Staatssecretariaat voor Waalse Streekeconomie, werd versneld. In 1977 werden 9 steenberggen geprospecteerd in de bekkens van Luik, het Centrum en de Borinage, wat het uitvoeren van 20 boringen en verscheidene duizenden analyses meebracht.

Het NIEB heeft eveneens actief deelgenomen aan de werkzaamheden van drie commissies die werden opgericht in het kader van het Internationaal Energie-Agentschap en die volgende doelstellingen hebben :

- de raming van de steenkoolvoorraden en -reserves van de wereld ;
- het organiseren van de informatie op gebied van de mijntechnieken ;
- de samenwerking inzake onderzoek en ontwikkeling op gebied van de produktie- en aanwendingstechnieken van steenkool.

In het kader van een overeenkomst gesloten met het Ministerie van Openbare Werken, is het NIEB begonnen met de bouw van een prototype-installatie voor telecommunicatie tussen de voertuigen en de stadsnetten, in de verkeerstunnels gelegen te Brussel, aan het begin van de Louizalaan. De installatie voor de middenfrequentie is operationeel en de installaties voor uitzending in hoge frequentie zullen in 1978 in gebruik genomen worden.

Op het gebied van de valorisatie van groeve-produkten zet het NIEB zijn actie voort ten gunste van de industrialisatie van de produktie van bouwelementen door assemblage van stukken arduinsteen en ten gunste van de ontwikkeling van nieuwe produkten op basis van harsbeton. De studies van de bodemtrillingen bij massaspringwerk in de groeven werden voortgezet en het laboratorium van het NIEB heeft een gedeelte van de studies voor zijn rekening genomen die werden ondernomen in het kader van een overeenkomst gesloten tussen het IWONL en de Vereniging van Belgische producenten van kalk, kalksteen, dolomiet en aanverwante produkten (UCCD) voor de valorisatie van sulfietresidus afkomstig van de ontzwaveling van industriële rookgassen door wassing met kalk.

De activiteiten van het Instituut op gebied van veiligheid en milieubescherming werden onverminderd voortgezet.

De afdeling Pâturages bleef zeer actief inzake controle van springstoffen, nazicht van ontploffingsvaste elektrische toestellen en aanneming van transportbanden voor de ondergrondse mijnwerkzaamheden. Bij de Luikse afdeling gaat het laboratorium voor controle van de reactie van materialen tegenover vuur voort met de ontwikkeling van zijn uitrusting en wij noteren een voortdurende aangroei van de aanvragen tot proefneming vanwege de industrie voor omvorming van kunststoffen.

Op het gebied van de luchtverontreinigingscontrole hebben de laboratoria van Luik en Pâturages hun samenwerking met de ADEC voortgezet voor de exploitatie van een controlenet op de stofneerslag, dat werd opgericht met de financiële steun van het Ministerie van Volksgezondheid en waarvan de 350 stations het volledige gebied van Doornik tot Ternaaien bestrijken. De kwaliteit van de studie van die neerslag is hoger geworden dankzij de gehaltebepaling van een groot aantal polluerende elementen zoals fluor, lood, zink en cadmium. Andere neerslagmetingen worden uitgevoerd in het noorden van het land, in samenwerking met het Studiecentrum voor Kernenergie van Mol.

Het NIEB heeft ook het gehele jaar voort deelgenomen aan het nationaal studieprogramma voor de luchtverontreiniging dat werd georganiseerd door de Diensten voor Programmatie van het Wetenschapsbeleid, waarbij het Luikse laboratorium het opstellen van een kadaster van de emissie van polluenten in de streek van Luik en het laboratorium van Pâturages een vergelijkende studie van de meetapparaten die zouden kunnen worden gebruikt voor het controleren van de emissies van industriële oorsprong, voor hun rekening namen.



# Afdeling Luik

## 1. Mijnen en groeven.

### 1.1. GALERIJEN EN SCHACHTEN

#### 1.1.1. Cirkelvormige steengangen met bekleding van panelen in gewapend beton

##### 1.1.1.1. Breeksterkte van de bekleding

De navorsingen om de weerstand van panelen van gewapend beton te verhogen werden in 1977 voortgezet, meer in het bijzonder in de drie volgende richtingen :

- wapeningen met staven met grote diameter ;
- beton versterkt met metalen draden ;
- harsbeton.

Tabel I geeft de resultaten van de proefnemingen die werden uitgevoerd in de loop van dit jaar en geeft ter vergelijking de resultaten van enkele proefnemingen die vroeger werden verricht. Ter aanwijzing vindt men daarin eveneens de prijs van de verschillende geteste bekledingen. In de onderstaande paragrafen a tot f bespreken wij de voornaamste technische resultaten die in tabel I werden samengebracht.

##### a) Toename van het aantal langsstaven

Tabel I herneemt de resultaten van de vroeger uitgevoerde proefnemingen op panelen met  $2 \times 4$ ,  $2 \times 6$  en  $2 \times 8$  langsstaven, alle met een diameter van 12 mm en met beugels met een tussenruimte van 154 mm.

Twee nieuwe proefnemingen werden uitgevoerd met wapeningen van courant fabrikaat : het beton voor de ene was het gewone beton van Beringen en het beton voor de andere was een beton waarvan men de grootste aggregaten (de 22/45) had weggelaten. De breekbelastingen waren de volgende :

— $2 \times 4$ langsstaven	292 t
— $2 \times 6$ langsstaven	327 t
— $2 \times 8$ langsstaven	
— vorige proefnemingen	384 t
— recente proefnemingen met gewoon beton	418 t
— recente proefnemingen met beton met een kleinere korrelgrootteverdeling	460 t

Die proefnemingen bevestigen de aanzienlijke verbetering die te danken is aan de toepassing van  $2 \times 8$  langsstaven in de wapening van de panelen. Ten gevolge van die gunstige resultaten heeft men besloten die versterigde wapeningen geleidelijk te veralgemenen.

##### b) Toename van het aantal verbindingsbeugels tussen binnen- en buitenzijde

Tabel I bevestigt dat het dichter bij elkaar brengen van de verbindingsbeugels tussen binnen- en buitenzijde op 110 mm i.p.v. 154 mm een sterke verhoging

TABEL I. — *Proefnemingen uitgevoerd op ringen*— *met een binnendiameter van 4,20 m*— *met een breedte van 64 cm*— *met een dikte van 20 cm*

Nummer van de proefnemingen (R voor proefnemingen die eerder verricht werden)	Wapening				Gewoon beton of beton met een fijnere korrelgrootteverdeling	Breeksterkte in t	Prijs van de bekleding in BF/m
	Soort	Aantal	Diameter in mm	Beugels afstand in mm			
1 R	gewoon	2 × 4	12	154	gewoon ZO	292	10.500
2 R	gewoon	2 × 4	12	110	gewoon ZO	377	
3 R	gewoon	2 × 6	12	154	gewoon ZO	327	11.950
4 R	gewoon	2 × 8	12	154	gewoon B	334	13.400
5	gewoon	2 × 8	12	154	gewoon B	418	—
6	gewoon	2 × 8	12	154	B 8/22 max.	480	—
7 (nog te doen)	gewoon	2 × 8	12	110	gewoon B		14.156
8 R	Pont-à-Mousson volle staven	4	52 gietijzer	0	gewoon ZO	285	56.000
		4	52 gietijzer	netwerk	gewoon ZO	484	
		4	64 gietijzer	netwerk	gewoon ZO	564	
		4	62 staal	0	gewoon ZO	300	
9 R	holle buizen	4	56 staal	netwerk	gewoon ZO	414	
10		4	50 staal	0	gewoon ZO	260	
11							
12							
13							
14	Bekaert draden	2 × 8	12	154	gewoon B	540	16.350
15					B 8/22 max.	522	
16	polyesterbeton zonder wapeningen	0	0	0	polyesterbeton	380	36.000

van de breeksterkte kan meebrengen. Proef 7 moet begin 1978 verricht worden. Als zij de waarnemingen bevestigt waarover wij thans beschikken, dan zou de weerstand van de ringen kunnen worden verhoogd door een groter aantal beugels te gebruiken.

### c) Korrelgrootteverdeling van het beton

Tijdens de overgang van de vervaardiging van betonblokken in ongewapend beton naar de vervaardiging van panelen in gewapend beton, hebben de fabrieken de samenstelling van het beton niet gewijzigd; dit beton was bovendien van uitstekende kwaliteit en vertoonde een zeer hoge drukvastheid.

Het is echter mogelijk dat de versterking van de wapeningen, door verhoging van het aantal langsstaven en van de dichtheid van de beugels, enkele problemen kan meebrengen tengevolge van de zeer ruime korrelgrootteverdeling van de aggregaten die in Zolder (hoogstens 63 mm diameter) en in Beringen (hoogstens 45 mm diameter) worden gebruikt.

Om die factor na te gaan werden twee weerstandsproeven uitgevoerd, de ene op een ring uit

panelen met de gewone korrelgrootteverdeling van Beringen (grind van 8/22 en 22/45) en de andere op een ring uit panelen met kleinere korrelgrootteverdeling (alleen grind van 8/22). De weerstand van de eerste ring bedroeg 418 t en die van de tweede ring 480 t.

Gezien het belang van dit probleem zullen nieuwe proefnemingen worden verricht in 1978 op panelen vervaardigd uit beton met verschillende korrelgrootteverdeling.

### d) Wapeningen die bestaan uit staven of buizen met grote diameter in smeedbaar gietijzer of in staal

De proefnemingen die in 1977 verricht werden volgen op de eerste veelbelovende proefnemingen die werden uitgevoerd op panelen waarvan de wapening die te Pont-à-Mousson vervaardigd werd, bestond uit vier staven in smeedbaar gietijzer met 52 mm diameter, die met hun uiteinden vastgemaakt waren in houders die aangebracht zijn in « kappen », eveneens in smeedbaar gietijzer; de weerstand van die ringen was 45 % groter dan die van de gewone ringen met 2 × 4 langsstaven van 12 mm diameter.

Tijdens de proefnemingen van dit jaar heeft de maatschappij Pont-à-Mousson de wapeningen nog versterkt door een netwerk dat de vier staven met grote diameter omringt. Men stelt vast dat die toevoeging de weerstand van de ring met 10 % heeft verhoogd.

De proefnemingen werden uitgevoerd met gietijzeren staven van 52 en 64 mm diameter; de toename van de diameter heeft de breekbelasting slechts zeer weinig doen stijgen.

Bij geen enkele proefneming heeft men de breekbelasting van 550 t kunnen bereiken die als voorwaarde gesteld was voor het bekleden van een proefdeel van 30 m in de ondergrond met die bekleding.

Die proefnemingen tonen ook aan dat het gebruik van stalen draad, o.p.v. staven in smeedbaar gietijzer een sterke vermindering van de breeksterkte heeft meegebracht (tabel I).

Een laatste proefneming werd uitgevoerd op panelen die bestaan uit vier holle metalen buizen van 50 mm diameter, maar de breekbelasting bedroeg slechts 50 % van die bij de beste proefneming.

#### e) Bekaert-metaaldraden

Zodra men metaaldraden voor de versteviging van beton is gaan gebruiken, hebben wij die techniek willen toepassen om de breeksterkte van de panelen te verhogen. Zij had inderdaad uitstekende resultaten opgeleverd bij zeer fijne mortel en zeer fijn beton.

Bij de eerste proefnemingen in 1972 waren de metaaldraden die door de firma Bekaert geleverd werden maximaal 30 mm lang met een diameter van 0,40 mm. Er werden toen proefnemingen verricht om de samendrukking, de trekkracht en de samendrukking weg van het middelpunt te meten. Die proeven werden uitgevoerd op proefmonsters gesneden uit blokken gewoon beton (grind 22/45 en 8/22) en verlicht beton (alleen grind 8/22), met die ingewerkte metaaldraden. De aanwezigheid van die metaaldraden in het beton had geen enkele verbetering van de sterkte van de proefmonsters tot gevolg; die ongunstige resultaten waren te wijten aan de te geringe lengte van de metaaldraden in verhouding tot de afmetingen van de betonaggregaten.

Toen wij onlangs vernamen dat de maatschappij Bekaert haar draden verlengd had, hebben wij eerst enkele proefnemingen op een beperkte schaal laten uitvoeren met draden van 60 mm lengte en 0,50 mm diameter die in het gewone beton van de panelen verzonken werden.

Toen die eerste tests gunstig bleken, heeft men besloten om de sterkteproef uit te voeren op twee hele ringen die bestaan uit panelen die met deze metaaldraden verstevigd werden: één met het gewone

beton en een andere met beton met geringere korrelgrootteverdeling (maximaal 8/22).

De breeksterkte van de ring die bestaat uit panelen in gewoon beton met metaaldraden (naar rata van 30 kg/m<sup>3</sup> beton) bedraagt 540 t (fig. 1). Dat is bijna het dubbel ( $\times 1,85$ ) van de sterkte van de gewone panelen.



Fig. 1 — Foto van de breukzone van de ring uit panelen van beton die gebast is bij de zeer hoge belasting van 540 t; men kan de doorknikking zien van de 8 langsstaven aan de binnenkant. Van de twee kanten van de breuk kan men de Bekaert-metaaldraden zien van 0,5 mm diameter en 60 mm lengte die verzonken zijn in het beton.

De breeksterkte van een ring die bestaat uit panelen met geringere korrelgrootteverdeling met draden (naar rata van 37,5 kg/m<sup>3</sup> beton) is wat kleiner: 522 t.

Talrijke proefnemingen zullen moeten worden verricht op kleinere schaal om de optimale waarde van de lengte, de diameter en de verhouding van de in het mengsel in te werken metaaldraden te vinden.

Eerst moet men echter een belangrijk probleem oplossen, nl. voorkomen dat de draden uit de betonwanden steken, zodoende vermijdt men dat de handen gewond raken. Enkele proefnemingen zullen binnenkort verricht worden om dit probleem op te lossen.

#### f) Harsbeton

Men kan de weerstand van het beton van de panelen ook verhogen als men harsbeton op basis van polyester gebruikt.

Enkele voorafgaande proefnemingen, op kleine schaal op cilindres en prisma's van harsbeton, hebben de volgende weerstanden opgeleverd:

- Samendrukkingsproeven: 1.152 tot 1.451 kg/cm<sup>2</sup>, m.a.w. 40 tot 50 % meer dan het gewone beton van Beringen.
- Trekproeven: 117 kg/cm<sup>2</sup>, d.i. 134 % meer dan de sterkte van het gewone beton.

— Buigproeven :	
— gewoon beton	
zonder wapening	1,26 t (100 %)
met geribde staven	3,05 t (242 %)
met gladde ijzers	1,82 t (145 %)
met gedraaide ijzers	3,06 t (243 %)
— harsbeton	
zonder wapening	4,75 t (378 %)
met geribde staven	4,40 t (349 %)
— harsbeton met glaswol- vezels	5,18 t (410 %)

Al die proeven tonen aan dat de sterkte van harsbeton (polyester geleverd door de firma B.A.S.F.) veel groter is dan de sterkte van het gewone beton.

Als gevolg van die gunstige proeven heeft men besloten de breekproef uit te voeren op een ring die uit panelen van harsbeton bestaat, maar zonder enige metalen wapening ; de bekomen sterkte : 380 t, is groter dan de sterkte van de ringen uit gewone panelen (met wapening van 2 × 4 langsstaven). Die sterkte is zeer groot aangezien zij werd verkregen op panelen zonder wapening.

Bij de resultaten van de buigproeven kan men de volgende opmerkingen maken :

- door de afwezigheid van wapeningen voor het gewone beton, daalt de sterkte aanzienlijk ;

- het gebruik van glad ijzer vermindert ook heel sterk de weerstand vergeleken met geribd of gedraaid ijzer ;
- de keuze tussen geribd of gedraaid ijzer schijnt geen bepalende rol te spelen ;
- de weerstand van het harsbeton zonder wapening is hoger dan de weerstand van het gewone beton met geribde staven ;
- de toevoeging van glaswolvezels doet de weerstand van het harsbeton met ongeveer 15 % stijgen.

#### g) Prijs van de bekleding

De prijzen die in de laatste kolom van tabel I gegeven worden, zijn die welke bij het begin van het jaar geldig waren : zij schommelen tevens regelmatig in beide richtingen als gevolg van de zeer wisselvallige staalprijzen. De prijzen die gegeven worden voor de panelen met de Pont-à-Mousson-wapening en met het harsbeton, zijn slechts benaderend ; in elk geval liggen zij heelwat hoger dan de prijs van de gewone panelen.

Men stelt vast dat het gebruik van metaaldraden de prijs van de bekleding slechts weinig doet stijgen.

Als men aan de breeksterkte en aan de prijs van de gewone panelen (met 2 × 4 langsstaven) een waarde 100 toekent, dan bekomt men de waarden die in tabel II gegeven worden.

TABEL II. — *Breeksterkte van enkele ringen uit panelen (last toegepast op de kwartomtrek van de ring)*

Panelen	Relatieve breeksterkte	Relatieve prijs
2 × 4 met beugels van 154 mm	100	100
2 × 6 met beugels van 154 mm	112	114
2 × 8 met beugels van 154 mm	132	127
2 × 4 met beugels van 110 mm	129	—
2 × 8 met beugels van 110 mm	—	134
2 × 8 beugels van 154 mm en Bekaertdraden	186	155
Pont-à-Mousson	173	hoger dan 530
Harsbeton, zonder wapening	131	hoger dan 340

Men stelt vast dat het de panelen met Bekaertdraden zijn die de beste verhouding bieden tussen de stijging van de weerstand en de stijging van de prijs. De prijs van de panelen met draden zal nochtans ongetwijfeld hoger liggen als men speciale voorzorgsmaatregelen moet nemen om elk verwondingsgevaar te voorkomen bij de hantering van die panelen.

#### 1.1.1.2. Opvulling van de lege ruimte tussen het terrein en de panelen

We herinneren eraan dat een goede opvulling van de lege ruimte tussen de panelen en het terrein van groot belang is.

Die vulling gebeurt dikwijls in twee keer : spatting van licht vulmateriaal aan het front na iedere del-

vingsafslag, daarna meer naar achteren inspuiting van een cementmelk met langere afslagen.

Op de afdelingen Zolder en Eisden wordt in vele steengangen die leegte rechtstreeks aan het front gevuld door middel van pompbeton met afslagen van 16 tot 20 m, eenmaal per week.

De afdeling Beringen heeft onlangs beproefd eenmaal per week een vulling met synthetisch anhydriet aan het front te verrichten door middel van een kleine Monopomp. Het debiet van die pomp is groter dan het debiet van de andere installaties. De tot

nu toe verkregen resultaten zijn zeer bevredigend. Door een injectie met anhydriet (in viskeuze vorm) is men met een pijler dicht langs een steengang kunnen doorgaan zonder die aan te tasten ; die injectie gebeurde na een begin van vernietiging van de panelen.

In vergelijking met de opvullingsmethode die vroeger gebruikt werd (spatting van licht vulmateriaal aan het front en inspuiting van cementmelk achteraan), maakt die nieuwe methode een belangrijke kostenvermindering mogelijk zoals blijkt uit tabel III en verzekert zij toch een betere opvulling van de lege ruimte.

TABEL III. — *Kostenvergelijking van twee methodes voor opvulling van lege ruimte in Beringen*

	Oude methode in fr/m	Nieuwe methode met synthetisch anhydriet in fr/m
Grondstoffen	2.652	6.200
Huur van pompen	645	212
Arbeidsloon	11.345	5.100
Totaal	14.642	11.512

Uit die tabel kan worden afgeleid dat, alhoewel de nieuwe methode een zeer belangrijke daling van het arbeidsloon meebrengt, zij ook een niet te verwaarlozen verhoging van de materiaalprijzen tot gevolg heeft.

Momenteel worden laboratoriumproeven uitgevoerd om de kosten van de post materiaal te verlagen. Men tracht 60 tot 40 % van de hoeveelheid synthetisch anhydriet te vervangen door kalksteen met fijne korrelsamenstelling waarvan de aankoopprijs minder hoog is.

Een ander nog op te lossen probleem is dat van de, indien mogelijk onverpakte, bevoorrading van de pomp zonder dat de arbeiders de anhydrietzakken moeten hanteren en openen. Voorafgaande proefnemingen hebben getoond dat zowel het zuiver synthetisch anhydriet als het mengsel synthetisch anhydriet-kalksteen vloeibaar kunnen worden gemaakt en d.m.v. perslucht vervoerd kunnen worden vanuit een speciale container naar de vultrechter van de pomp. Die mechanisering zou het mogelijk maken de arbeidskosten tot minder dan 1.600 F per meter steengang te verlagen.

Om ons bewust te worden van de uitwerking van een goede opvulling van de lege ruimte, hebben wij een reeks metingen verricht van spanningen die in de loop van de tijd ontstonden aan de binnenkant van de panelen. Als de ruimte rond de panelen volledig gevuld zou zijn, zouden de spanningen uitgeoefend op de bekleding zich waarschijnlijk tamelijk eenvormig voortplanten over de hele omtrek en dan zou geen puntspanning meer bestaan. De metingen worden

gedaan d.m.v. een Huggenberger-uitzettingsmeter met contactblokjeskoppels die op de bekleding zijn geplakt.

#### 1.1.1.3. *Boren van mijngaten*

De tijdens de tweede helft van 1975 aangevatte proeven met vier jumbo's werden begin 1977 beëindigd.

Wij herhalen de geteste jumbotypes :

- jumbo Tamrock met 2 armen en volledig pneumatische boring ;
- jumbo Sig met 2 armen en gedeeltelijk pneumatische en gedeeltelijk hydraulische boring ;
- jumbo Montabert met 1 arm en volledig hydraulische boring ;
- lichte jumbo Meudon met 2 armen en volledig pneumatische boring maar uitgevoerd d.m.v. boorhamers van slechts 45 kg (fig. 2).

Tabel IV herhaalt enkele gegevens inzake jumbo's die in de Kempen werden getest. In die tabel hebben wij de hydraulische Montabert met 2 armen bijgevoegd die niet beproefd werd.

De keuze van de jumbo werd gemaakt op grond van de volgende beschouwingen :

#### a) *Betrouwbaarheid van de jumbo's*

Tijdens hun proefperiode hebben de jumbo's Tampella, Montabert en Meudon niet de minste kosten van reparatie of speciaal onderhoud veroorzaakt.

Dit was niet het geval voor de jumbo Sig waarvan men de aankoop niet heeft kunnen overwegen als

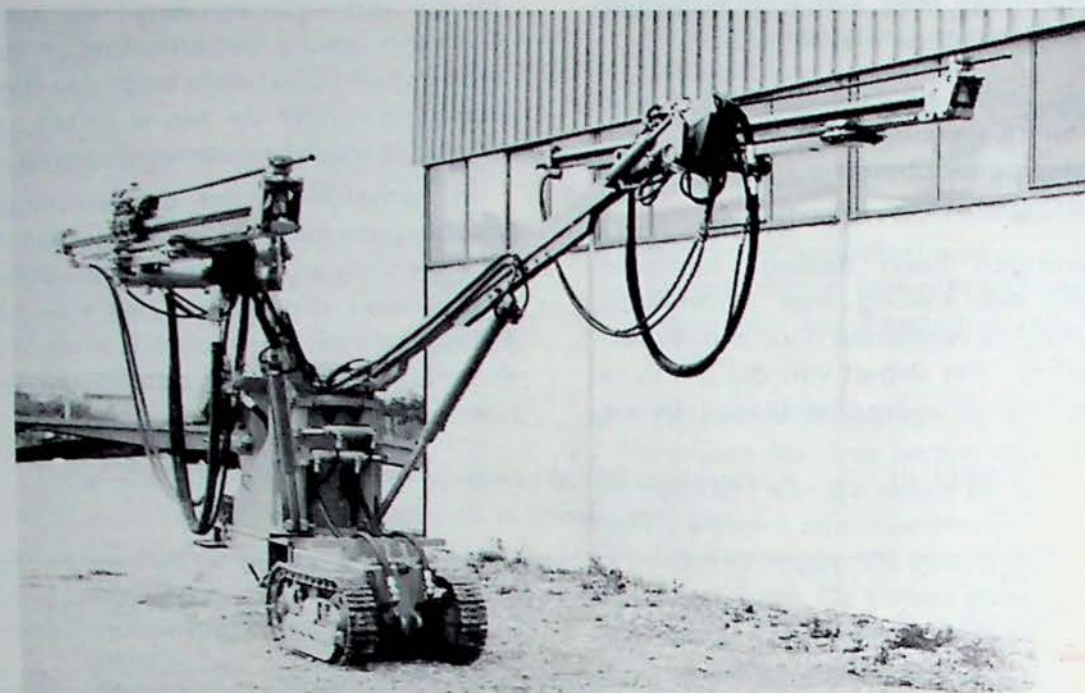


Fig. 2 — Lichte Meudon-jumbo met twee boorarmen gemonteerd op rupskettingen : twee van die jumbo's werden in gebruik genomen in de afdelingen Eisden en Zolder, maar dan gemonteerd op rails.

TABEL IV. — Enkele gegevens betreffende de in de Kempen geteste jumbo's

	Tampella met 2 armen	Sig met 2 armen	Montabert met 1 arm	Montabert met 2 armen	Meudon met 2 armen
Vloeistof	perslucht en olie	perslucht	olie	olie	perslucht
Verbruik van perslucht in m <sup>3</sup> /min per hamer	9	7	—	—	5,4
Gewicht van de boorhamer in kg	79	80	100	100	45
Prijs van de jumbo in BF (in 1974-1976)	2.460.000	3.620.000	3.920.000	6.800.000	1.255.000
Breedte van de jumbo in m	1,35	0,90	1,20	1,40 en 1,25	1,00
Gewicht van de jumbo in t		10	5		
Duur van de opstelling van het apparaat in de ondergrond (4 tot 5 man/dienst) in diensten	1	5			1
Vermindering van de totale boortijd t.o.v. de hamers op stoters in %	28 tot 33		12		21
Onmiddellijke snelheid (in relatieve waarden t.o.v. die welke verkregen werd met hamers op stoters gerekend als 1)	2	1,7	3,8	3,8	1,6

gevolg van de belangrijke mechanische moeilijkheden tijdens het testen ervan.

#### b) Onmiddellijke boorsnelheid

De hoogste onmiddellijke boorsnelheden werden bereikt met de hydraulische hamer Montabert van 100 kg (3,8 maal de snelheid die werd bekomen in dezelfde gesteenten met een boorhamer op stoters).

De pneumatische hamers Tampella en Sig met een gewicht van ongeveer 80 kg, lieten toe onmiddellijke boorsnelheden te bekomen van 1,7 tot 2 maal die welke werden bekomen met hamers op stoters.

De boorhamer Meudon van 45 kg liet toe onmiddellijke boorsnelheden te gebruiken gelijk aan 1,6

maal die welke bekomen werden in dezelfde omstandigheden met een hamer op stoters. De Franse steenkolenmijnen die sinds meerdere jaren meer dan 100 Meudon-armen in gebruik hebben, signaleren dat de Meudon-hamer een gemiddelde onmiddellijke snelheid toelaat van minstens 1,4 maal die van de hamers op stoters.

Het staat vast dat, in elk geval binnen bepaalde grenzen, het gewicht van de hamers een belangrijke rol speelt bij de prestaties die men van die werktuigen kan verwachten.

Anderzijds hebben de ervaringen die in het buitenland werden opgedaan, aangetoond dat, voor eenzelfde gewicht, de hamer met volledig hydraulische

bediening een onmiddellijke boorsnelheid mogelijk maakt die merkbaar hoger is dan die van een hamer met pneumatische bediening.

c) *Rendement dat bekomen wordt tijdens het volledig boren van een afslag*

Ten gevolge van hun vlugge opstelling zijn de jumbo's in staat de totale duur van de boorwerkfase te verminderen.

Niet alleen zijn de onmiddellijke boorsnelheden hoger met hamers op glijarmen, maar ook is de duur van het terugtrekken van het boorijzer en de verplaatsingsduur van de glijarm gunstiger.

Over het algemeen mag men zeggen dat de tijd voor het boren van een nuttige boortrap van 2 m en 3,60 m, met 2 hamers op glijarmen gelijk is aan de tijd voor het boren van een boortrap van respectievelijk 1,35 m en 2,40 m, met 3 hamers op stoters.

Onder de belangrijkste voordelen van het gebruik van jumbo's, die niet in de cijfers van tabel IV worden weergegeven, vermelden wij :

- uitsparen van personeel : per dienst zijn er nog slechts 3 man i.p.v. 4 met de hamers op stoters ;
- belangrijke vermindering van de vermoeidheid van de arbeiders ;
- betere boorprecisie, waardoor een betere schietdoeltreffendheid verkregen wordt, alsook een betere keuze van de wandversnijding en de mogelijkheid langere trappen te boren ;
- grotere veiligheid doordat geen enkele man aan het front aanwezig is (uitgezonderd tijdens het aanzetten van de boorgaten) ;
- minder doorgedreven bekwaamheid van de arbeiders ;
- kortere leertijd.

Anderzijds is het duidelijk dat de jumbo Montabert met één enkele boorarm de boortijd niet veel kan verbeteren. Dergelijke jumbo met 2 armen zou een nog grotere vermindering van de boorwerkfase tot gevolg hebben dan de jumbo's met hamers met pneumatische bediening, dit als gevolg van de veel vluigere onmiddellijke boorsnelheid van de hydraulische hamers.

d) *Breedte van de jumbo's*

De breedte van de jumbo's speelt eveneens een voorname rol bij de keuze van het boorapparaat. De in Eisdon opgedane ervaring met de jumbo Tampella met een breedte van 1,35 m, heeft aangetoond dat, hoewel die breedte theoretisch voldoende is, zij evenwel te groot is als men alle gevaar voor ongevallen in de ondergrond wil vermijden (bijvoorbeeld als gevolg van een lichte overdwarse helling van één van de twee sporen).

De breedte van de hydraulische standaardjumbo Montabert met 2 armen bedraagt 1,40 m, waardoor

het niet mogelijk is zijn ingebruikneming zonder meer te voorzien in cirkelvormige steengangen. Wij wijzen er evenwel op dat die firma zopas hydraulische jumbo's met 2 armen en met een breedte van 1,25 m in de handel heeft gebracht. Sommige ingenieurs zijn echter van mening dat die breedte van 1,25 m enigszins te groot is.

e) *Kostprijs van de jumbo's*

De verbetering die werd aangebracht in de totale boortijd door een jumbo uitgerust met hamers van 79 kg (verbetering van 28 tot 33 % t.o.v. die verwezenlijkt met hamers op stoters) is belangrijker dan die welke werd verkregen met een jumbo uitgerust met hamers van 45 kg (verbetering die slechts 21 % bedraagt). Maar men moet evenwel rekening houden met de prijs van die twee jumbotypes : de jumbo met hamers van 79 kg kost bijna het dubbel van de jumbo met hamers van 45 kg.

De keuze van een boorapparaat voor de cirkelvormige steengangen van het Kempens bekken is ten slotte gevallen op de jumbo Meudon, als gevolg van zijn geringe breedte, zijn lage prijs en de bereikte rendementen.

Als gevolg van de onbetwistbare voordelen van de boorhamers met hydraulische bediening, moeten de vorderingen gevolgd worden die nog zullen worden gemaakt door de jumbo's uitgerust met die werktuigen.

## 1.1.2. *Galerijen in de laag*

### 1.1.2.1. *Probleem van de steendammen langsheen de voorwaartse pijlergalerijen*

De proefnemingen die in het laboratorium verricht werden op mengsels van fijne kalksteen en cement hebben aangetoond dat men, als men de elementen juist doseert en het watergehalte regelt, elke gewenste weerstand, zelfs de grootste, kon bereiken. Door het gebruik van een fijn gemalen overgesulfaateerd cement dat op de afdeling Zolder bereid wordt, heeft men niet alleen de binding van het mengsel kunnen versnellen, maar eveneens het cementpercentage tot 1/6 van het kalksteengewicht kunnen verminderen. De kalksteen die uit de groeve Dumont-Wautier afkomstig is (met een watergehalte van 2 tot 4 %) moet vooraf gedroogd worden in een oven op de afdeling Zolder.

Een belangrijk probleem dat evenwel nog moet worden opgelost, is dat van de vermindering van het stofgehalte dat bij de hantering van kalksteen wordt waargenomen en vooral bij het mengen van kalksteen en cement ; dat mengen gebeurt in een betonmolen die ontworpen werd voor de onmiddellijke

besproeiing van de bestanddelen met water. Alle installaties van het mengvat af werden ook voor het transport van vochtige produkten voorzien.

Zo hoopt men de stofontwikkeling te verminderen door kalksteen met korrelgrootteverdeling van 2 tot 8 mm te gebruiken die lichtjes bevochtigd werd (0,4 tot 1 % water). Enkele proefnemingen die in het laboratorium werden uitgevoerd, tonen aan dat een mengsel van dit produkt (met 0,7 % water) met cement, 15 dagen na de vermenging geen binding had aangegaan.

#### 1.1.2.2. *Gemechaniseerd delven van winningsgalerijen met behulp van een gesteentebreker*

De gesteentebreker Krupp HM 600 die gemon-teerd wordt op een Salzgitter-toestel met wandelend onderstel, werd in een derde werkplaats van de afde-ling Eisden in gebruik genomen.

In die werkplaats in laag 39, versnijdt de machine de gesteentebanken van het galerijdak volgens de rooilijn van het pijlerfront, zoals in de eerste werkplaats waar de machine in gebruik werd geno- men.

Tot hiertoe wordt die pijler met een bovenpijler gewonnen, waardoor de afgebouwde stenen over de hele breedte van de galerij kunnen worden afgevoerd door de pijlertransporteur. Tijdens de tweede helft van 1977 werd een pijleruiteindeschaaf van de firma Westfalia in gebruik genomen. Die schaar wint en laadt de steenkool van de pijler tot aan het uiteinde van de pijlertransporteur. Door die vernieuwing kan men het drijven van de bovenpijler weglaten ; de stenen die door de gesteentebreker afgebouwd wor- den, worden op een helft van de galerij terug opge- nomen door die hulpschaaf, terwijl de stenen van de hoger gelegen helft van de galerij opgeladen worden door de laadbak die zich aan het uiteinde van de tweede arm van het draagtoestel bevindt. Die draagarm van de laadbak, die geen voldoening had geschonken toen hij in de tweede werkplaats in gebruik werd genomen, werd gewijzigd. De arm werd 1 m verkort, maar nu is hij dubbel telescopisch (1,20 m slag).

Tot hiertoe werden in die werkplaats reeds 252 m galerij gedolven met een gemiddeld rendement van 65 cm/mandienst.

Het snijden van de gesteentebanken heeft geen enkel probleem gesteld ; de zijdelingse helling van de galerij bedraagt 16°, zoals in de eerste werkplaats waar men die moeilijkheid heeft kunnen overwinnen. De ondersteuning van de galerij bestaat uit TH-ramen van 29 kg/m, op 60 cm van elkaar ; de vloer van de laag is zacht, wat zwellingsproblemen in de galerij meebrengt. Twee rijen houtbokken worden aan weerszijden van de galerij geplaatst.

Meer dan 500 m galerij werd met de gesteente- breker gedolven : de kostprijs van de tot hiertoe gebruikte vervangstukken bedraagt ongeveer 500.000 F. Die som werd grotendeels uitgegeven om hijsvijzels van het wandelend onderstel te vervangen.

Dank zij het afschaffen van de delving van de bovenpijler hebben de ingenieurs het rendement van het personeel tewerkgesteld aan het bovenste uiteinde van de pijler sterk verhoogd, wat toeliet een rem op de dagelijkse vooruitgang van de pijler uit te schakelen.

#### 1.1.2.3. *Gemechaniseerd delven van winningsgale- rijen*

De Heer Legrand, Directeur van de Ondergrondse Werken bij de afdeling Zolder, heeft een machine ontworpen en gebouwd voor het gemechaniseerd delven van koggalerijen van voorwaartse pijlers.

Dat snijden wordt uitgevoerd in de rooilijn van het pijlerfront. Het versnijden van de steenkool en van de gesteentebanken van het dak gebeurt d.m.v. een trommel met een diameter van 1,50 m, uitgerust met beitels.

Die trommel is bevestigd op een onderstel dat kan glijden op de schraaptransporteur die geplaatst is langsheen het pijlerfront. Een stel vijzels maakt het mogelijk dit onderstel omhoog te doen gaan om de gesteenten van de galerij over gans de gewenste hoogte te versnijden. Dankzij die montage kan de trommel enerzijds de steenkool in de pijler afbouwen en anderzijds de volledige doorsnede van de koggale- rij uitwerken.

Om maximaal voordeel uit die machine te halen, heeft de Heer Legrand een gemechaniseerde onder- steuning ontworpen die naar het koggalerijfront kan worden vooruitgeschoven naarmate die koggalerij gedreven wordt. Die installatie is uitgerust met een toestel voor het plaatsen van de definitieve onder- steuning (fig. 3).

Die machine werd in de ondergrond neergelaten en in een werkplaats opgesteld in december 1977 om begin 1978 in gebruik te worden genomen.

#### 1.1.2.4. *Gemechaniseerd delven van ophouwen*

De eerste door de afdeling Zolder in bedrijf gestelde machine voor het gemechaniseerd delven van op- houwen heeft einde 1977 vijf ophouwen of verken- ningsgalerijen gedolven ; de vooruitgang schom- melde tussen 4 en 6 m per dienst. De vijfde ophouw werd gedolven in laag 61 die een opening heeft van 2 m.



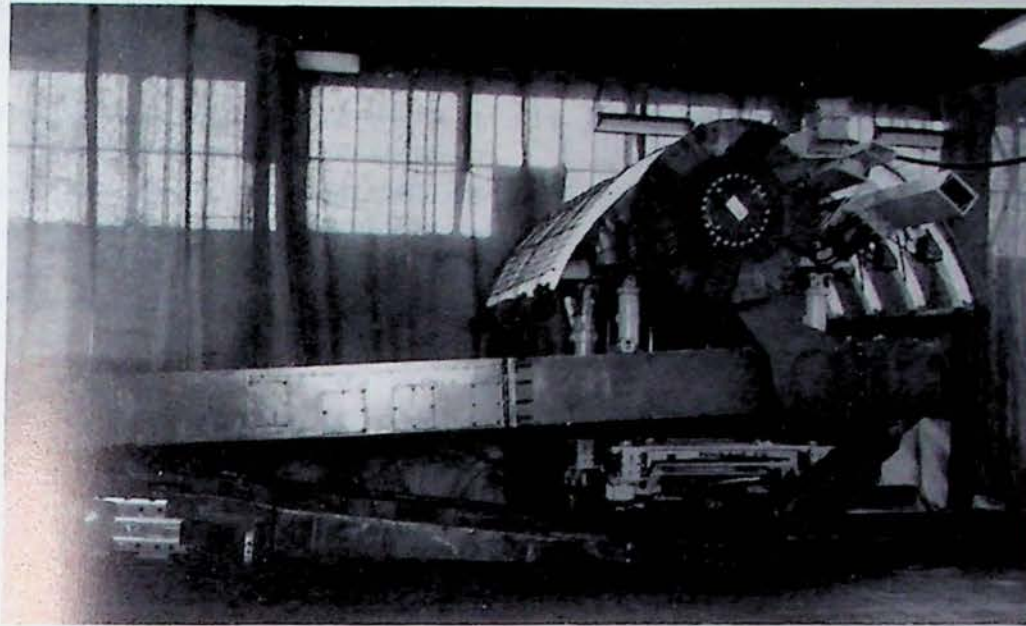


Fig. 1. In Zolder uitgewerkte machine voor het gemechaniseerd delven van koggalerijen van voorwaartste richting. Het winnen van de steenkool en de dak- en vloergesteenten wordt uitgevoerd door een trommel met 6300 liter water. Er werd een gemechaniseerde ondersteuning uitgewerkt om het drijven te volgen naarmate vorderingen worden gemaakt en om te helpen bij het plaatsen van de definitieve ondersteuning.

Een tweede machine werd in bedrijf gesteld op de afdeling Winterslag, waar zij een ophouw delft met een breedte van 5,70 m en een hoogte van 2,20 m, met een vooruitgang die 6 m/dienst bedraagt.

De afdeling gaat beginnen met de bouw van een nieuwe ophouwmachine met elektrische bediening en met mechanische transmissie; het vermogen van de motor bedraagt 63 kW. De trommel zal 1,70 m diameter hebben en zal galerijen van 2,20 m hoogte kunnen snijden. Die machine zal minder plaats innemen en nog gemakkelijker te vervoeren en ter plaatse te monteren zijn dan de machine met hydraulische bediening.

### 1.1.3. Delven van binnenschachten

De onderzoeken voor een beter mechanisch delven van binnenschachten werden in 1977 voortgezet.

Onder de mechanisatiemogelijkheden kunnen wij vermelden:

1) De Wirth-delvingsmachine, een soort « tunnelier » voor verticale schachten die een totale mechanisering van het delven van binnenschachten mogelijk maakt.

Bij de twee Wirth-machines die tot hiertoe vervaardigd werden, moet men eerst een gat boren van minstens 1,40 m diameter.

De eerste machine, die in 1971 werd geleverd, had in juli 1977 negen binnenschachten gedolven met een gemiddelde hoogte van 220 m met aanzienlijke voortschrijdingssnelheden.

De tweede Wirth-machine, die pas vervaardigd werd, zal op 16 augustus in gebruik worden geno-

men in de mijn van Ibbenbüren voor het delven van een binnenschacht met 6 m diameter en ongeveer 500 m hoogte. (de afwijking van de voorboring van 500 m hoogte bedroeg slechts 1,05 m). De firma hoopt die binnenschacht te kunnen delven en bekleden met een gemiddelde voortschrijdingssnelheid van 7 tot 8 m/dag.

Tot hiertoe meende men dat het gebruik van dergelijke machines slechts verantwoord was bij het delven van binnenschachten die hoger waren dan 200 m. Bepaalde Duitse deskundigen hebben echter berekend dat het ook interessant kan zijn binnenschachten van 140 m hoogte te delven, als men verscheidene binnenschachten van die hoogte in reeks moest delven.

Hierbij merken wij op dat de eerste Wirth-machine binnenkort gewijzigd zal worden opdat men schachten en binnenschachten zou kunnen delven zonder vooraf een gat te moeten boren voor de verwijdering van de stenen. Die gewijzigde machine zal begin 1978 in dienst genomen worden op de afdeling Gneisenau.

2) Einde 1977 moest een Wirth-boormachine HG 250 in dienst genomen worden in een Duitse kolmijn om een binnenschacht van 3,60 m diameter en ongeveer 200 m hoogte te boren. De prijs van die volledige boormachine bedraagt 38 miljoen BF. Het monteren en het installeren van de machine bovenaan de toekomstige binnenschacht, zal ongeveer een week duren.

De boring van het loodsgat van 311 mm diameter moet met een gemiddelde voortschrijdingssnelheid van 20 m/dag gebeuren.

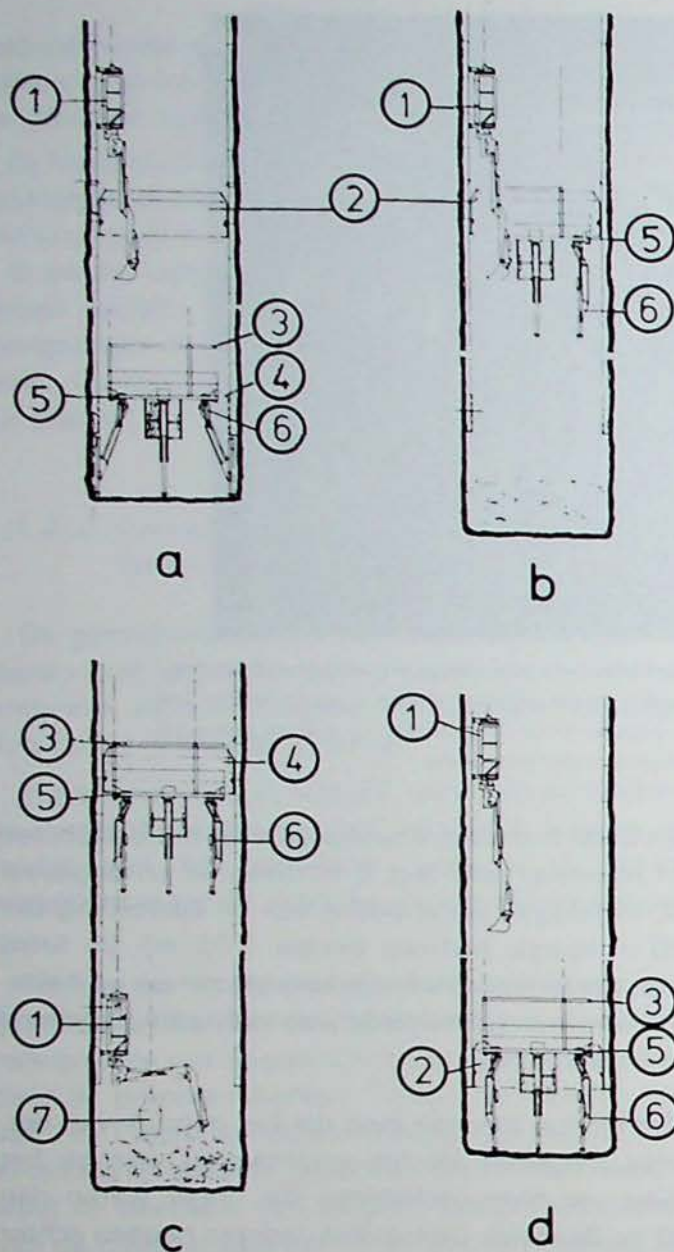


Fig. 4 — Laadtoestel Alimak S-180 voor het delven van binnenschachten in volle doorsnede. De 4 schema's van de figuur tonen verschillende arbeidsfasen : a : Boring, b : Schieten, c : Laden van de afslag, d : Plaatsing van de ondersteuning.

- (1) Shaft Mucker Alimak S-180
- (2) Bekisting van het betonwerk
- (3) Beschermingsplaat
- (4) Laatste gebetonneerde ring van de definitieve bekleding
- (5) Werkvloer
- (6) Boorarmen (hier 4)
- (7) Schachtton

De verandering van kroon neemt vervolgens 2 tot 3 dagen in beslag. De boring in één trap van onder naar boven, van 311 mm diameter tot 3.600 mm diameter zou met een voortschrijdingssnelheid van 10 m/dag moeten gebeuren.

De ondersteuning wordt geplaatst nadat de boring afgelopen is.

3) De Zweedse maatschappij Alimak heeft een reeks boorinstallaties geleverd met zware hamers op glijarmen ; die hamers zijn vastgemaakt aan armen die opgehangen worden aan de veiligheidsvloer of aan een speciaal platform. Het gebruik van die toestellen maakt het mogelijk :

- het boringswerk dat bijzonder moeilijk is bij het delven van schachten, aanzienlijk te verlichten ;
- de delvingstrappen te verlengen ;
- de boorsnelheden sterk op te drijven ;
- het aantal frontarbeiders te verminderen.

4) Diezelfde maatschappij Alimak levert ook laadtoestellen (fig. 4) die geschikt zijn om schachten te delven in volle doorsnede, van boven naar onder. Die werktuigen, « Shaft Mucker » geheten, omvatten drie soorten, naar gelang van de diameter van de binnenschachten :

- de T 180, met telescopische armen, voor diameters tussen 2 en 4 m ;
- de S 180 T voor diameters tussen 3 en 5 m ;
- de S 180 voor diameters tussen 3 en 7 m.

5) Die maatschappij levert ook laadtoestellen die speciaal geschikt zijn voor binnenschachten die van boven naar onder gedreven worden, maar nadat een gat van ongeveer 1,20 tot 1,60 m diameter geboord werd. Die werktuigen, die eenvoudiger zijn dan de vorige, zijn van het « afstrijker »-soort en voeren de stenen naar het losgat mee.

6) Wij herinneren eraan dat die maatschappij ook « Raise Climbers » levert, m.a.w. zelfklimmende werkvloeren die zich langs een getande stang voortbewegen. Die stang is aan een wand van de schacht of de binnenschacht bevestigd, die aldus van onder naar boven gedreven wordt. Die schacht kan rechtstreeks volgens de gewenste diameter gedreven worden ofwel kan zij als voorgat dienen voor een conventionele verbreding van de schacht.

#### 1.1.4. Spanningen gemeten in een van de twee ophaalschachten van Waterschei

Op verzoek van de afdeling Waterschei en in samenwerking met de ingenieurs van die afdeling, meten wij regelmatig de schommelingen van de spanningen die zich ontwikkelen in het staal van enkele kleine balkijzers die als verstevigingscorset werden geplaatst ter hoogte van een scheur in de gietijzeren bekleding van schacht 1. Die gespleten zone bevindt zich ter hoogte van een dikke kleibank die de neiging heeft op te zwellen bij ontspanning.

Men is met de metingen begonnen in november 1975 met 16 elektrische rekstrookjes ; in mei 1976 werd hun aantal met 6 vermeerderd. In juli 1977 werden 8 rekstrookjes geplakt op het gietijzer van de bekledingen die zich boven en onder de gespleten zone bevonden. Het bepalen van de spanningen wordt ook uitgevoerd d.m.v. de uitzettingsmeter Huggenberger met 8 paren metalen contactblokjes die op de balkijzers worden geplakt. Wij bepalen re-

gelmatig de schommeling van de schachtdiameter in de gespleten zone d.m.v. een convergentieapparaat met band.

Aangezien de betrouwbaarheid van de elektrische rekstrookjes na twee jaar niet meer voor 100 % zeker is, zullen alle op de balkijzers geplakte rekstrookjes vervangen worden bij het begin van 1978.

De voornaamste oorzaak van de splijting van de bekuiping is waarschijnlijk de ontginning, maar de regelmatige toename van de spanningen gemeten ter hoogte van die gespleten zone is zonder twijfel te wijten aan de druk van de kleibank ; momenteel onderzoeken wij of die druk niet verzwaart door een pompen dat op een diepte van 300 m wordt uitgevoerd in een waterput die in de nabijheid van schacht 1 is gelegen en dat 3 of 4 jaar geleden is begonnen.

## 1.2. MIJNGAS EN LUCHTVERVERSING

### 1.2.1. Beheersing van de mijngasuitstromingen

#### 1.2.1.1. Voorberekening van de uitstromingen

De metingen van de gasconcentraties van de lagen werden voortgezet volgens de directe methode. Die metingen zijn samengebracht in tabel V.

- (a)  $Dm_1(55)/V$  = ontlast door 1 ontginning in de vloer op 55 m in loodrechte laagafstand (bovenste gedeelte van de pijler) ; onontgonnen (onderste gedeelte van de pijler).
- (b) De concentratie in onontgonnen zone had 13,2  $m^3/t$  bereikt.
- (c) De pijler gaat nu verder onder een tweede vroegere ontginning in het dak, maar op 79 m (in laag 55). Overeenkomstig de metingen van Cerchar in

TABEL V. — Concentratiemetingen

Werkplaats	Zone	Concentratie $m^3/t$	
Beringen 71 $N_1O_1P_1$	V	8,60	
Waterschei B9.49	$\frac{Dm_1(55)}{V}$ (a)	1,65	
	V	3,62	
	R8.49	V	7,02
	S3.55	$\frac{Dt1(68)}{Dt1(68)m1(28)}$	2,93
		Dt1(68)m1(28)	1,23
	D2.5B	V	8,77
L4.5B	Dt1(37)	4,86 (b)	
K1.59	$\approx Dt1(37)$ (c)	3,93	
F2.61	$\approx V$ (d)	9,62	
Zolder 43/61	Dt1(28)	4,49 (e)	

Frankrijk, heeft laag 55 waarschijnlijk geen invloed uitgeoefend aangezien de concentratie vrijwel gelijk blijft : 3,93 tegenover 4,68  $m^3/t$  daarvoor.

- (d) Laag 55 op 87 m in het dak en onontgonnen, oefent waarschijnlijk geen enkele invloed uit op de concentratie aangezien men in de L3.61 in onontgonnen zone als concentratie 8,87  $m^3/t$  had bereikt. Dit bevestigt nogmaals de proeven van Cerchar.
- (e) Metingen uitgevoerd in de voetgalerij. In de kopgalerij bereikte de concentratie slechts 1,52  $m^3/t$ . Hier kunnen twee verklaringen voor gevonden worden :

- 1°) de pijler aan de kant van de kopgalerij loopt langs een ontginning die dateert van 1955 en de laag heeft zich ontgast ;
- 2°) het concentratieverschil in de ruimte kan aanzienlijk zijn in hetzelfde paneel.

#### 1.2.1.2. Concentratieverschillen

Uitgaande van de concentratiemetingen in 18 pijlers (waarvan 15 in onontgonnen zone), in 8 verschillende lagen op de afdeling Waterschei, heeft men kunnen bestuderen :

- het concentratieverschil in dezelfde laag van de ene plaats tot de andere,

TABEL VI. — Groepen naburige werkplaatsen  
(vierkanten met 500 m zijde)  
Onontgonnen zones

Groepen	Afstanden tussen aangrenzende lagen m	Concentratie m <sup>3</sup> /t	Uitstroming (maand van de meting) m <sup>3</sup> /t	Afzuiging ≥ 20 % (C)
A) 2) B9.49 8) B9.55 15) L4.5B 18) K9.70	108 35 — 36 97 — 99	3,61 11,12 13,19 10,42	27,2 69,8 (56,1) (1) 41,5 20,5	≈ C
B) 2) B9.49 8) B9.55 14) L3.5B 15) L4.5B 17) L3.61	108 35 — 36 35 — 36 44 — 50	3,61 11,12 13,00 13,19 8,87	27,2 69,8 (56,1) (1) ? 41,5 87,1 (60,3) (1)	≈ C C
C) 5) S5.49 6) S6.50	44 — 41	6,02 8,35	31,5 73,8 (57,6) (1)	C
D) 13) D2.5B 17) L3.61	54 — 50	8,77 8,87	27,3 87,1 (60,3) (1)	C

(1) De waarden tussen haakjes geven de uitstroming zonder afzuiging als men veronderstelt dat al het afgezogen mijngas niet bestaat.

— de concentratieverschillen tussen lagen in dezelfde plaats.

Figuur 5 maakt het mogelijk de meetpunten aan te geven van de 15 pijlers in onontgonnen zone, die een oppervlakte beslaan van 4,2 km van West naar Oost op 2,4 km Noord-Zuid.

Tabel VI herhaalt de « naburige » pijlergroepen van figuur 5, m.a.w. die waarvan de meetpunten binnen vierkanten van 500 m zijde liggen.

In het huidige stadium van de studie kan men zeggen dat :

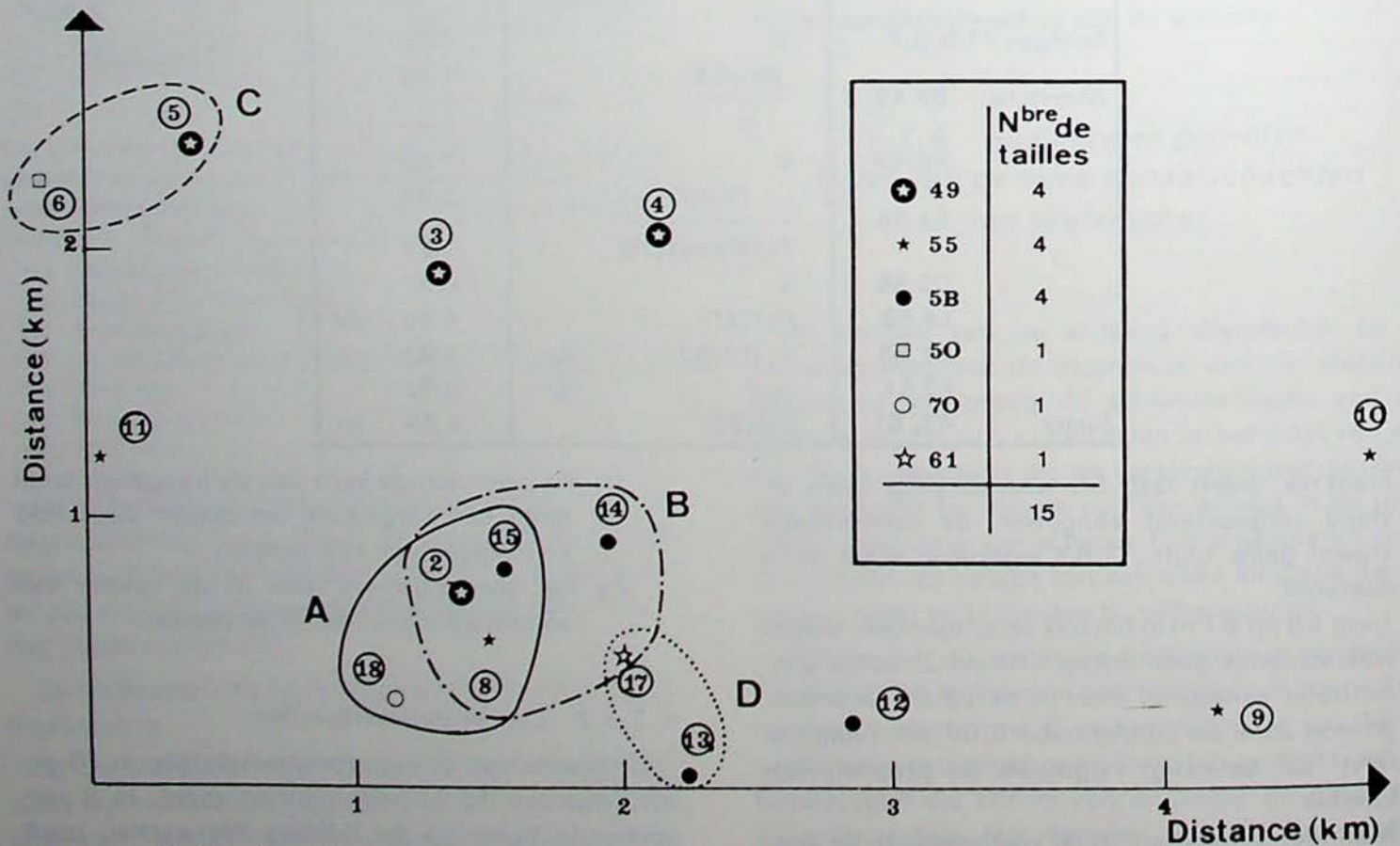


Fig. 5 — Geografische spreiding van de meetpunten van de CH<sub>4</sub>-concentratie van de lagen. Ieder punt draagt het nummer van de overeenkomstige werkplaats.

Distance (km) : Afstand (km)

Nombre de tailles : Aantal pijlers

- 1°) De concentratie sterk kan verschillen in dezelfde laag :  
 laag 49 (4 pijlers) : 3,61 tot 9,24 m<sup>3</sup>/t ;  
 laag 55 (4 pijlers) : 1,30 tot 11,1 m<sup>3</sup>/t ;  
 laag 5B (4 pijlers) : 5,80 tot 13,2 m<sup>3</sup>/t.
- 2°) Voor die 3 lagen (49, 55 en 5B) de concentratie, *statistisch beschouwd*, de neiging vertoont toe te nemen van Oost naar West en van Zuid naar Noord.
- 3°) Voor die 3 lagen over het algemeen de concentratie, *statistisch beschouwd*, veel vlugger stijgt met de stratigrafische diepte (49 - 55 - 5B) dan het gehalte aan vluchtige bestanddelen. Deze neiging geldt niet voor andere lagengroepen : in de groepen A en B (tabel VI en figuur 5) vertoont de concentratie een maximum voor laag 5B.
- 4°) In dezelfde groep (A of B) de concentraties van 2 lagen zeer verschillend kunnen zijn ; b.v.  
 2) B4 49 = 3,61 m<sup>3</sup>/t  
 15) L4 55 = 13,20 m<sup>3</sup>/t,  
 terwijl de horizontale afstand tussen de meetpunten nauwelijks 120 m bereikt (maar de afstand tussen de 2 lagen bedraagt ongeveer 140 m).
- 5°) Tenslotte een afdeling (groep A + B) bestaat waar de concentraties over het algemeen hoger

zijn. Men tekent nochtans ook sterke uitstromingen op in de groep C (tabel VI), zelfs na aftrek van de afzuiging.

### 1.2.1.3. Verhouding tussen concentratie en werkelijke uitstroming

Voor 12 pijlers zonder afzuiging van de afdeling Waterschei (7 in onontgonnen zones, 5 in ontlaste zones) heeft men het verloop bestudeerd, in functie van de concentratie (C), van de gemiddelde uitstroming per werkdag (Mjt) gedurende de normale maanden omstreeks de data van de concentratiemeting en waarvan de *dagelijkse produktie (maand-gemiddelde) dezelfde was op ± 10 %* na. Men vindt (fig. 6) :

- in onontgonnen zones :  

$$\text{Mjt} = 1.208,48 C + 2.507,35 \quad (1)$$
 (als C verdubbelt, neemt Mjt toe met 38 tot 76 %)
- in ontlaste zones :  

$$\text{Mjt} = 2.299,84 C - 804,35 \quad (2)$$
 (als C verdubbelt, neemt Mjt toe met ongeveer 120 %).

Als men de studie uitbreidt tot lange periodes dan wordt het gedrag van de verhoudingen (1) en (2) niet

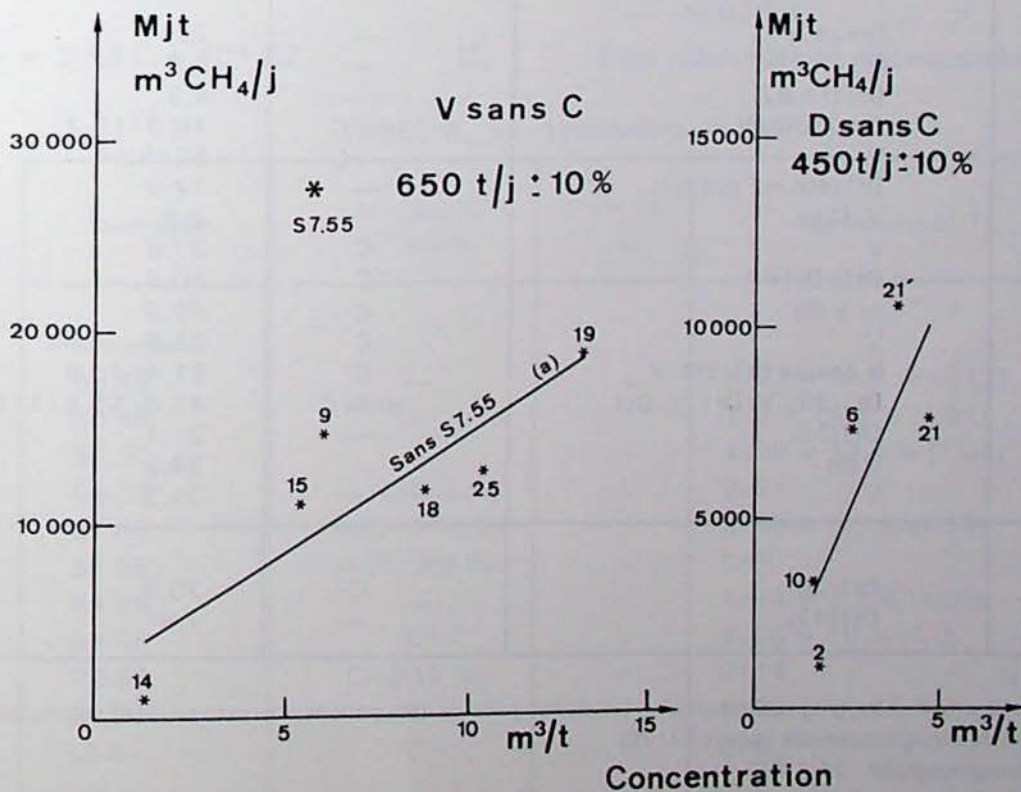


Fig. 6 — Verhouding (bij gelijke steenkoolproduktie) tussen de CH<sub>4</sub>-uitstroming in de luchtstroom per gewerkte dag (Mjt) en de gemeten concentratie, voor iedere werkplaats zonder afzuiging (zonder C). De werkplaatsen zijn in twee groepen gescheiden :

- die in onontgonnen zones (V) (650 t/dag)
- die in ontlaste zones (D) (450 t/dag)

V sans C : V zonder C

J : dag

Concentration : concentratie

gestoord, ten minste niet met de gevonden produktieverschillen. Bijvoorbeeld voor de 5 pijlers van groep A + B waarvan men de uitstroming Q in m<sup>3</sup>/t kent (tabel VI) bekomt men door de afgezogen hoeveelheden van de pijlers (8) en (17) weg te laten :

$$Q \text{ (m}^3\text{/t)} = 1,46 \times C + 27,29 \quad (3)$$

Het schijnt dus dat een hogere concentratie een grotere uitstroming zou kunnen doen vermoeden ; in tegenstelling tot de hypothesen van de voorberekeningsmethodes is de uitstroming echter niet evenredig met de concentratie.

Aangezien de uitstroming toeneemt met de concentratie en ongeveer 80 % afkomstig is van de aangrenzende lagen, zou men kunnen beweren dat tussen twee plaatsen de concentraties van de verschillende lagen in dezelfde zin veranderen, maar dit moet nog bewezen worden.

TABEL VII. — *Verhouding tussen de dikte x in het dak en de concentratie C*

Werkplaats		Vermogen	Concentratie	x
Nr.	Naam	m	C	m
			m <sup>3</sup> /t	
9	S5.49	1,00	6,02	77
15	G9.55	1,10	5,38	80
17	S7.55	1,00	5,71	111
18	D2.5B	1,30	8,77	30
19	L4.5B	1,41	13,20	71

1.2.1.4. *Vorberekeningsmethode « a posteriori »*

Wij herinneren eraan (zie jaarverslag NIEB 1976) dat wij voor 6 pijlers van Waterschei een verhouding

TABEL VIII. — *Mijn gasuitstromingen*

Werkplaats	Zone	Afzuiging	Uitstroming afzet
<i>Beringen</i> 62 N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> 71 N <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	V V	— —	41,3 44,6 / 54,8 (1)
<i>Eisden</i> O4.36	V	C	37,7 (2)
<i>Waterschei</i> E8.36 B0.39 E9.40 B9.49 R8.49 S9.50 F5.55 G9.55 S3.55 S7.55 D2.5B L4.5B K1.59 L1.59 F2.61 K9.70	Dm <sub>1</sub> (47) V Dt2(11,62) Dm <sub>1</sub> (108)/V V Dt1(40) m2 (68,97) V.(EL)p V Dt1/Dt1m1 ≈ V (6) V V daarna Dt1(36)/V Dt1(38), V/Dt1, V, Dt1 Dt1(35) V (9) V	— — — —/C —/C — C C C C C C soms C — —	2,3 3,8 4,3 16,9 / 19,2 (3) 62 / 82,4 (4) 14,9 2,8 (5) 37,6 40,9 69,8 25,5 51,4 / 43,6 (7) 43,8 / 58,8 / 116,2 / 35,7 (8) 21,1 34,9 21,2
<i>Zolder</i> 43/61 70/71 <sub>A</sub>	Dt1(28) Dt1(42)	C —	20,7 7,8

Symbolen : zie tabel V.

- (1) Pijler begonnen in maart. Afzuiging sedert half juni. Uitstroming van de 1ste periode, daarna van de afzuigingsperiode.
- (2) Uitstroming van de afzuigingsperiode (sedert 10/76).  
Gemiddelde afzuigingsgraad : 24,7 %.  
Gemiddelde uitstroming van 1/76 tot 9/76 (zonder afzuiging) : 19,4 m<sup>3</sup>/t.
- (3) Afzuiging sinds mei (19,2 m<sup>3</sup>/t). Afzuigingsgraad : 46,7 %.
- (4) Begonnen in maart. Afzuiging sedert juli (afzuigingsperiode : 82,4 m<sup>3</sup>/t). Afzuigingsgraad : 36,2 %.
- (5) Die pijler bevindt zich in een zone ontgast door een belangrijke verschuiving ten Oosten.
- (6) Onontgonnen als men geen rekening houdt met de weinig waarschijnlijke invloed van de vorige ontginning in laag 50 op 68 m in het dak.
- (7) Uitstroming in onontgonnen zone / Uitstroming in onontgonnen en ontlaste zones. Afzuigingsgraad : 19,4 en 28,1 %.
- (8) Afzuiging gedurende de periode in onontgonnen zone (116,2 m<sup>3</sup>/t).
- (9) Men veronderstelt dat de ontginning van laag 55, op 87 m in het dak, geen invloed heeft.

hadden opgesteld tussen  $x$  (dikte van de dakgesteenten die, uitgaande van de gemeten concentraties, bijdragen om de reële uitstroming te verkrijgen) en  $Prév$  (voorberekening voor een gemiddelde dikte in het dak (1 m) van de 6 gekozen pijlers). Die verhouding werd uitgedrukt door :

$$x = 0,868 Prév + 23,13 \quad (4)$$

en was geldig voor een groot aantal  $x$  (13 tot 125 m).

De 6 pijlers waren zorgvuldig gekozen :

- 5 werden ontgonnen in onontgonnen zones ;
- hun uitstroming ging van 5,7 tot 83,9 m<sup>3</sup>/t ;
- in de helft van die pijlers werd afzuiging toegepast zoals dit het geval was op de afdeling (13 pijlers op 25 tussen 1975 en 1977).

De latere pijleruitstromingen stemmen nochtans dikwijls overeen met dikten  $x$  die tamelijk of sterk verschillen van die welke de verhouding (4) geeft, of iedere andere verhouding opgesteld uitgaande van andere pijlergroepen.

#### 1.2.1.5. Verhouding tussen de dikte van de gesteenten en de concentratie

Onder de 18 pijlers van de afdeling Waterschei waarvan de concentraties bekend zijn, hebben wij de 5 van tabel VII gekozen, in onontgonnen zones, zonder afzuiging en waarbij  $x$  niet gelijk is aan nul.

Tussen de dikte in het dak  $x$  en de concentratie  $C$  bereikten wij :

$$x = 3,58 C + 101,82 \quad (5)$$

$x$  verschilt logischerwijze volgens de concentratie maar minder dan die (als  $C$  verdubbelt, vermindert  $x$  met ongeveer 30 %) ;  $x$  is dus niet evenredig met  $C$  zoals de voorberekeningsmethode veronderstelt. De besluiten zijn dezelfde als die betreffende de uitstroming (zie § 1.2.1.3.).

#### 1.2.1.6. Mijngasuitstroming in de werkplaatsen

Tabel VIII geeft de tijdens het jaar opgetekende balansen. Men is bezig met de studie van de uitstromingsparameters die werd gefinancierd door de C.E.G. voor de onderzoeksperiode 1975-77.

Wij signaleren het vervolg van de studie van de verhouding  $i = Mch/Mjt$  ( $Mch$  en  $Mjt$  is het maandgemiddelde van de dagelijkse uitstroming respectievelijk per rustdag en per werkdag) in functie van de ontkoolde oppervlakte per dag :  $s$ .

De studie heeft betrekking op de 13 pijlers van tabel IX.

Wij stellen vast dat :

- 1° Het verschijnsel  $i \geq 1$  niet eigen is aan Waterschei, aangezien één van de nieuwe pijlers zich in Beringen bevindt ; hij heeft trouwens de grootste  $i$  (1,13) en de hoogste A-verhouding (37,5 %).
- 2° De verhouding  $i = f(s)$  is onlogisch (stijgend) voor 3 van de 13 pijlers :
  - de K1.59 (waar zij vroeger logisch was)
  - de S5.49
  - de D2.5B.

Deze pijlers hebben niet noodzakelijk  $i \geq 1$ .

TABEL IX. — Verhouding  $i = f(s)$

Werkplaats	Afzuiging (C) (+ graad)	$i = f(s)$ (2)	A ( $i$ maximum) (1)
<i>Waterschei</i>			
B9.49	—	\	5/21 = 23,8 % (1,13)
S5.49	—	/	1/7 = 14,3 % (1,01)
S9.50	—	\	4/30 = 13,3 % (1,08)
G9.55	—/C(4-12 %)	\	0/21
S7.55	—(C : 2-10 %)	\	3/45 = 6,7 % (1,09)
S2.5B	—(C : 5-8 %)	\	0/7
K1.59	—	/	1/14 = 7,1 % (1,05)
B9.55	C	\	2/20 = 10 % (1,0)
D2.5B	C(12-19 %)	/	0/14
L4.5B	C	\	0/22
L3.61	C	\	0/6
<i>Beringen</i>			
62 N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	—	\	6/16 = 37,5 % (1,13)
<i>Eisden</i>			
O4.36	C	\	0/13

(1) A = aantal weken waarin  $i \geq 1$  / totaal aantal weken.

(2) De verhouding is logisch wanneer zij daalt (\).

### 1.2.1.7. *Mijngasafzuiging in een gesloten mijn*

In de steenkolenmijn van het Centrum heeft de totale afgezogen hoeveelheid 73 miljoen m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> overschreden (bij 0°, 760 mm Hg, 8.500 kcal), met een maandelijks debiet tussen 450.000 en 650.000 m<sup>3</sup>.

Sedert 1975 is de absolute druk van het reservoir en de toegepaste onderdruk nauwelijks veranderd (respectievelijk van 330 tot 360 en van 430 tot 470 mm Hg).

Het afgezogen mijngas behoudt een zeer stabiele samenstelling :

CH<sub>4</sub> : 94 %  
CO<sub>2</sub> : 6 %  
O<sub>2</sub> : 0 %.

Uitgestrekte ontginningen in een zeer mijngashoudende afzetting kunnen dus aanzienlijke hoeveelheden

zuiver mijngas vrijmaken 7 jaar en half na het afsluiten van de schachten, eenvoudig door een tamelijk constante onderdruk toe te passen, maar dan op een bijzonder dicht reservoir.

### 1.2.2. *Toepassing van de « process control » op de ventilatie (1)*

Het NIEB neemt deel aan die studie voor wat betreft de mijngasuitstromingen en de voorberekeningsmethodes (zie § 1.2.1.4.).

De studie van het NIEB werd einde dit jaar beëindigd. Het uiteindelijk verslag wordt opgesteld. Die studie maakte het mogelijk de meetapparaten GTM en ATM evenals de tricapteur om te passen aan het tele-transmissiesysteem TF24 en om kennis te verdiepen inzake uitstromingscondities en -vooruitzichten.

## 1.3. RADIOVERBINDINGEN EN -BEDIENING

### 1.3.1. *Mijnen*

#### 1.3.1.1. *Coaxiale kabels met stralingsstompen*

De experimentele studie van de straling veroorzaakt door het reeksgewijze inbrengen van stukken kabels met lekken in een coaxiale kabel met een volle buitengeleider, werd voortgezet in de proeftunnel van Ternaaien. Die studie maakt het mogelijk van nu af de capaciteiten van dit systeem te bepalen. Zij bestond uit vergelijkende metingen, in de tunnel, van de stralingsniveaus van de verschillende kabeltypes en uit metingen, in het laboratorium, van hun overdrachtsinductantie.

De diagrammen van fig. 7 (a, b, c) tonen de veldniveaus die bereikt werden bij 100 MHz in de nabijheid van een stralingsstomp met kabel R × 4 — 1 (gemeten overdrachtsinductantie : 2,6 nH), van een stralingsstomp met kabel R × 4 — 2A (gemeten overdrachtsinductantie : 5,6 nH) en een stralingsstomp met kabel R × 4 — 3A (gemeten overdrachtsinductantie : 18,4 nH). Men ziet op die diagrammen het gericht karakter van de stralingsstompen.

Die metingen, aangevuld met metingen van het inbrengingsverlies veroorzaakt door de stralingsstompen, maken het mogelijk de optimale structuur van de stralingsstomp te bepalen en tonen de optimale gebruiksvoorwaarden aan van dit systeem, evenals de voordelen die het heeft met betrekking tot de coaxiale kabel met « lekken ».

Wij hebben eveneens de respectievelijke invloed bestudeerd van de positie, ten opzichte van de galerijwand, van de stralingsstompen, en van de niet-stralende delen van de coaxiale kabel op het veldniveau in de galerij. Uit die studie blijkt dat het op bepaalde frekwenties volstaat op een behoorlijke afstand van de wand alleen de stralingsstompen te installeren en dat de rest van de lijn tegen de wand mag worden geplaatst, waardoor de installatiekosten daarvan worden verminderd. De tot nu toe bereikte resultaten zijn evenwel nog onvolledig. Met latere studies zou het mogelijk moeten zijn beter de gevallen te bepalen waarin de positie van de niet-stralende delen van de kabel met stralingsstompen de voortplanting van het veld in de galerij niet beïnvloedt.

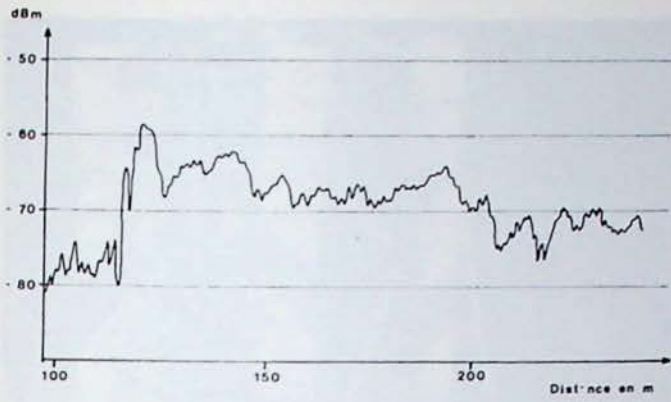
Tenslotte denken wij zeer binnenkort de kenmerken te kunnen bepalen van een kabel met stralingsstompen met hoog prestatievermogen en die rechtstreeks zou worden vervaardigd door een kabelfabriek.

#### 1.3.1.2. *INIEX/Delogne-systeem*

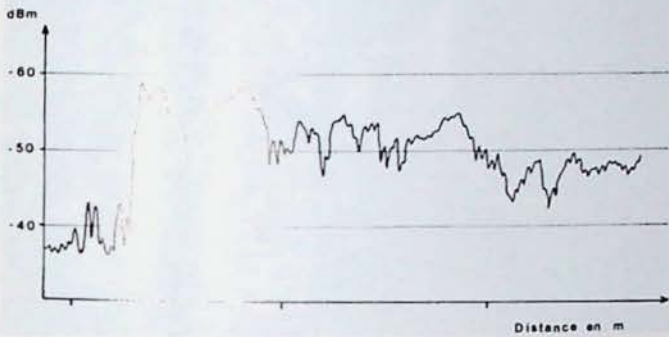
Er werden stappen gedaan in Washington, VSA, en in München, BRD. Men heeft goede reden om aan te nemen dat de octrooien weldra zullen worden verleend in die twee landen.

(1) In samenwerking met het Instituut voor Mijnhygiëne en de Université Catholique de Louvain.

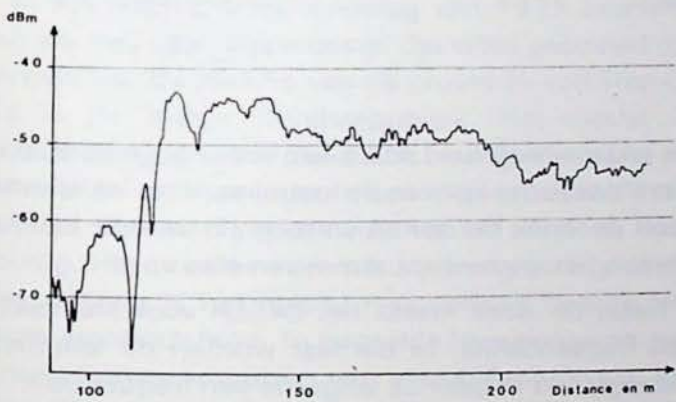




a) kabel R x 4-1



b) kabel R x 4-2A



c) kabel R x 4-3A Distance en m : Afstand in m

Fig. 7 — Veldniveaus in de nabijheid van een stralingsstomp van golfgeleidingslijn.

Bij het verlaten van de generator : + 10 dB  
Frequentie : 100 MHz

De overeenkomst die werd gesloten tussen Andrew Antenna Cy. Ltd en het NIEB, werd verlengd voor een periode van dezelfde duur.

Een telecommunicatienet INIEX/Delogne werd ingesteld in de ondergrondse werken van de Mines de Potasse d'Alsace op de afdeling Théodore. Het wordt gebruikt met X- en Y-foons.

Ten einde het niveau te meten van de sinusvormige HF-signalen die in de coaxiale INIEX/Delogne-systemen circuleren, heeft men een toestel voor veldmeting uitgewerkt. Het toestel is geschikt voor meting van frequenties tussen 1 en 10 MHz. Het heeft een ingangsimpedantie van ongeveer 60 ohm, wat een gemiddelde waarde is tussen de uiterste waarden van 50 en 75 ohm die de courante waarden zijn van de gebruikte transmissielijnen. Voor de veiligheid en om het gebruik van die toestellen te vergemakkelijken, heeft men het zo opgevat dat het volledig passief is. Een aanvraag tot aanneming werd ingediend. Figuur 8 geeft het principeschema van de vereenvoudigde veldmeter INIEX/POE die in het laboratorium bedrijfsklaar werd gemaakt.

### 1.3.1.3. Radiotoestellen voor de mijn

Sedert geruime tijd heeft men de noodzaak aangevoeld om een zender-ontvanger te hebben die aan ons systeem van transmissie per kabel aangepast was. Voor het ogenblik bezit alleen Frankrijk een apparaat dat in de frequentieband van 5 tot 10 MHz werkt.

Studies van Professor Delogne van de UCL hebben aangetoond dat het mogelijk was om de verrichtingen van dit apparaat aanzienlijk te verbeteren.

Het is daarom dat het nieuwe onderzoeksprogramma van de EGKS vooral gebaseerd is op de bouw van een zender-ontvanger die analoge en digitale informatie kan overbrengen. Dit systeem dat zeer soepel werkt, zal niet alleen het woord kunnen overbrengen, maar ook alle bestaande en toekomstige ontvangers kunnen koppelen aan een microprocessor of aan de centrale computer van de zetel. Sommige mobiele toestellen zullen worden voorzien van mogelijkheden tot beantwoording van een selectieve oproep. De schakelingen die decoding en beantwoording van een selectieve oproep mogelijk maken werden ontwikkeld en nauwkeurig ingesteld. Het gaat om een systeem dat decoding mogelijk maakt van een codegroep met 3 tonen die eigen is aan het opgeroepen mobiele toestel. Het omvat een oproepingsgeheugen met verklikker en geluidsein alsook een automatische ontvangstbevestigiger waardoor men zich kan verzekeren van het goed functioneren van de verbinding met dat bepaalde mobiele toestel, vanaf het oproepingstoestel. De bijzondere code van het mobiele toestel wordt bepaald door drie precisieweerstanden. Eenvoudig

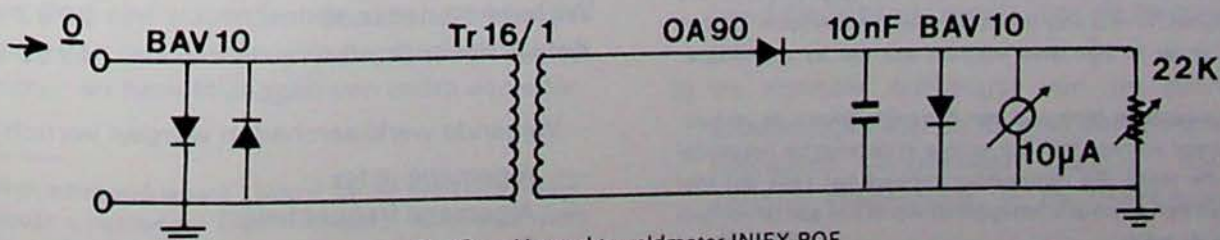


Fig. 8 — Versterkte veldmeter INIEX-POE

door het vervangen van die weerstanden kan het mobiele toestel voor een nieuwe code geprogrammeerd worden. In de decodering, het oproepingsgeheugen en de automatische ontvangstbevestiging, wordt voorzien door één enkele geïntegreerde schakeling.

Men heeft eveneens de schakelingen ingesteld die de overschakeling uitzending-ontvangst mogelijk maken die nodig is voor het terugsturen van de code naar het oproepingstoestel, alsook de handbediende omschakeling uitzending-ontvangst.

Het geheel van de schakelingen van de ontvanger werd uitgewerkt met het oog op zijn integratie in een prototypedoos die werd vervaardigd in de laboratoria van het NIEB. Eén enkel plaatje bevat de schakelingen van de ontvanger en de schakelingen voor selectieve oproep (fig. 9).

Een Belgisch en een Amerikaans bedrijf schijnen belang te stellen in het bouwen en het commercialiseren van de zender-ontvanger voor zover een voldoende grote markt bestaat. Zodra wij zenders-ontvangers hebben, kunnen wij bij het « US Bureau of Mines » om steun vragen bij een demonstratie. Daarbij moet bijzonder veel aandacht besteed worden aan de verenigbaarheid van ons systeem met het MCM-101 systeem dat nu reeds in verscheidene Amerikaanse mijnen bestaat.

#### 1.3.1.4. *Verstaanbaarheid van de boodschappen in de mijn*

Het Laboratorium voor statistische analyse van de oude talen (LASLA) heeft de opnamen die door het NIEB werden gedaan in de Kempense steenkolenmijnen evenals de kursussen Nederlands (« Wij leren Nederlands » en « Kursus Rover-Stutter ») die in Zolder werden uitgewerkt, in geschreven vorm ontvangen. De woorden van die teksten zijn op computerponskaarten gezet met hun referentie (volnummers), het lemma (1) waartoe ze behoren, een grammaticale code (substantief, adjectief, werkwoord, enz.) en eventueel een speciale aanduiding voor de technische of vreemde woorden. Voor elk van

(1) *Vorm* : het woord zoals het in de tekst voorkomt. Bijv. : de zin « Ik spreek Nederlands en u spreekt Frans » bevat 7 vormen.

*Lemma* : het titelwoord in het woordenboek. In ons voorbeeld behoren de 7 vormen tot 6 lemmata : « ik », « spreken », « Nederlands », « en », « u », « Frans ».

*Vormen van een lemma* : de vormen die, in een gegeven tekst, tot dat lemma behoren. In ons voorbeeld is er slechts één vorm van het lemma « ik », maar er zijn twee vormen van het lemma « spreken ».

*De frequentie van een lemma in een bepaalde tekst* : de verhouding van het aantal vormen van dat lemma in de tekst tot het aantal woorden van die tekst. Bij uitbreiding gebeurt het vaak dat met « frequentie van een lemma » aangeduid wordt het aantal vormen dat het heeft in de tekst.

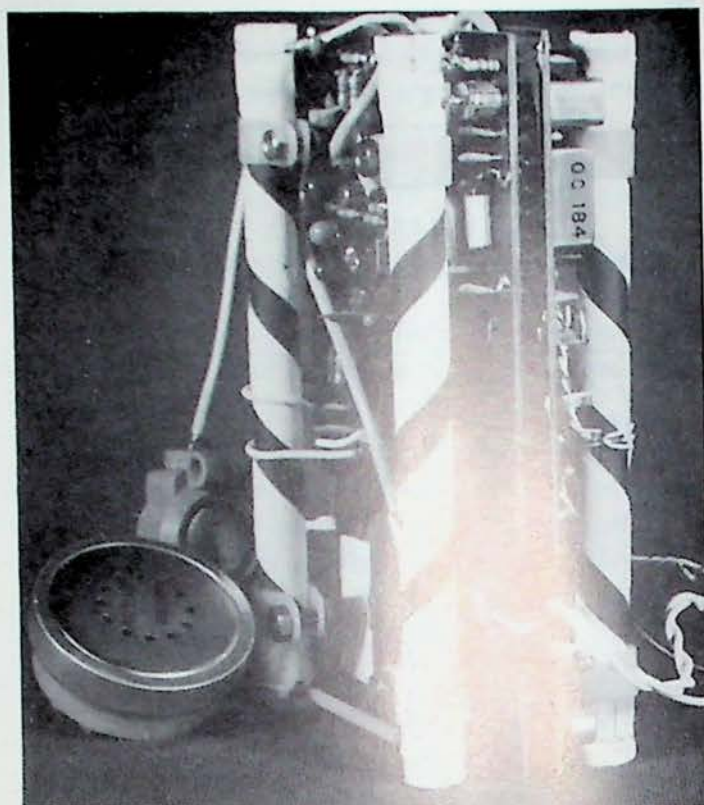


Fig. 9 — Prototype draagbare zender-ontvanger 7 MHz voor de mijn

die teksten heeft het LASLA een index opgesteld, d.i. een alfabetische lijst van de lemmata. Voor elk lemma geeft de index het aantal vormen (1) van dit lemma evenals het referentienummer van elke vorm.

Naast de index maakt het LASLA voor elke tekst een frequentielijst. In die lijst worden de lemmata gerangschikt in dalende volgorde van frequentie.

Hierna volgt een lijst van de opgenomen teksten. Het totaal van de behandelde vormen bedraagt ongeveer 30.000 woorden.

#### *Lijst van de teksten opgenomen door het NIEB en doorgezonden naar het LASLA*

Beringen	02.08.77	10 blz.	3955 woorden
Beringen	20.08.77	5 blz.	1947 woorden
Eisden	10.10.77	3 blz.	821 woorden
Waterschei	14.09.77	7 blz.	2932 woorden
Waterschei	04.10.77	5 blz.	1932 woorden
Winterslag	03.08.77	13 blz.	5777 woorden
Zolder	17.05.77	17 blz.	4996 woorden
Wij leren Nederlands			2283 woorden
Kursus Rover-Stutter			1258 woorden

Volgende werkzaamheden werden verricht :

- Algemene index
- Algemene frequentielijst
- Frequentielijst volgens grammaticale indeling

- Lijst van de 50 meest voorkomende woorden (lemmata)
- Lijst van de 50 meest voorkomende betekenisdragende woorden (2) (lemmata)
- Studie van de aangroei van de woordenschat (aantal lemmata) volgens het aantal behandelde woorden (vormen)
- Vergelijking van de woordenschat voorkomend in de cursussen Nederlands uitgewerkt te Zolder met de behandelde monsters
- Verwezenlijking van een programma met als doel de automatische opsporing van de dubbelzinnigheden op mondeling niveau.

Om die werken uit te voeren maakt het LASLA gebruik van zeer verschillende en tamelijk ingewikkelde technieken die belicht werden op de werkvergadering van 24 november 1977, waaraan vertegenwoordigers van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen deelnamen.

#### 1.3.1.5. *Afstandscontrole- en noodstopstelsel*

In het NIEB-activiteitsverslag van 1975 beschreven wij een veiligheidstoestel dat werd gebouwd op verzoek van de directie van de proefmijn van Tremonia in de Duitse Bondsrepubliek. Het toestel is bestemd voor de controle van de bewegingen van een schachtton en haar looper in een in constructie zijnde schacht. Het werkingsprincipe van dit toestel is eenvoudig. Het stroomverbruik is bijgevolg gering. Jammer genoeg is het toestel niet volledig beschermd tegen stoorimpulsen. In bepaalde lawaaierige omgevingen komen impulsen van verschillend niveau en verschillende breedte zich na de detectie tussen de door de zender uitgezonden impulsen voegen. Het is bijgevolg mogelijk dat het logische systeem zich geen rekenschap geeft van de afwezigheid van de normale impulsen of, in ieder geval, teveel tijd nodig heeft om te reageren.

Men heeft een nieuw toestel gebouwd. Er werd zeer bijzondere aandacht besteed aan het ongevoelig maken van dit toestel voor storingen. Het nieuwe toestel wordt getoond op figuur 10.

De twee gebouwde toestellen werden gemaakt voor een welbepaalde toepassing : de scheiding belletten tussen de schachtton en de looper in een in constructie zijnde schacht. Er kunnen echter talrijke andere toepassingen uitgedacht worden. Men kan immers zeer goed de contacten van de schakelaar vervangen door een warmtesonde of een druksonde. Het systeem kan dus dienen voor het toezichhouden op een motor en hem stilleggen van zodra een voor-

(2) Betekenisdragend woord : woord dat de betekenis draagt, staat tegenover « hulpwoord » (b.v. lidwoord, voegwoord, enz.) dat de zin opbouwt.

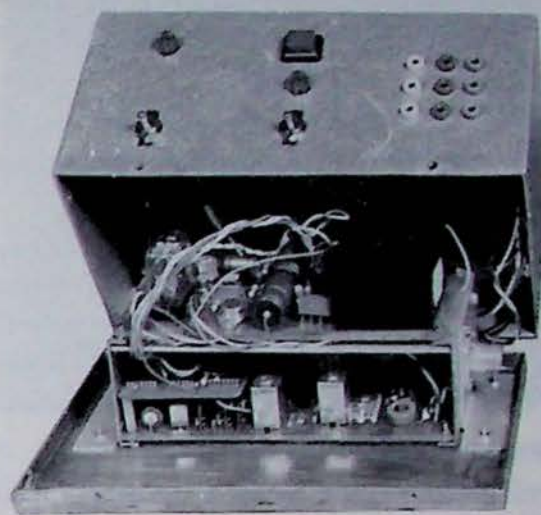


Fig. 10 — Veiligheidstoestel voor schachtkooien

afbepaalde temperatuur wordt bereikt. Het kan dienen voor het toezichhouden op de druk in een leiding en een klep sluiten van zodra de druk een prohibitief geachte waarde bereikt.

Dankzij het gebruik van een multifunctionele geïntegreerde schakeling kan het door ons gebouwde toestel toezicht houden op 22 functies.

#### 1.3.2. *Verkeerstunnels*

Het Ministerie van Openbare Werken heeft het NIEB belast met een onderneming die tot doel heeft een systeem uit te werken dat bestemd is voor het handhaven van de continuïteit van de radioverbindingen tussen buitenstations en voertuigen die rijden in de tunnels onder de Louizalaan in Brussel. De opgevatte verwezenlijking wordt gezien als experimenteel prototype en ligt in het verlengde van de door het NIEB gevoerde technische studies.

De onderneming omvat het leveren, het monteren, het regelen en de inbedrijfstelling in perfecte staat van werking, in de tunnels onder de Louizalaan in Brussel, van een systeem dat het volgende moet mogelijk maken :

- a) de normale ontvangst van de openbare radio-uitzendingen in de motorvoertuigen en dit op de lange golven en de middengolven evenals in de band die gebruikt wordt voor de frequentiemodulatie ;
- b) de normale ontvangst van de private radio-uitzendingen van de diverse veiligheidsdiensten : rijkswacht, brandweer, politie, dienst 900, Touring Wegehulp, in de voertuigen van die diensten ;

- c) de heruitzending vanuit de tunnels naar buiten van de uitzendingen vanuit de dienstvoertuigen bedoeld in b).

De onderneming omvat eveneens alle studies, metingen en voorbereidende proeven die nodig zijn voor een goede uitvoering ervan.

Dat gedeelte maakt het voorwerp uit van een verslag dat voldoende gedetailleerd is om de Administratie te laten beschikken over de elementen die nodig zijn voor het opstellen van de latere bestekken voor gelijkaardige ondernemingen.

Die elementen omvatten hoofdzakelijk :

- de minimumniveaus die moeten worden geëerbiedigd voor de elektrische velden in de tunnels ;
- de aanbevolen intermodulatie diepte met het oog op een optimaal technisch-economisch compromis ;
- de berekening van de versterkingsgrootte van de vereiste versterkers ;
- richtlijnen voor het plaatsen van de kabels die gebruikt worden als golfgeleider ;
- de type-kenmerken van de speciale elektrische uitrusting die nodig is voor de onderneming.

De gevraagde frequentiebereiken zijn :

- a) voor het ontvangen van de openbare uitzendingen :
- het lange golf-bereik : 150 tot 400 kHz ;
  - het middengolfbereik : 550 tot 1.600 kHz ;
  - het bereik dat gebruikt wordt voor de frequentiemodulatie : 88 tot 108 MHz.
- b) voor het ontvangen en het uitzenden van de private uitzendingen :
- van de Brusselse politie op de frequenties 152,8 - 152,9 - 153,05 - 153,25 MHz ;
  - van de brandweer of de dienst 900 ; 166,33 MHz ;
  - van de rijkswacht : 168 MHz ;
  - van Touring Wegenhulp : 70 MHz.

Het systeem doet een beroep op de radio, zowel om te voorzien in de ontvangst van de radio-uitzendingen in de tunnel als in de heruitzending vanuit de tunnel naar buiten.

De radiogolven worden opgevangen door een daartoe bestemde antenne die gemonteerd wordt op een mast op een tiental meter afstand van de ingang van de bedieningscabine van de tunnels van de Louizalaan.

De opgevangen golven worden overgezonden naar een kabelnet in de tunnels voor het heruitzenden van de radiogolven.

De mast is een tiental meter hoog. De antenne wordt speciaal berekend voor de beschouwde frequenties en wordt met een kabel verbonden aan de vereiste elektrische uitrusting die in de be-

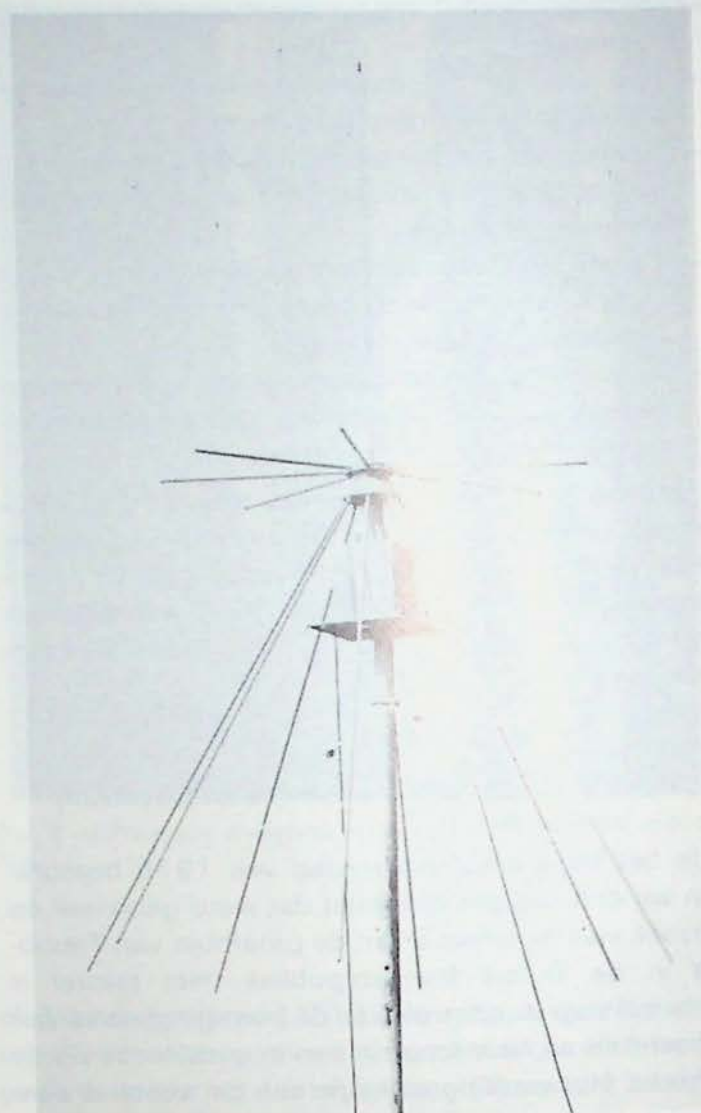


Fig. 11 — Uitzend- en ontvangstantenne voor de tunnel van de Louizalaan

dieningscabine is geplaatst. De vereiste toestellen voor voorversterking en filtrering zijn voorzien (fig. 11).

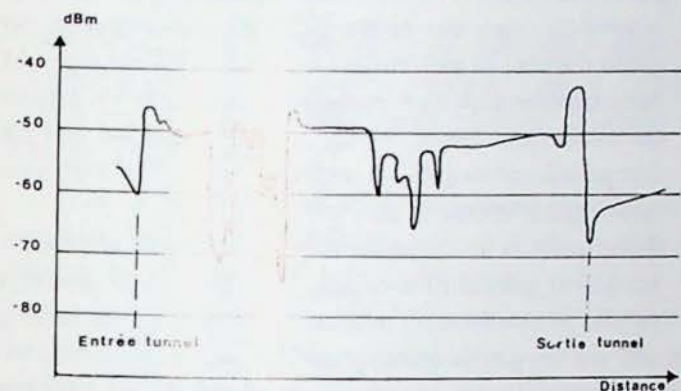
In de loop van juni werd over de ganse lengte van de tunnels een coaxiale kabel met stralingsinrichting opgehangen.

De tunnels onder het Louizaplein omvatten :

- a) de Louizatunnel I met 2 × 2 rijstroken in de richting Tallepoort-Naamse poort ; de overdekte lengte bedraagt 316 m ;
- b) 1 × 2 rijstroken in de verbindingslus tussen Louiza I en Louiza II ; de overdekte lengte van die lus bedraagt 183 m ;
- c) de Louizatunnel II met 2 × 2 rijstroken van de Louizalaan naar het Poelaertplein ; de overdekte lengte van die tunnel bedraagt 395 m ; 2 × 2 rijstroken van de aftakking naar het Poelaertplein ; de twee aftakkingen hebben een totale lengte van 70 m ;
- d) 1 × 2 rijstroken in de verbindingstunnel van Louiza II naar Louiza I.



a) Middengolfstation



b) Lange golf-station

Distance : Afstand  
 Entrée tunnel : Ingang tunnel  
 Sortie tunnel : Uitgang tunnel

Fig 12 — Vereenvoudigd diagram van de veldverandering in de verkeerstunnels van de Louizalaan

Aan het einde van het jaar was het mogelijk in alle tunnels volgende zenders te ontvangen : RTB 1, BRT

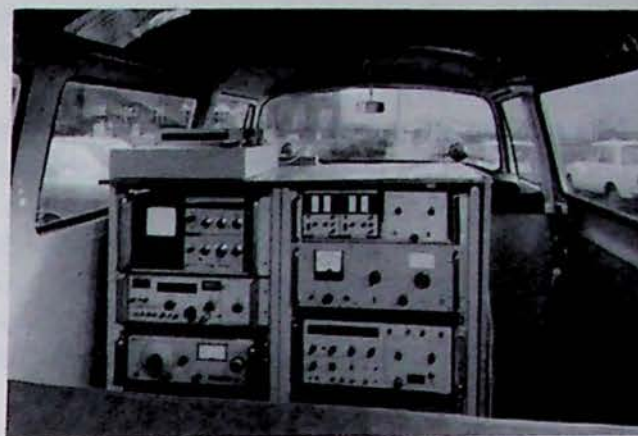


Fig 13 — Beeld van de controle- en meettoestellen in het mobiele laboratorium

1, France Inter, RTL. Ter inlichting wordt in figuur 12a het vereenvoudigde diagram gegeven van de veldverandering voor een station met middellange golven en in figuur 12b de veldverandering voor een station met lange golven. Om die metingen uit te voeren is men door de tunnel gereden met een bestelwagen die speciaal uitgerust is met de passende toestellen (fig. 13).

Voor de wederzijdse uitzendingen-ontvangsten van de veiligheidsdiensten werden speciale Simplex-relais berekend, getekend en gebouwd door de Université Catholique de Louvain-la-Neuve voor rekening van het NIEB en het prototype bevindt zich momenteel bij de bouwer die belast is met het klaarmaken van de exemplaren die voor die onderneming nodig zijn.

## 1.4. ONDERGRONDSE VERGASSING

### 1.4.1. Internationale samenwerking

De overeenkomst die werd gesloten tussen de Belgische regering en die van de Duitse Bondsrepubliek met het oog op het bestuderen van de ondergrondse vergassing onder veranderlijke hoge druk werd einde 1977 door het Belgisch Parlement geratificeerd. Nochtans werden vanaf het begin van het jaar het Bestuurscomité belast met het beheer van de overeenkomst en het Technisch Comité voor coördinatie van de onderzoeken ingesteld en werden talrijke vergaderingen voor informatie-uitwisseling gehouden.

Tijdens zijn vergadering van december 1977 heeft het Bestuurscomité besloten de voorbereiding van een eerste proefneming « in situ » aan te vatten en er

werd een Belgisch-Duitse werkgroep opgericht voor het klaarmaken van een dossier bestemd voor het preciseren van de doelstellingen, het programma en de budgettaire en technische middelen die moeten worden ingeschakeld.

### 1.4.2. Ontwikkeling van de voorafgaande studies

#### Linkingproefnemingen

Die proefnemingen vinden plaats in twee Kempense steenkoolmijnen (Helchteren-Zolder en Beringen) en in twee steenkoolmijnen van het zuiderbekken (Monceau-Fontaine en Roton-Farciennes). In al

die gevallen wordt getracht de verbinding tot stand te brengen, in een onontgonnen laag, tussen twee boringen op 80 m afstand.

De opening van de lagen schommelt van 0,80 m tot 1,20 m en hun diepte van 715 m (Helchteren-Zolder) tot 1.250 m (Monceau-Fontaine).

De lagen van het noorderbekken bestaan uit vette steenkool (28 à 30 % vluchtige best.) en de lagen van het zuiderbekken uit magere en antracietachtige steenkool (7,5 % vluchtige bestanddelen voor Roton-Farciennes en 9,7 % voor Monceau-Fontaine).

Drie proefnemingen worden uitgevoerd door injectie van water en één enkele door injectie van lucht.

De luchtinjectiedruk ligt tussen 120 en 150 bar ; de waterinjectiedruk ligt tussen een minimum van 80 bar en een maximum van 380 bar.

Uit het geheel van de tot nu toe bereikte resultaten kan een bepaald aantal besluiten getrokken worden :

- 1°) De natuurlijke doordringbaarheid van de lagen gelegen op grote diepte is meestal gering of zeer gering ; drie van de geteste lagen hebben een natuurlijke doordringbaarheid van 0,1 tot 1 millidarcy en de vierde van 0,01 millidarcy.
- 2°) De aanwending van injectiedrukken die de lithostatische druk benaderen verhoogt op zeer aanzienlijke wijze de doordringbaarheid in de nabijheid van het injectiegat ; hieruit volgt dat de schijnbare doordringbaarheid van de laag met een factor 10 en soms met nog meer kan worden vermenigvuldigd. Dit maakt relatief hoge injectiedebieten mogelijk (16 m<sup>3</sup> water per 24 u. in Helchteren-Zolder en 7,5 m<sup>3</sup> per 24 u. in Monceau-Fontaine).
- 3°) Het debiet dat bij de afvoerboring wordt opgevangen is gewoonlijk klein in vergelijking met het geïnjecteerde debiet (van 1 tot 20 %), aangezien de doordringbaarheid rondom het afvoergat op het niveau blijft van de natuurlijke doordringbaarheid van de laag. Van nu af is het duidelijk dat, om het doorgaan van een groot debiet te bereiken, speciale methodes zullen moeten worden toegepast voor het verwijderen van het afvoergat of voor het verhogen van de doordringbaarheid in de omringende zone. Hiertoe zou men een beroep kunnen doen op een hydraulische fracking met injectie van zand of op een verwijding van de boring door verbranding van een bepaalde hoeveelheid steenkool.

#### *Proefnemingen van vergassing onder hoge druk*

De proefinstallatie voor vergassing onder hoge druk van het NIEB-station werd regelmatig gebruikt gedurende het ganse jaar (zie hoofdstuk 3 : Proefstation). De eerste reeks vergassingsproefnemingen met lucht bij verschillende debieten en onder verschillende druk, werd tijdens het eerste kwartaal beëin-

digd ; het programma werd voortgezet met een reeks proefnemingen met discontinue uitstroming en variatie van de druk.

Uit de resultaten die tot hiertoe bereikt werden kan men reeds twee belangrijke conclusies trekken :

- 1) In een reactor die gevuld is met een mengsel van stenen en steenkool kunnen de voorverhitte stenen een uitstekende warmteregenerator vormen ; in die omstandigheden produceert een vergassing met lucht in aanwezigheid van een droge lading, een verbrandingsfront waarvan de temperatuur ruim 1.700°C overschrijdt. Voor de ontwikkeling van de ondergrondse vergassing op grote diepte, in een droge en dichte afzetting, lijkt het noodzakelijk een mengsel van lucht en stoom (of eventueel lucht + CO<sub>2</sub>) te gebruiken om de temperatuurhoogte te verlagen en het vergassingsrendement te verhogen.
- 2) Bij hoge druk en hoge temperatuur die in de reactor tot stand gebracht worden, volstaat zeer geringe relatieve snelheden tussen de lucht en de lading om de vergassingsreacties op een voldoende niveau te houden ; in die omstandigheden lijkt het verschil in werkdruk van de ondergrondse gas-generator in staat om een aanzienlijke invloed uit te oefenen op de ontwikkeling van de zones die vergast worden door binnendringing van het reactiefrent in de splijting van het massief en in de zones met puin.

Professor L'Homme, belast met de cursus Fysische Scheikunde aan de Universiteit van Luik, en zijn assistent, de Hr. Pirard, nemen deel aan onze werkzaamheden voor het uitwerken van een mathematisch model dat gebaseerd is op de resultaten van onze proefnemingen en waarmee men de draagwijdte daarvan zou kunnen uitbreiden door de invloed van de verschillende parameters vooraf te bepalen.

#### *Studie van de verbrandingskenmerken van gasmengsels met geringe stookwaarde, in een kamer onder hoge druk*

Sedert een jaar wordt een fundamentele studie uitgevoerd in de laboratoria van de Université Catholique de Louvain, met het oog op het bepalen van de invloed van de druk op de verbrandingssnelheid en op het gebied van de stabiliteit der vlammen.

Uit de tot nog toe bereikte resultaten blijkt dat de verhoging van de druk steeds tot gevolg heeft het gebied van de stabiliteit van de vlam uit te breiden.

De verbrandingssnelheden, in laagsgewijs bedrijf, verminderen als de druk verhoogt, maar die vermindering is betrekkelijk langzaam aangezien de snelheid afhankelijk is van de druk in een verhouding van de vorm  $V = P^n$  waarbij  $n$  een waarde heeft van — 0,2 tot — 0,3. Hieruit volgt dat het massadebiet dat kan worden gebruikt in een brander van welbepaalde afmetingen een beetje minder snel stijgt dan de druk.

Volgend jaar zal begonnen worden met de studie van de turbulente vlammen.

Die studie zal gelijklopend worden uitgevoerd : op een fundamenteel vlak in de laboratoria van de Université Catholique de Louvain en op een meer technisch vlak door de ingebruikneming van een cycloonverbrandingskamer in het proefstation van het NIEB.

#### *Onderzoek van de economische mogelijkheid van een industriële valorisatie van het procédé voor ondergrondse vergassing*

De studie die de werkgroep van de Commissie voor Ondergrondse Vergassing maakte, werd gepubliceerd in het februari-nummer van de Annalen der Mijnen van België.

De resultaten van die studie werden hernomen en ontwikkeld op een conferentie die te Louvain-la-Neuve op 13 maart 1977 gehouden werd, in het kader van een dag over de vergassing van steenkool. De vergelijking van de kostprijzen van arm gas, elektriciteit en rijk gas (Lurgi-type), die zouden worden geproduceerd door ondergrondse vergassing van steenkoollagen die tussen 700 en 1.500 m diepte liggen, toont aan dat de essentiële parameter het aantal m<sup>3</sup> steenkool is dat kan worden vergast bij één en dezelfde boring. Bij 5.000 m<sup>3</sup> per boring zou de ondergrondse vergassing concurreren met de klassieke ondergrondse ontginning ; bij 10.000 m<sup>3</sup> per boring zou de kostprijs zowat gelijk zijn aan de kostprijs van kolen die in dagbouw ontgonnen worden.

In het kader van het R.D.-programma van de diensten van Wetenschappelijke Programmatie, is een technisch-economische studie op middellange en lange termijn van de ondergrondse vergassing aan de gang bij de Faculté Polytechnique de Mons (Eenheidshoofd : Professor G. Labeau ; Gecommitteerd onderzoeker : Ph. Lermusieau). Computerprogramma's werden opgesteld om de kostprijverschillen van gas te berekenen afhankelijk van verscheidene ontginningsparameters.

In een technisch rapport van 20 mei 1977 wijzen de auteurs erop dat « de belangrijkste variabelen nog altijd de volgende zijn :

- de tussenafstand van de boringen,
- het rendement van de centrale,
- de bereikte maximale diepte,
- het recuperatiepercentage van de energie in situ,
- de gecumuleerde laagdikte die men met een zelfde boornet kan ontginnen. »

De studie van de gevoeligheid van de kostprijzen voor de verschillende variabelen doet hen besluiten dat de enige zeer gewaagde investeringen bij proefnemingen met ondergrondse vergassing diegene zijn die willen aantonen dat *het mogelijk is linkings tot stand te brengen tussen boringen met vol-*

*doende tussenruimte en een voldoende recuperatiepercentage te bereiken.*

Als die twee moeilijkheden kunnen worden opgelost, zou het economisch belang van de ondergrondse vergassing zeer omvangrijke investeringen rechtvaardigen die slechts weinig risico's zouden meebrengen op gebieden als :

- de boortechnieken,
- het onderzoek van de mogelijkheid om hetzelfde boornet voor de opeenvolgende vergassing van verschillende lagen te gebruiken,
- de studie van de geologische voorraden en de ontginningsplaatsen,
- de studie van het wassen van het gas en zijn verbranding,
- de studie van de centrale met gecombineerde kringloop en de ingebruikneming van de eerste proefeenheden.

Het economisch aspect van de onderzoeken inzake ondergrondse vergassing werd ook ontwikkeld in een studie die gezamenlijk door de HH. Patigny en Chandelle werd voorgesteld op het derde jaarlijkse symposium over de ondergrondse vergassing van steenkool dat van 6 tot 11 juni door de ERDA en door het Lawrence Livermore Laboratory werd gehouden in California. Die studie, getiteld « Economic Prospects of Underground Gasification at Great Depth and under High Pressure » behandelt vooral de invloed van de diepte en de druk op de voornaamste kostprijs-elementen : boorkosten, energie die wordt verbruikt om de lucht- en de gascirculatie in het ondergrondse circuit te verzekeren en thermisch rendement van de vergassing. De numerieke resultaten van die studie tonen aan dat :

- de stijging van de kostprijs van de boringen met de diepte, gecompenseerd kan worden door een kleine toename van die boringen ;
- de vergassing onder druk, gekoppeld aan het gebruik van een centrale met gecombineerde gas-stoomcyclus, een sterke vermindering mogelijk maakt van de energie die verbruikt wordt om het drukverlies van de ondergrondse kringloop te compenseren ;
- een gevoelige verhoging van de hoeveelheid energie geproduceerd uit iedere vergaste m<sup>3</sup> kan worden verwacht bij hoge druk, wat tot een daling van de kostprijs per hoeveelheidseenheid van energie zou moeten leiden.

#### *Studie van de uitrusting van het eerste proefstation voor ondergrondse vergassing*

Een voorafgaande studie werd uitgevoerd voor het nader bepalen van de algemene kenmerken van het proefstation voor ondergrondse vergassing en voor het ramen van het bedrag van de te voorziene investeringen volgens drie hypothesen :

- 1) Gebruik van de vergassingsgassen in een stoomketel, waarbij de compressoren voor het samenpersen van vergassingslucht worden aangedreven door stoomturbines.
- 2) Verbranding van het gas d.m.v. een gasfakkel, waarbij de compressoren van de vergassingslucht worden aangedreven door een gasturbine waarvan de uitlaatgassen een recuperatieketel voeden.
- 3) Verbranding van de gassen d.m.v. een gasfakkel, waarbij de compressoren van de vergassingslucht worden aangedreven door elektrische motoren en de voor de vergassing vereiste stoom geproduceerd wordt door een afzonderlijke ketel.

De eerste budgettaire ramingen zetten ertoe aan de derde variante te kiezen. De globale investering voor het geheel van de bovengrondse uitrusting zou 150 miljoen BF bedragen.

### 1.4.3. *Verkenningboring op de winplaats van Thulin (Hensies)*

Op grond van de door de Aardkundige Dienst van België uitgevoerde studies, schijnt de winplaats van Thulin een aantal gunstige omstandigheden te verenigen voor het uitvoeren van een proefneming inzake ondergrondse vergassing. Men zou daar inderdaad, op een diepte van 800 tot 900 m, een onontgonnen lagenbundel moeten kunnen aansnijden die behoort tot de afzetting van het « Comble Nord » en die de verlenging vormt van de lagenbundel die ge-

durende 50 jaar werd ontgonnen door de steenkoolmijnen van Hensies-Pommerœul.

Om een betere kennis van die winplaats te krijgen werd eind november een verkenningboring aangevat. De totale duur van dat werk wordt op 6 maanden geraamd.

Men zal eerst en vooral deklagen moeten doorsteken van 400 tot 500 m dikte, die bestaan uit krijt en kolenkalk. Daarna zal men een gestoord steenkolenmassief doorsteken (massief van Boussu) voordat men de afzetting van de « Comble Nord » bereikt die gevormd wordt door meer *regelmatige*, zwak hellende lagen.

Er wordt voorzien de afzetting tot op een diepte van 1.200 tot 1.500 m te exploreren.

Doorheen de volledige dikte van het steenkolenveld zullen steen- en steenkolenmonsters genomen worden d.m.v. continue kernboring. Tegelijkertijd zal worden overgegaan tot een bepaald aantal studies d.m.v. de fysische methodes die werden uitgewerkt door de maatschappij Schlumberger ten einde een zo nauwkeurig mogelijke samenhang te kunnen vaststellen tussen de resultaten die kunnen worden verkregen met die fysische methodes en de resultaten van de studie van de monsters genomen door kernboring.

Door het Ministerie van Economische Zaken werd, voor het uitvoeren van die verkenning, een speciale subsidie van 40 miljoen frank ter beschikking gesteld.

## 1.5. GROEVEN

### 1.5.1. *Studie van de schiettrillingen*

De trillingsmetingen werden voortgezet in zeer verschillende gevallen, onder andere in de grotten van Hampteau, in de nabijheid van een schoorsteen die de invloed van schietwerk zou kunnen ondergaan, en op een autostradewerf in de nabijheid van een ingegraven kanalisatie van O<sub>2</sub> onder 40 bar.

Wij werden geraadpleegd voor het voorbereiden van afschietingen nabij woongelegenheden voor het verlengen van de autostrade Verviers-St. Vith, en voor het meten van de trillingen op de toekomstige vestigingsplaats van een waterzuiveringsstation.

Het NIEB is bezig met het uitwerken van een seismometer met inductie-opnemer die zal werken met herlaadbare accu's en die het maximum zal aangeven van de trillingssnelheid die door een afschie-

ting wordt veroorzaakt. Het gaat dus niet om een studietoestel maar om een zeer nauwkeurig en gevoelig controletestel dat zeer gemakkelijk hanteerbaar is, dat de criteriumwaarde geeft van de beschadiging en dat geen enkele tussenkomst vergt onmiddellijk vóór of na een schot.

### 1.5.2. *Valorisatie van produkten en minderwaardige produkten van groeven*

Per 1 september is men begonnen met een onderzoek inzake de valorisatie van de residus bij de ontzwaveling van gassen door middel van kalk. Er werd een overeenkomst afgesloten tussen het NIEB en de U.C.C.D. die een subsidie heeft gekregen van het IWONL. De studie zal gespreid zijn over twee jaar.



Conform de overeenkomst hebben wij 13 monsters van sulfietresidus genomen (inzake pH en vochtigheid) van ongeveer honderd kg die afkomstig zijn van een installatie voor de ontzwaveling van blende-roostgas. Proeven inzake de filtreerbaarheid van die residus werden uitgevoerd op centrifuges, op een persfilter en op een filter in het luchtledige met verwarming van de filterkoek. Bovendien zijn de analyses begonnen van de pollutanten in het water dat in

contact werd gebracht met die residus (water dat erover loopt en doorzijingswater).

Onafhankelijk van dat onderzoek hebben onze diensten eveneens diverse bijzondere proefnemingen uitgevoerd op verzoek van groeve-uitbaters : granulometrische analyse met het zeef en met de bezinkingsbalans, filtreerbaarheidsproeven, metingen van neutraliserende waarden van kalksteenprodukten, of bijzondere bibliografische opzoekingen.

## 1.6. DIENSTEN VAN HET INTERNATIONAAL ENERGIE-AGENTSCHAP WERKGROEP « STEENKOOL »

De eerste vergadering van de werkgroep « Steenkool » werd gehouden in februari 1975. Zij werd al vlug gevolgd door het ondertekenen van enkele internationale overeenkomsten. België heeft zich aangesloten bij de drie hierna volgende diensten :

1. Technical Information Service
2. World Coal Resources and Reserves Data Bank Service
3. Mining Technology Clearing House Service.

De Technical Information Service heeft tot doel de lidstaten op de hoogte te brengen van de ontwikkelingen van de steenkooltechnologie in de wereld en informatie-uitwisselingen te vergemakkelijken tussen de deelnemende landen. De voornaamste basis van de dienst is een documentair fonds dat te Londen in een geheugen werd opgeslagen. In een eerste fase zal het Agentschap het verspreiden van informatie organiseren in tijdschriften die samenvattingen van artikelen bevatten. Wanneer het bureau definitief zal gevestigd zijn, zal het mogelijk zijn er rechtstreeks vragen aan te stellen per telefoon of onrechtstreeks d.m.v. de Europese netten voor informatie-overdracht.

Het NIEB neemt deel aan het oprichten van het documentair fonds van het IEA en men hoopt dat achteraf dit fonds zelf zal kunnen worden gebruikt als documentatiecentrum voor de Belgische steenkolen-nijverheid.

Sedert enkele maanden bestudeert de World Coal Resources and Reserves Data Bank Service de steenkoolvoorraden en -reserves van het Kempens steenkoolbekken. Tijdens een van de eerste vergaderingen van het Bestuurscomité van die dienst, werd besloten dat de Belgische situatie zou worden beschouwd als

type-geval van studie van de voorraden en reserves van een steenkoolbekken. Tijdens de maand maart en april 1977 heeft men een algemene studie uitgevoerd van de geologie van het Kempens steenkoolbekken. Die studie werd gevoerd door de Hr. Foster, Dienstchef, zijn adjunct de Hr. Todd, en de Hr. Van Doorne die hiervoor meer in het bijzonder werd aangesteld. Langs het NIEB om werden contacten gelegd met het Hoofd van de Aardkundige Dienst van België, de HH. Tricot en Close, geologen van het Bureau voor Geologie van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, en verschillende personaliteiten die goed bekend zijn met de steenkolenafzetting van de Kempen. Door het Agentschap werd een tussentijds verslag opgesteld en onderworpen aan de kritiek van de Belgische experts. Als gevolg van de gemaakte opmerkingen werd een tweede studiefase aangevat en de Hr. Van Doorne heeft opnieuw in België verbleven om zijn kennis van de steenkolenafzetting van Noord-België aan te vullen en te verbeteren.

Het Mining Technology Clearing House heeft drie hoofd-doelstellingen :

- Het opstellen van een register van de thema's van de onderzoeken en ontwikkelingen die aan de gang zijn.
- Diepgaande studies op specifieke technische gebieden.
- Een samenwerking tussen lidstaten in de sectoren onderzoeken en ontwikkelingen die interessant zijn voor verscheidene partners.

Er werden reeds verscheidene registers gepubliceerd.

...

Het feit dat België behoort tot de drie diensten die hierboven vlug beschreven werden, biedt ons de mogelijkheid van contact met vertegenwoordigers van talrijke landen, waaronder de Verenigde Staten, Canada, Japan, Nieuw-Zeeland en andere landen die geen deel uitmaken van de Europese Economische Gemeenschap.

De doelstellingen van het Internationaal Energie-Agentschap verschillen evenwel van die van de EG-Kommissie en meer bepaald van de EGKS. De Brusselse en Luxemburgse EGKS-directies zetten hun aktie voort tot steun aan het onderzoeksprogramma van het NIEB op mijnbouwkundig gebied en wij stellen er prijs op hun hier nogmaals onze dank te betuigen.

---

## 2. *Laboratorium voor analyse en industrieel onderzoek*

---

### 2.1. *EXTRACTIEVE NIJVERHEDEN*

#### 2.1.1. *Steenkool en cokes*

##### 2.1.1.1. *Steenkool*

Alhoewel wij betreuren dat het analyseren van de ingevoerde cokeskolen, dat werd uitgevoerd voor het bepalen van hun waarde in vergelijking met de steenkool van het Kempens bekken, in 1977 volledig werd stopgezet, stellen wij evenwel een aanzienlijke aangroei vast van de analyses van steenkool bestemd voor diverse industriële toepassingen en voornamelijk voor elektrische centrales en cementfabrieken. Die aangroei valt samen met het gedeeltelijk opnieuw aanwenden van steenkool in de uitbating van centrales. Aldus werden meer dan 150 steenkoolmonsters geanalyseerd (onmiddellijke en elementaire analyses, smeltbaarheid en aard van de as, zwavelgehalte, enz.).

Bovendien hebben wij de petrografische analyse van steenkool die gebruikt wordt door een Belgische cokesfabriek regelmatig voortgezet en hebben wij, voor hun vormingsstage, twee onderzoekers van het Centrum voor metallurgische navorsingen ontvangen die dat soort analyse wensten te gebruiken.

In april hebben wij de 30ste jaarlijkse vergadering van het Internationaal Comité voor Steenkool-petrografie ingericht, waaraan een vijftigtal specialisten uit 15 landen deelnamen. Wij hebben in het bijzonder het secretariaat waargenomen van de Commissie voor Industriële Toepassingen van dat Comité, die o.a. de voorspellingsmethodes voor de kwaliteit van de gietcokes op basis van petrografische gegevens bestudeert evenals de voorstellen van ISO-normen die op dat gebied betrekking hebben.

##### 2.1.1.2. *Cokes*

Op verzoek van een Belgische cokesfabriek hebben wij de reactiviteit bepaald van 8 soorten gietcokes met de methode van meting op 1.000°C in een stroom zuiver CO<sub>2</sub> en dosering van het CO gevormd d.m.v. een infraroodanalyse-apparaat. (ref. : ST/ECE/Coal/12 Nations-Unies CEE, New York, 1965).

#### 2.1.2. *Aardolie en aardgas*

In het kader van de verkenningswerkzaamheden inzake aardolie die verricht worden in samenwerking met de geochemische dienst van Labofina, hebben wij de studie voortgezet van het organisch materiaal verspreid in de sedimentgesteenten. De onderzoeken hebben zowel betrekking op het bepalen van het type van het verspreid organisch materiaal gevonden in ieder monster, door bestudering met de microscoop in opvallend en getransmitteerd normaal licht en in fluorescerend licht, waardoor het mogelijk wordt de faciës te bepalen die al dan niet gunstig zijn voor de vorming van aardolie, als op het bepalen van de rijpingsgraad of rang van dat organisch materiaal door meting van het weerkaatsingsvermogen van steenkoolachtige deeltjes (huminië, vitrinië), waardoor het mogelijk wordt de monsters te situeren in verhouding tot de opeenvolgende fasen van de aardolievorming.

In de loop van dit jaar hebben wij een honderdtal monsters onderzocht, waarbij onze werkzaamheden betrekking hadden op de vier volgende hoofdthema's :

1. Routine-onderzoeken van monsters afkomstig van prospectie-boringen, ten einde het aardoliepotentieel te schatten (28 analyses).

2. Bestudering van monsters (leiste en kerogeen-gesteente) die in het laboratorium een steeds verder doorgedreven pyrolyse hebben ondergaan. Die studie volgt op een eerste onderzoek uitgevoerd op steenkolen van diverse rangen (Somers, Leplat en Noël 1975), dat ons in staat stelde aan te tonen dat de optische eigenschappen (weerkaatsingsvermogen van het vitriniet en het exiniet) van de gepyroliseerde steenkolen omvormingen ondergaan die analoog zijn met deze die zij ondergaan hebben tijdens de natuurlijke ontwikkelingsgang van de geologische verkoling. Wij breiden onze onderzoeken uit naar andere sedimentgesteenten dan steenkool en wij wijzigen de pyrolyse-omstandigheden (temperatuur en duur).
3. Bestudering van monsters van enkele Kempense boringen, in het kader van een algemene herziening van dat bekken (42 analyses).
4. Bestudering van recente monsters afkomstig van boringen in zee op geringe diepte ten einde de eigenschappen te onderzoeken van de weinig geëvolueerde organische bestanddelen (32 analyses). De resultaten van de optische studie van die monsters werden vergeleken met de geochemische resultaten, onder andere op gebied van paramagnetische elektronische resonantie (studies van Labofina) en de synthese van de werkzaamheden wordt gepubliceerd.

Ter voorbereiding van de jaarlijkse vergadering van het Internationaal Comité voor Steenkoolpetrografie (ICCP) die in april te Wégimont werd gehouden, hebben wij ingestaan voor een deel van het secretariaat van de Commissie voor Geologische Toepassingen (MOD-Commissie) en de resultaten gegroepeerd van een enquête die eind vorig jaar gehouden werd bij alle leden van die Commissie.

Wij hebben eveneens deelgenomen aan de voorbereidende werkzaamheden van een werkgroep inzake bitumen en wij hebben de analyse uitgevoerd van de monsters die door deze werkgroep werden voorgesteld.

Na afloop van de vergadering van het ICCP ontvingen wij het bezoek van Spaanse, Canadese en Sovjetrussische collega's die bijzondere belangstelling hadden voor de in onze laboratoria gebruikte technieken voor de bereiding van het verspreide organische materiaal.

Gedurende de maand mei hebben wij, in samenwerking met de heer P. Leplat van Labofina, op het achtste Internationaal Congres van Organische Geochemie van Moskou een mededeling gedaan

waarin een nieuwe methode voor de klassering van het aardoliepotentieel in de gesteenten werd voorgesteld, die zowel gebaseerd is op het weerkaatsingsvermogen als op de elektronische paramagnetische resonantiegraad van het organisch materiaal dat zij bevatten.

In september hebben wij, in samenwerking met de Universiteit van Luik, een symposium gehouden over de « Bijdrage van de recente technieken in de palynologie ». Dit symposium, dat plaats had in de lokalen van het NIEB, werd gehouden onder de auspiciën van de « Association des Palynologues de Langue Française » en van de Palynologische Kring van Nederland. Tachtig deelnemers kwamen samen en hoorden een twintigtal mededelingen over onderwerpen gaande van informatie tot elektronenmicroscopie. Die mededelingen zullen worden gepubliceerd in de *Annales des Sciences de Belgique* in de loop van 1978.

Tijdens dit symposium hebben wij, in samenwerking met de Hr. Streef (Universiteit van Luik) een mededeling gedaan over « De invloed van diabaasintrusie op de sporenverbindingen en het weerkaatsingsvermogen van het vitriniet in een lei- en zandsteenachtige sequentie aan de top van het Devoon in Langenaubach (BRD) ». De 23 bestudeerde leisteemonsters zijn verspreid over een profiel van 17 meter in een sequentie die behoort tot de lagen van Wocklum en Hangenberg. Zij bevatten sporen die behoren tot de zone van de pusilliteslepidophytus. Het middengedeelte van het profiel omvat vijf « sills » met diabaasintrusie, van geringe dikte (maximum 40 cm). Uit meting van het weerkaatsingsvermogen van het vitriniet van die monsters blijkt dat de invloed van de intrusies op de evolutiegraad van het organisch materiaal gering tot onbestaand is, hetgeen kan worden uitgelegd door de te geringe dikte van de intrusies.

Tijdens het laatste halfjaar, ter gelegenheid van een studieverblijf van een Indisch geoloog, de Hr. Ghosh, van Calcutta, hebben wij een reeks Indische steenkoolmonsters onderzocht, hoofdzakelijk d.m.v. fluorescentiemicroscopie, waardoor wij de aanwezigheid van alginiet in die steenkolen van Gondwana hebben kunnen aantonen. Die voorbereidende studies maken een betere definitie mogelijk van de verschillende componenten van die steenkolen dankzij de fluorescentie en zij schijnen de resultaten te wijzigen van de macerale analyses verkregen door het klassieke onderzoek in normaal licht, voornamelijk voor wat betreft de relatieve exinietproporties. Om die redenen zijn wij van plan dit soort onderzoeken in de toekomst te verdiepen.

### 2.1.3. Steenbergen

Wij hebben het petrografisch onderzoek verricht van de steenkool die in 32 monsters stak. Die monsters waren afkomstig van drie steenbergen die werden bestudeerd voor hun valorisatie, met name : de steenbergen St-Albert te Péronnes-lez-Binche, Ste-Catherine te Bernissart en Bernalmont te Herstal.

### 2.1.4. Kalk en cement

Wij hebben het specifieke oppervlak van twee kalksteenmonsters bepaald alsook de stookwaarde en het zwavelgehalte van vier leihoudende steenkolen die voor cementfabrieken bestemd zijn.

## 2.2. LEEFMILIEU

### 2.2.1. *Neerslagcontrole-net in de Waalse industriële gebieden of in die gebieden met tendens tot industrialisatie*

In het begin van het jaar hebben wij de synthese gemaakt van de resultaten van de in 1976 uitgevoerde metingen en dienden wij bij de Minister van Volksgezondheid een overzichtelijk verslag in, vergezeld van 50 tabellen analyseresultaten en 12 isopolutiekaarten.

Het syntheseverslag bevatte ook een eerste vergelijking van de resultaten van de metingen die in twee opeenvolgende jaren, 1975 en 1976, verricht werden. Men moet echter opmerken dat 1976 omwille van verschillende redenen een abnormaal jaar was : de regenval was bijzonder gering gedurende het tweede en het derde trimester en de economische conjunctuur is bijzonder laag geweest in de sector van de ijzer- en staalindustrie, zodat het gewaagd is om de resultaten van 1976 als representatief te beschouwen voor een normaal neerslagniveau op de industriële gebieden en het blijkt dus nuttig te zijn om het net nog een jaar te behouden zoals het is.

In 1976 heeft men over het gehele net een vermindering van het totale neerslagniveau opgetekend van 20 %. Nochtans heeft zich op dezelfde plaatsen opnieuw een sterke neerslag voorgedaan waarbij vooral dichtbevolkte zones werden getroffen. Bovendien blijven bepaalde gebieden, zoals bijv. Engis, sterk gepollueerd door giftige elementen zoals cadmium, lood, zink, chroom en fluor.

Gezien het bijzonder belang van dit laatste element, werden 6 bijkomende meettoestellen geplaatst om maandelijks het gehalte aan fluor van de oplosbare en niet-oplosbare bestanddelen te meten.

Gedurende gans 1977 hebben wij, in samenwerking met de ADEC en de afdeling Pâturages, de exploitatie van het net voortgezet volgens dezelfde

modaliteiten als in 1976, met name : maandelijks bepaling van de massa's van oplosbare en onoplosbare neerslag, bepaling op de gemiddelde monsters van een kwartaal, van de gehalten aan ijzer, chroom, zink, cadmium, lood, calcium en kwik van de onoplosbare fractie, en aan fluoride, nitraat, fosfaat en sulfaat van de oplosbare fractie.

Voor het door de afdeling Luik gecontroleerde net in zijn geheel, hebben wij in 1977 uitgevoerd :

- 2.100 bepalingen van de oplosbare, onoplosbare en totale massa van de neerslag ;
- 650 bepalingen van de gehalten aan fluor, nitraat, fosfaten en sulfaat van het opgevangen water ;
- 78 bepalingen van de fluorgehalten in de onoplosbare stoffen ;
- 4.500 bepalingen van de gehalten aan elementen in de onoplosbare stoffen, d.m.v. atoomabsorptiespectroscopie.

De gedetailleerde resultaten van de in 1977 uitgevoerde metingen zullen worden gepubliceerd in een syntheseverslag dat zou moeten worden gepubliceerd door toedoen van het Ministerie van Volksgezondheid.

### 2.2.2. *Vergelijkende studie van twee types meettoestellen voor het opvangen van atmosferische neerslag*

In december 1976 heeft het Belgisch Instituut voor Normalisatie de norm NBN T 94.101 uitgegeven die het volgende beschrijft :

- a) een toestel dat bestemd is om de atmosferische neerslag op te vangen op een bepaalde plaats en

b) een werkwijze om de massa van die neerslag te bepalen.

Het vergaartoestel dat voor die norm gekozen werd, is verschillend van de Owen-kruik die wij tot hiertoe gebruikt hebben, en bestaat uit een cilindrisch recipiënt van 200 mm binnendiameter en 390 mm hoogte.

Om de resultaten die wij met het genormaliseerde vergaartoestel bereikt hebben te vergelijken met die van het meettoestel van Owen, hebben wij 14 genormaliseerde meettoestellen naast 14 meettoestellen van Owen geplaatst, in verschillende zones. Die studie, die sedert oktober 1976 aan de gang is, omvat de maandelijkse massabepaling van de neerslag evenals de kwantitatieve bepaling van de elementen die in onze algemene studie geanalyseerd worden, in de oplosbare en onoplosbare stoffen.

Wij stellen vast dat de gemiddelde correlatiefactor tussen de twee types opvangsters varieert volgens het zonetype.

Zonetype	Gemiddelde correlatiefactor (genormaliseerd meettoestel / Owen-meettoestel)
IJzer- en staalindustrie	1,25
Non-ferro-industrie	0,90
Cementfabrieken	
Kalkovens en groeven	
Stads- en plattelandsgebieden	1,35

Een afwijking van 10 % kan als normaal beschouwd worden rekening houdend met het feit dat de vroeger uitgevoerde herhaalbaarheidsproeven met het open meettoestel aangetoond hebben dat de globale bemonsterings- en analysefout ongeveer 10 % bedraagt.

Wanneer de afwijkingen daarentegen de normale dispersie overschrijden, kan worden aangenomen dat andere parameters optreden en met name de verschillende geometrie van de opvangsters evenals de veranderlijke aard van het stof.

### 2.2.3. *Andere atmosferische neerslagstudies*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen hebben wij de maandelijkse meting van de neerslag voortgezet in :

- Chanxhe : 3 stations
- Burcht : 4 stations
- Turnhout : 4 stations
- Houthalen : 4 stations
- Zolder : 3 stations (stopgezet in juni)

Bovendien hebben wij sedert september 1977 in Turnhout ook nog 5 plaatjes met vaseline geplaatst. Buiten de massabepaling van het opgevangen stof bepalen wij ook het gehalte aan  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en CaO van het onoplosbare stof dat vergaard werd in de meettoestellen en op de plaatjes.

### 2.2.4. *Deelname aan het nationaal net « Zwavel-Rook » van het Ministerie van Volksgezondheid*

Twaalf stations van dat net werden gecontroleerd door het Luikse laboratorium.

De toestellen worden elke week gecontroleerd en men bepaalt de daggemiddelde van de  $\text{SO}_2$ - en rookconcentraties in de bemonsteringsricht, wat ongeveer 5.000 gehaltebepalingen van  $\text{SO}_2$  en rook vertegenwoordigt.

### 2.2.5. *Andere zwavel-rookstudies*

Naast het station van het NIEB-Luik waren 3 toestellen in werking tot in juni 1977 in de omgeving van de thermische centrale van Helchteren-Zolder en één te Rumst in de omgeving van de steenbakkerijen tot in april 1977.

### 2.2.6. *Studie van de organische verontreiniging van de lucht*

In 1976 is het laboratorium begonnen met de studie van het bepalen van het totale koolstofgehalte van de rook teneinde inzonderheid de emissies te kunnen controleren van een industriële-verfketen, vóór en na de zuivering door naverbranding van de rook.

Bij de emissie zijn de gehalten aan organische poluënten van die rook meestal hoog ; bovendien is het niet nodig vóór de analyse een voorconcentratie te doen, zoals dat het geval is voor de metingen bij de immissie.

De eerst gebruikte methode van bemonstering d.m.v. glazen ampullen bleek onmiddellijk onbruikbaar doordat de waterdamp en de organische produkten gedeeltelijk op de glazen wanden condenseerden en aldus aan de analyse ontsnappen.

Een tweede methode bestaat in het nemen van een bepaald volume rook d.m.v. een gasspuitje en dat onmiddellijk over te brengen op een chromatografiekolom ; zo wordt de storende condensatie vermeden. Van die methode moest echter afgezien wor-

den omdat zij andere onoplosbare technische problemen deed rijzen. Daarom hebben wij een beroep gedaan op een derde methode, gebaseerd op de werkzaamheden van twee Duitse vorsers Ixfeld en Buch (Brennstoff-Chemie 1966, 47, nr. 3, 79-83). Door die methode bepaalt men enkel het totale gehalte aan organische koolstof van de afvalgassen. Daartoe wordt de rook door een buis gezogen die silicagel bevat, dat de organische substanties adsorbeert. Na thermische desorptie worden die organische substanties verbrand in een stroom zuivere zuurstof en het aldus gevormde kooldioxyde wordt geabsorbeerd in een bariet-oplossing waarvan het teveel getitreerd wordt.

Aangezien de verbranding van organische substanties zelden kwantitatief is wegens het ontbreken van katalysator, hebben Ixfeld en Buch als katalysator platinagaas gebruikt met 3.600 mazen per  $\text{cm}^2$ . Gezien de prijs van dergelijk gaas hebben wij andere katalysatoren gezocht en uiteindelijk hebben wij een kwantitatieve verbranding van de organische substanties bereikt door gebruik te maken van twee opeenvolgende katalysebuizen waarvan de eerste een platinagaas met grote maasopeningen bevatte en de tweede koperoxyde voor elementaire analyse.

Het uitwerken van de methode had ook betrekking op andere factoren die de adsorptie beïnvloeden van de organische stoffen op silicagel, zoals de korrelgrootteverdeling van het gel, de vochtigheid, het bemonsteringsdebiet enz. De eerste proefnemingen die uiteindelijk op de schoorstenen werden uitgevoerd met die methode, hebben haar grote betrouwbaarheid aangetoond.

### 2.2.7. *Deelname aan het nationaal programma « Onderzoek en ontwikkeling : Leefmilieu-Lucht » (Interministeriële Commissie voor Wetenschapsbeleid)*

In het kader van dit programma neemt het laboratorium deel aan de werkzaamheden van twee studiebranches : a) « Inventaris van de industriële emissies in de Luikse testzone » en b) « Overdracht van de Polluenten ».

#### 2.2.7.1. *Inventaris van de industriële emissies in de Luikse testzone*

Wij hebben eerst en vooral de eerste fase van de inventaris in de Luikse testzone voltooid door het sturen van formulieren voor voorbereidend onderzoek aan 83 bijkomende bedrijven, waardoor het to-

taal aantal betrokken bedrijven tot 213 werd verhoogd.

Gezien enerzijds dit zeer grote aantal bedrijven en anderzijds het feit dat sommige van de belangrijkste onder hen reeds zeer lang in de streek gevestigd zijn en structureel uiterst ingewikkeld zijn, hebben wij moeten afzien van het opstellen van een volledige inventaris, omdat wij niet over de nodige middelen beschikten om dat binnen een redelijke termijn tot een goed einde te brengen. Bovendien wordt het nut van een onderzoek dat gebaseerd is op actuele gegevens, tamelijk twijfelachtig in bepaalde sectoren als de ijzer- en staalindustrie, wegens de op korte termijn te voorziene diepgaande wijzigingen.

De inventaris werd dus voorlopig beperkt tot bepaalde activiteitsbranches die belangrijk zijn voor de luchtverontreiniging en die weinig of niet aanwezig zijn in de Gentse testzone. In die sectoren konden diepgaande onderzoeken van start gaan. Zij omvatten gedetailleerde documentaire studies, rechtstreekse contacten met de betrokken industriëlen, bezoeken aan installaties, metingen en berekeningen. Twaalf van de zestien voornaamste betrokken fabrieken hebben reeds op gedetailleerde wijze geantwoord ; alleen de sector van de non-ferrometalen toonde zich enigszins terughoudend.

Op het gebied van de emissies van de grote vaste verbrandingsinstallaties maakten de onderzoeken reeds de uitwerking mogelijk van een specifieke methodiek die samengesteld is uit gedetailleerde formulieren en die de mogelijkheid biedt tot het verzamelen, het controleren, het vergelijken en het selecteren van de gegevens alsook tot de systematische berekening, in massa en volume, van de emissies van alle pollutanten die kenmerkend zijn voor dit soort activiteiten ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, koolwaterstoffen, HF,  $\text{CO}_2$  en partikels). Dat geheel, waarover een technisch verslag zal worden opgemaakt, wordt aangevuld door een kritische vergelijkende studie van de emissiefactoren uit de literatuur.

Bovendien zijn wij voortgegaan met op nationaal vlak deel te nemen aan het uitwerken van de algemene inventarismethodiek en aan het coderen van de gegevens, hetgeen met name geconcretiseerd werd in het wetenschappelijk verslag 1977/AL/6.2.1. met als titel « Richtlijnen voor de individuele registratie van de emissies van luchtpolluenten van industriële oorsprong ».

Wij hebben eveneens medegewerkt aan het opstellen van een deel van het syntheseverslag van het Programma (Boekdeel 5, 2e deel : « Individuele registratie van de emissies van industriële oorsprong »), alsook aan de Luikse Studiedagen van 23, 24 en 25 mei 1977.

Anderzijds hebben wij de eenheid van Pâturages geholpen bij het uitwerken van de methodiek en de

metingen van gas in industriële zones. Zo was het mogelijk de bemonstering en de discontinue analyse van het SO<sub>2</sub> en de NO<sub>x</sub> uit te werken dankzij een meetcampagne van 6 weken, uitgevoerd op de schoorsteen van een steenkoolgestookte ketel in de streek van Luik. De resultaten van dergelijke meetcampagnes moeten ons in staat stellen onze inventaris aan te vullen.

Ten slotte leveren wij ook een bijdrage tot de methodiek van de metingen door proeven inzake het uitwerken van een discontinue bemonsteringsmethode voor industriële afvalgassen (zakken...) en van een methode voor gedetailleerde analyse van de monsters in het laboratorium door gasfasechromatografie. De bemonstering wordt evenwel bemoeilijkt door de moeilijke kwestie van de condensatie van de waterdamp en de analyse wordt bemoeilijkt door de niet minder moeilijke kwestie van de reactiviteit van de te analyseren verbindingen, vooral van de stikstofoxyden maar ook van het SO<sub>2</sub>.

#### 2.2.7.2. Overdracht van de pollutanten

Eerst en vooral hebben wij een gedetailleerd verslag opgesteld van de resultaten van twee jaar (1975 en 1976) controle en analyse van atmosferische neerslag in de Luikse testzone die ook betrokken is bij de studie van de overdracht van de pollutanten.

Bovendien hebben wij medegewerkt aan analytische onderzoeken die inzonderheid betrekking hadden op het uitwerken van de methodes voor het bepalen van het cadmium en het fluor in het stof, de bodem en het hooi.

Sedert oktober 1977 en voor een periode van 3 maanden, heeft de afdeling « Overdracht » een systematische studie uitgevoerd van de overdracht van sommige in de neerslag aanwezige elementen op de bodem en de planten. Hiertoe werden twintig stations van de zone uitgerust met een neerslagkruik en twee teeltbakken waarin respectievelijk gras en veldsla gezaaid waren. Ons aandeel in die studie bestaat in het maandelijks verzamelen van de neerslag en in het bepalen van het gehalte aan lood, zink, koper, cadmium en fluor in de oplosbare en onoplosbare stoffen.

#### 2.2.8. Deelname aan de werkzaamheden ter normalisatie van de meetmethodes voor luchtverontreiniging

Wij blijven voort deelnemen aan de werkzaamheden ter normalisatie van de meetmethodes voor luchtverontreiniging binnen de commissie « Bemonsterings- en Analysemethodes van de Lucht » van het Belgisch Instituut voor Normalisatie.

#### 2.2.9. Samenwerking met onderwijsinstellingen

De afdeling « Leefmilieu » van het laboratorium heeft verscheidene eindejaarswerken geleid van studenten van het hoger onderwijs die betrekking hadden op problemen in verband met luchtverontreiniging.

### 2.3. NIEUWE ENERGIEËN

In 1977 werd het laboratorium, door zijn werkzaamheden inzake leefmilieu, ertoe gebracht belang te stellen in een kwestie die zowel verband houdt met de aanwending van nieuwe energieën (in dit geval : zonne-energie) als met de recuperatie van energie die in bepaalde industriële kringlopen verloren gaat.

Het is inderdaad bekend dat talrijke industrieën en meer bepaald de elektrische centrales en de ijzer- en staalnijverheid, in het natuurlijk milieu grote hoeveelheden warm water lozen waarvan de warmte-energie niet alleen verloren gaat maar ook de natuurlijke biotopen kan verstoren waar die lozingen gebeuren.

Bovendien is uit talrijke werkzaamheden die sedert 25 jaar op de industriële algencultuur werden verricht met het oog op een optimaal gebruik van de zonne-energie door fotosynthese van in hoge mate valoriseerbare diverse organische substanties, gebleken dat het rendement van de fotosynthese een maximale waarde kende voor betrekkelijk hoge temperaturen van het cultuurwater.

Welnu, Prof. Sironval, van het laboratorium voor fotobiologie van de Universiteit van Luik, beschikt sedert dit jaar enerzijds over een geperfectioneerd toestel voor algencultuur op grote schaal, op het domein van Sart-Tilman en anderzijds over experimen-



MESURE DES RETOMBEES AU  
MOYEN DES JAUGES DE DEPOT  
DANS LE  
BASSIN INDUSTRIEL WALLON

METING VAN DE NEERSLAG  
MET NEERSLAGKRUIKEN  
IN HET  
WAALSE INDUSTRIELE BEKKEN

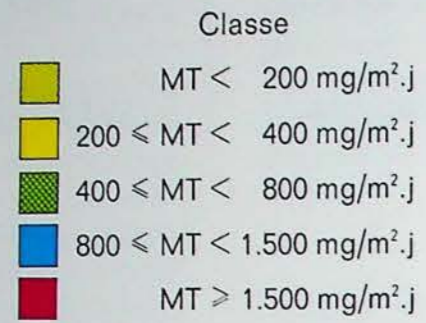
**Carte annuelle**

**1976**

**Jaarlijkse kaart**

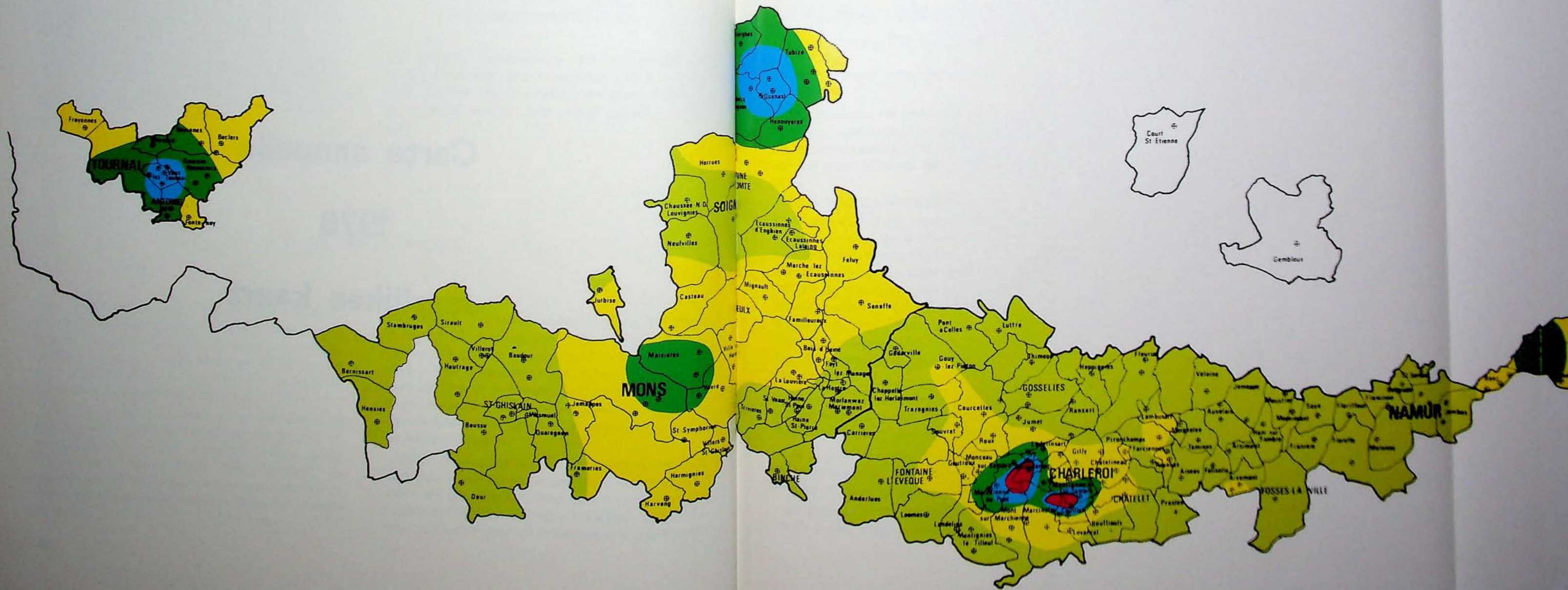
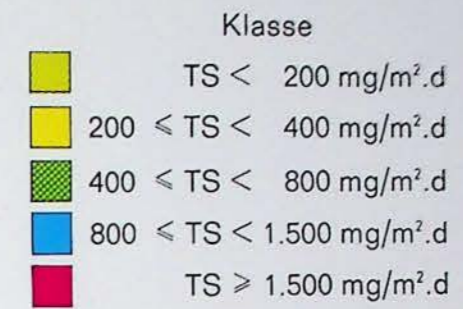
CARTE ANNUELLE DES RETOMBÉES TOTALES

CARTE ADMINISTRATIVE - ECHELLE 1/300.000



JAARLIJKSE KAART VAN DE TOTALE NIEPVALS

ADMINISTRATIVE KAART - SCHAAL 1/300.000





THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY  
1100 EAST 58TH STREET  
CHICAGO, ILL. 60637  
TEL: 773-936-3200



tele vijvers gevoed door het warme water van de Kerncentrale van Tihange. Aangezien de middelen waarover hij beschikt in het kader van het fundamentele universitaire onderzoek, het hem niet mogelijk maken met succes te beginnen op het niveau van het proefonderzoek en het industrieel onderzoek, hebben wij met zijn diensten samengewerkt voor het uitwerken van een actieplan op die gebieden. In 1977 werden drie algen bestudeerd en in cultuur gebracht : een ééncellige micro-alg, de *Scenedesmus obliquus*, gecultiveerd in de installaties van Sart-

Tilman, en twee vezelige algen, *Cladophora glomerata* en *Hydrodictyon reticulatum*, die in een vijver gekweekt worden, in Tihange. De eerste werkzaamheden hadden betrekking op het in gereedheid brengen van de cultuurmilieus, op het uitwerken van de technieken inzake cultuur, oogst, drogen en bereiding van de algen en op globale analyses van de verkregen organische stof. Aangezien de allereerste aldus verkregen resultaten zeer bemoedigend bleken te zijn, zal de studie in 1978 worden voortgezet en uitgebreid.

## 2.4. POLYMEREN

De incorporatie van minerale vulstoffen in de harsen voor het verkrijgen van harsbeton en het gedrag van materialen tegenover vuur blijven de voornaamste onderzoeksthema's. De technologische hulp ten voordele van de industrie gaat evenwel meer en meer het belangrijkste deel uitmaken van de bedrijvigheid van de sectie.

### 2.4.1. Incorporatie van minerale stoffen

#### 2.4.1.1. Harsbeton en harsmortel

Hierbij moeten volgende punten onthouden worden :

Voor de studie van de versterking der elementen in harsbeton voor de bouw en die van de verankeringen die nodig zijn om ze te bevestigen aan de structuur van het gebouw, werd een speciale inspanning gedaan.

De incorporatie van onderling verbonden betonijzer of van buizen en ringen in polymerisch of traditioneel materiaal ten einde in een eerste stadium de elementen een weerstand te geven tegen plaatselijke uitwendige belasting, werd bestudeerd. Het is gebleken dat de spanningen die ontstaan door invoeging van de verstergingsstukken schade kunnen aanbrengen en dat de vorm, de omvang, de plaats, de middelen inzake beschermingsbekleding en de aard van de versterking systematisch moeten worden onderzocht.

De tot nu toe bereikte resultaten voor het meten van de weerstand van de verankeringen tegen het losrukken, worden samengevat in tabel X.

De proeven worden uitgevoerd met een Instron-machine waarvan de verplaatsingssnelheid van de dwarsstukken gelijk aan 0,1 cm/min gekozen wordt.

De plaat in harsbeton, met een dikte van 50 mm, wordt in een metalen kader geklemd en de losruk-

kingskracht wordt overgebracht op de invoegingen die, wanneer twee invoegingen gebruikt worden, op 80 mm afstand van hart op hart gelegen zijn, door schroefstangen die rechtstreeks verbonden zijn met de verplaatsbare bovenste bek. De proefnemingen worden uitgevoerd op drie temperaturen na conditionering van de proefmonsters gedurende minstens 24 uur op de proeftemperatuur.

Tabel X geeft het gemiddelde van de tijdens de twee proeven bereikte resultaten.





Wij zien dat de breuksterkte, in het geval van één invoeging, hoger is dan de helft van de sterkte die werd bereikt voor twee invoegingen. Indien daarboven de invloed van de temperatuur en van het invoegingstype duidelijk uitgesproken is in het geval van twee invoegingen, is dat niet altijd het geval voor één enkele invoeging, want de breuk heeft zich herhaaldelijk voorgedaan in de metalen schroefstang.

Prototypes drinkbakken voor vee werden gegoten volgens een klassiek model in gietijzer waarvan de afmetingen herrekend werden. De weerstandskennmerken bij corrosie schenken voldoening maar de weerstand bij schokken lijkt onvoldoende en de verbeteringen die moeten worden aangebracht maken het procédé te duur.

Een formule van harsbeton, op basis van polyesterhars en kiezelachtige vulstoffen, gecombineerd met grind, werd uitgewerkt om elementen van 4,20 m binnendiameter en 20 cm wanddikte te vervaardigen die zouden kunnen worden gebruikt als bekleding van de mijngalerijen. Een reeks proefnemingen werd uitgevoerd op blokjes, betonblokken en daarna op volledige elementen in harsbeton.

De ring gevormd uit panelen van harsbeton, zonder enige metalen wapening, weerstond tot onder een belasting van 380 t, wat een weerstandsverhoging van 30 % betekent in vergelijking met de ringen ge-

TABEL X

Invoegingen			Losrukkingsweerstand (kg)					
Vorm en type	Totale lengte (mm)	Aantal	23°C	Breuk*	50°C	Breuk*	80°C	Breuk*
 M 8	40	2	2065	B.R.	1840	B.R.	1363	B.R.
	M 6	40	2	2188	B.R.	1922	B.R.	1744
 M 8	40	2	1850	B.R.	1604	B.R.	1405	B.R.
	M 6	35	2	1625	B.R.	1352	B.R.	1378
 M 8	40	1	1650	B.R.	1640	B.R.	1310	B.R.
	M 6	40	1	1210	T.F.	1065	T.F.	1213
 M 8	40	1	1420	B.R.	1290	B.R.	1250	B.R.
	M 6	35	1	1290	B.R.	1080	T.F.	1080

\* B.R. = breuk in het harsbeton  
T.F. = breuk in de schroefstang.

vormd uit panelen van hydraulisch beton met  $2 \times 4$  langsstaven van 12 mm diameter en beugels van 6 mm diameter. Afhankelijk van de kostprijs van de harsen moet een volledige economische studie worden uitgevoerd en, indien het versterkte harsbeton wordt gekozen, zal het gebruik van gelaagde staven worden verkozen boven de klassieke metalen wapening. Er wordt eveneens een tussenoplossing beoogd die bestaat in een versterking met gelaagd polyester van de buitenoppervlakken van panelen in hydraulisch beton voorzien van metaalvezels.

Verbrokkelde stenen werden geagglomereerd d.m.v. hars tot blokken van ongeveer  $50 \times 30 \times 20$  cm, die vervolgens in de vorm van stukken van enkele cm dikte gespleten worden. De weerstandskennmerken waardoor een zuivere splijting zonder verbrekking mogelijk is, en de poreusheid die zowat te verwaarlozen is, maken dit materiaal waardevoller dan de gespleten breukstenen in klassiek beton.

Er werden systematische proeven uitgevoerd voor het bestuderen van de invloed van de parameters temperatuur, katalytische systemen, gebruikte hoeveelheden en vochtigheid van de grondstoffen, op het verharderen van het harsbeton op basis van polyesterharsen. De eerste resultaten van die proeven worden vermeld in tabel XI en XII.

De evolutie van de elektrische eigenschappen van harsbeton werd bestudeerd in samenwerking met de universitaire diensten van het Montefiore-Instituut.

Na onderdompeling in een zuur- of basebad van verschillende concentratie, werd de chemische aard van de minerale vulstof als een bijkomende parameter beschouwd.

Verscheidene proeven tot vorming, o.a. van schoorstenen, stoeltjes, beeldhouwwerken, architecturale industriële stukken, werden eveneens verricht op verzoek van industriëlen, scholen of openbare diensten.

#### 2.4.1.2. Cementbeton en Cement-harsbeton

Om de mogelijkheden tot valorisatie door splijting van steenachtige brokstukken die vooraf geagglomereerd werden tot blokken d.m.v. cement te bepalen, werden een reeks proeven uitgevoerd waarbij men de cementvariëteit, het soort zand, de verhardingswijze, enz. als parameters beschouwde. Men heeft kunnen vaststellen dat de aanhechting tussen brokstukken en hydraulisch bindmiddel veel kleiner is dan die waargenomen bij de agglomeraten met behulp van hars, en dat de zwakkere mechanische eigenschappen voor het splijten, breukstenen vereisen die bijna tweemaal dikker zijn.

Er worden voorbereidende proeven gedaan voor de incorporatie van harsachtige additieven, die theoretisch het gegoten blok zouden moeten versterken en een betere aanhechting tot stand brengen tussen stenen en hydraulisch bindmiddel.

TABEL XI  
*Invloed van de arbeidstemperatuur  
 op de verharding van de mengsels polyester-vulstoffen  
 (katalytisch systeem : MEC-peroxyde - CO-octoaat, 1 %)*

Formules	Conditionerings- temperatuur van de bestanddelen (°C)	Verwerkings- temperatuur (°C)	Exothermische spits	
			T <sub>max</sub> (°C)	t voor T <sub>max</sub> (min)
Niet-gevuld hars	26	26	125	23
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	26	26	82	34
Niet-gevuld hars	5	28	140	41
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	5	28	90	45
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	5	14	78	63
Niet-gevuld hars	5	10	96	42
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	5	10	24	70

TABEL XII  
*Invloed van de vochtigheid van de grondstoffen  
 op de verharding van de mengsels polyester-vulstoffen  
 (katalytisch systeem MEC-peroxyde - CO-octoaat, 1 %)*

Formules	Behandeling van de bestanddelen	Exothermische spits	
		T <sub>max</sub> (°C)	t voor T <sub>max</sub> (min)
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	24 u. op 23°C en 40 ± 5 % relatieve vochtigheid (hars + vulstoffen)	75	48
Hars + kalkhoudende vulstoffen (30/70)	idem	31	65
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	24 u. op 25°C en 85 ± 5 % relatieve vochtigheid (hars + vulstoffen)	44	40
Hars + kalkhoudende vulstoffen (30/70)	idem	28	61
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	1 % water in vergelijking met het hars (vervat in de vulstoffen)	45	90
Hars + kalkhoudende vulstoffen (30/70)	idem	30	65
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	5 % water in vergelijking met het hars (vervat in de vulstoffen)	30	155
Hars + kalkhoudende vulstoffen (30/70)	idem	28	142
Hars + kalkhoudende vulstoffen (50/50)	10 % water in vergelijking met het hars (vervat in de vulstoffen)	25	162
Hars + kalkhoudende vulstoffen (30/70)	idem	25	153

## 2.4.2. Gedrag van materialen t.o.v. vuur

### 2.4.2.1. Proeven voor de industrie

Het volume van de metingen van de reactie t.o.v. vuur die voor de industrie worden uitgevoerd, stijgt voortdurend. Het aantal metingen vereist voor het opstellen van de processen-verbaal, is gestegen van 1.500 in 1975 tot meer dan 3.500. Volgende proeven maakten het voorwerp uit van de meeste aanvragen :

- bepaling van het zuurstofgetal,
- Franse proef inzake reactie t.o.v. vuur van bouwmaterialen : hoofdproef door straling (NF P 92-501) en aanvullende proeven (NF P 92-502 tot -506),
- ontvlambaarheidstest UL 94.

In het bijzondere geval van elektrische kabels werd vooral de norm NF-C 32-070, proeven 1 en 2 betreffende respectievelijk de vlamvoortplanting en de verspreiding van het vuur, het meest toegepast.

Tijdens het jaar werd belangrijk materieel aangeschaft of gebouwd om een diepgaande studie van de verbrandingsgassen uit te voeren. Vanaf de ingebruikneming van de verschillende toestellen waren de aanvragen tot tussenkomst vanwege de industrie zo talrijk dat geen enkele fundamentele studie kon worden ondernomen.

### 2.4.2.2. Bepaling van de eigenschappen van de verbrandingsgassen

De verzamelde apparatuur maakt het mogelijk drie eigenschappen van de rookgassen te meten : de opaciteit, de corrosiviteit en de giftigheid.

#### OPACITEIT

Voor die bepaling hebben wij de « Smoke Density Chamber » gekozen die werd ontwikkeld door het National Bureau of Standard. Dat toestel wordt momenteel het meest gebruikt voor het bepalen van de opaciteit van rookgassen die vrijkomen tijdens de pyrolyse of tijdens de verbranding van materialen. De meting is gebaseerd op de waarde van de specifieke optische dichtheid.

De op fig. 14 afgebeelde kamer is een dichte kast met een inhoud van 510 liter, waarin het te onderzoeken monster, met een oppervlakte van 76 m<sup>2</sup>, verticaal wordt ondersteund en blootgesteld wordt aan de straling met of zonder vlammen van een bron van 2,5 W/cm<sup>2</sup>.

Het verticale fotometrische systeem meet de verduistering afhankelijk van de tijd, en de resultaten worden omgezet in specifieke optische dichtheid. Figuur 15 geeft de registratie van een meting.

De gevormde verbrandingsgassen kunnen worden bemonsterd voor analyse.

#### CORROSIVITEIT

Wij hebben de voorlopige voorschriften aangenomen van test UTE C 20-453 ontwikkeld door het Centre National d'Etudes des Télécommunications van Lannion, Frankrijk, waarmee het mogelijk is de agressiviteit aan te tonen van de gassen die worden ontwikkeld door de verbranding van een materiaalmonster. De proefprocedure is toepasbaar op synthesesmaterialen die worden gebruikt voor het vervaardigen van elektrotechnische bestanddelen of elektrotechnisch materieel.

Het principe van de methode bestaat uit het meten van de variatie van de elektrische weerstand van een proefmonster bestaande uit een draad elektrolytische koperdraad van 0,05 mm, geplaatst in een glazen proefkamer waarin men het monster doet branden d.m.v. een elektrische radiator. De proefkamer wordt geplaatst in een klimatologische ruimte waarin thermische cycli kunnen worden veroorzaakt : 2 uur op 55°C gevolgd door 2 uur op 40°C.

Figuur 16 geeft een totaalbeeld van de apparatuur die bij het NIEB werd gebouwd met de klimatologische ruimte bevattende de proefkamer, de gereguleerde gelijkstroombron die zorgt voor een stroom van 1 mA en het registreertoestel bestemd voor het meten van de variatie in de weerstand van het meetproefmonster.

Figuur 17 toont voorbeelden van registratie van de weerstandsvariëaties van het proefmonster.

#### GIFTIGHEID

De Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) heeft het bepalen van een conventionele schadelijkheidsindex afgeleid van de analyse van de verbrandingsgassen, uitgewerkt door hem toe te passen op het bijzondere geval van de elektrische kabels. Wij hebben ons laten inspireren door de technische specificaties van de RATP EZ 3502/2 en van de analysemethodes UTE C 20-454 om die meetmethode toe te passen die het hierna volgende principe heeft.

De giftgassen die kunnen worden gevormd tijdens een verbranding in een buisvormige elektrische oven in welbepaalde omstandigheden, worden kwantitatief geanalyseerd. De emissie van een hoeveelheid giftgas krijgt een schadelijkheidsindex en, indien meerdere gassen gelijktijdig gevormd worden, worden de indexen samengeteld.



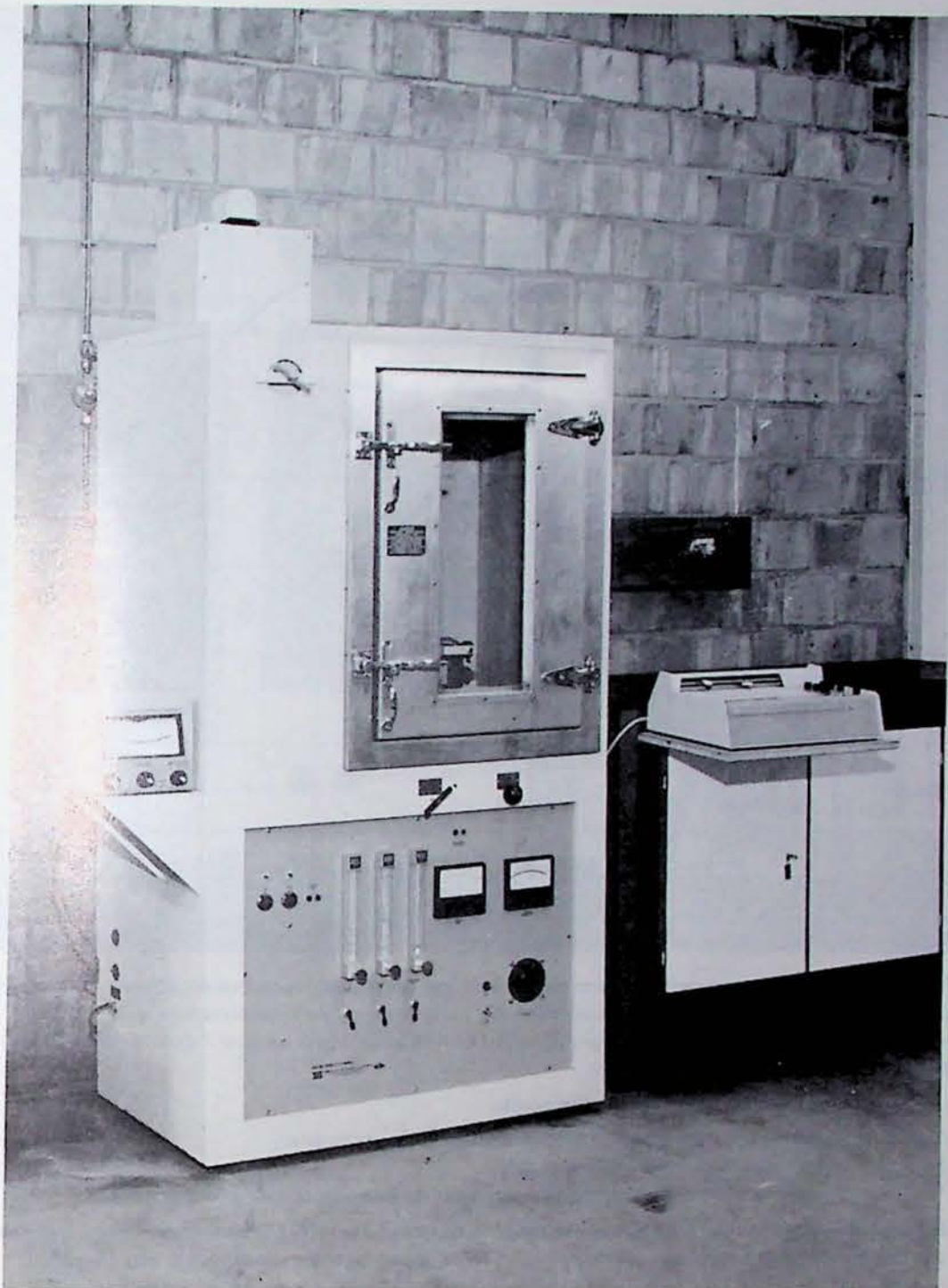


Fig. 14. — Opaciteit van de rookgassen : NBS-kamer voor bepaling in niet vernieuwde atmosfeer.

De conventionele schadelijkheidsindex voor een bepaalde kabel is als volgt :

$$I_N = \sum \frac{m_k}{c_k}, \text{ waarin :}$$

$m_k$  = de massa, in mg, van gas  $g$  gevormd tijdens het verbranden van een gewicht aan isolatiemateriaal gelijk aan 1 g.

$c_k$  = de tolerabele grenswaarde (MAC : maximal allowable concentration), in  $\text{mg}/\text{m}^3$ , van de concentratie van het gas  $g$  die toelaatbaar is in de plaatsen waar gewerkt wordt, 8 uur per dag, 40 uur per week.

Aldus is de schadelijkheidsindex evenredig met de giftigheid en met de hoeveelheid afgescheiden gas.

Die wijze van bepaling van een schadelijkheidsindex is conventioneel en vormt slechts een benadering van een zeer ingewikkelde kwestie. Dit zou ook het geval zijn voor iedere andere berekeningswijze die momenteel beschikbaar is en die niet gebaseerd zou zijn op een tolerabele grenswaarde, maar op een waarde die ofwel aanzienlijke storingen, ofwel de dood voor een bepaalde plaats zou veroorzaken.

Overigens verschillen de omstandigheden van een verbranding in een elektrische oven van die van een

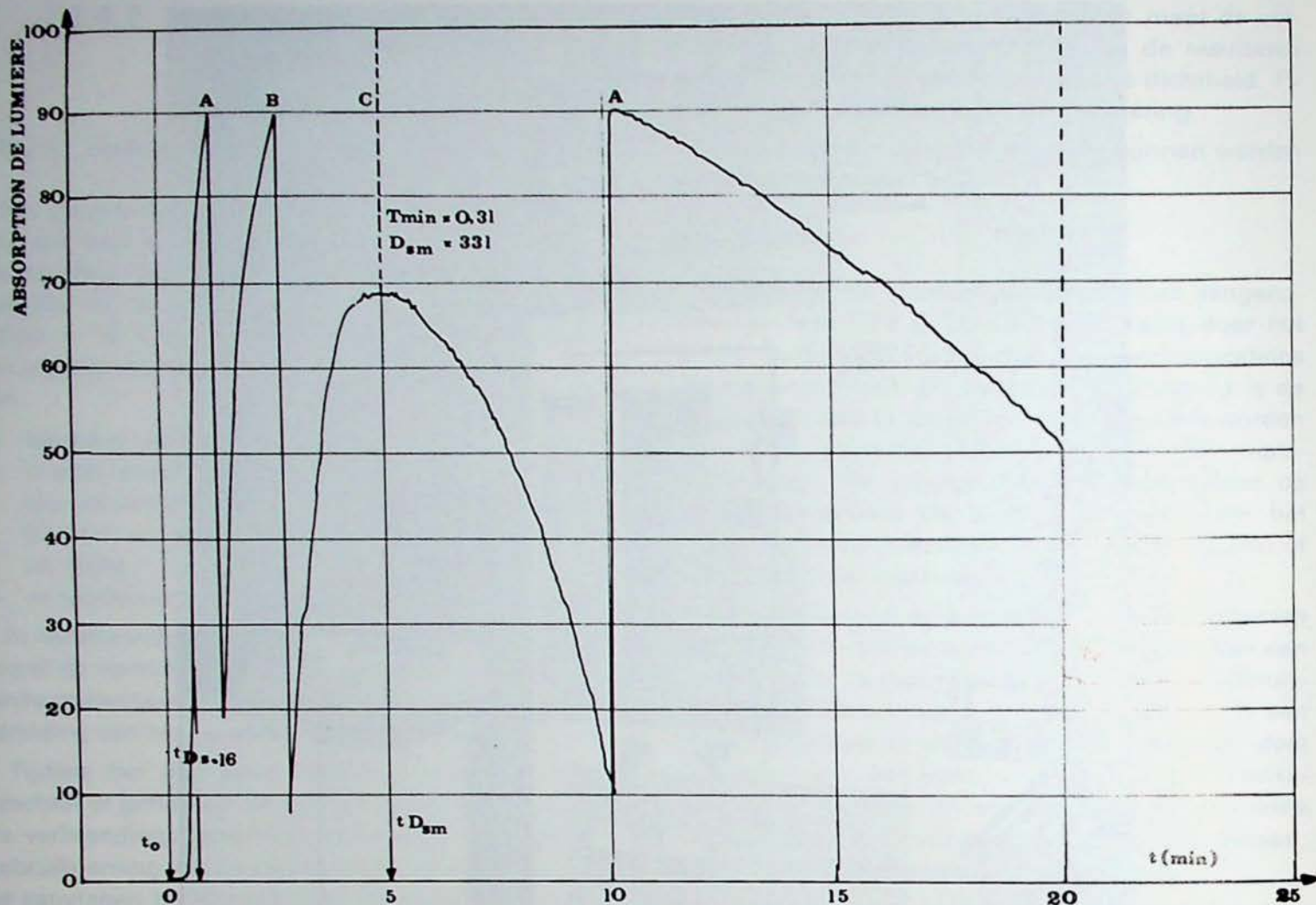


Fig. 15. — Opaciteit van de rookgassen : voorbeeld van lichttransmissiecurve afhankelijk van de tijd, geleverd door de registreerpotentiometer. Door die curve kunnen de karakteristieke waarden van de verduistering gemeten worden die het gevolg is van de rookgassen geproduceerd door verbranding van een materiaal.

Absorption de lumière : lichtabsorptie

A, B, C : schaal 100, 10, 1, van de lichttransmissie van de fotometer.

$T_{min}$  : minimale waarde van de transmissie.

$T_r$  : restwaarde van de transmissie te wijten aan de afzetting op de optiek.

De resultaten worden omgezet in specifieke optische dichtheid ( $\log 100/T$ ) herleid tot lengte-eenheid L van de optische weg, het volume van de kamer (V) en de oppervlakte-eenheid van het monster (A).

$$D_{sm} = \frac{V}{A L} \log \frac{100}{T_{min}}, \text{ waarbij}$$

T = percentage aan getransmitteerd licht.

$t_{D_{sm}}$  = tijd voor het bereiken van de maximale dichtheid.

$t_{D_{s=16}}$  = tijd voor het bereiken van  $D_s = 16$  (kritische zichtbaarheidsgrens die overeenkomt met 75 % transmissie).

werkelijke brand, en bovendien zou rekening moeten kunnen worden gehouden met andere factoren, namelijk :

- de uitwerking van eventuele verschijnselen van synergie tussen giftgassen ;
- de vermindering van de zuurstofgehalten ;
- de invloed van de temperatuur van de gassen ;
- de verstopping van de luchtwegen door het roet ;

— de werking van andere afbraakproducten van polymere materialen, bv. : koolwaterstoffen, aldehyden, ketonen, enz.

Om de verbrandingen uit te voeren hebben wij de oven gebruikt die beschreven wordt in het jaarverslag over 1976, die enerzijds werd aangevuld met een systeem voor het tegenhouden van de vaste deeltjes door ze door een cycloon en daarna door een synthe-

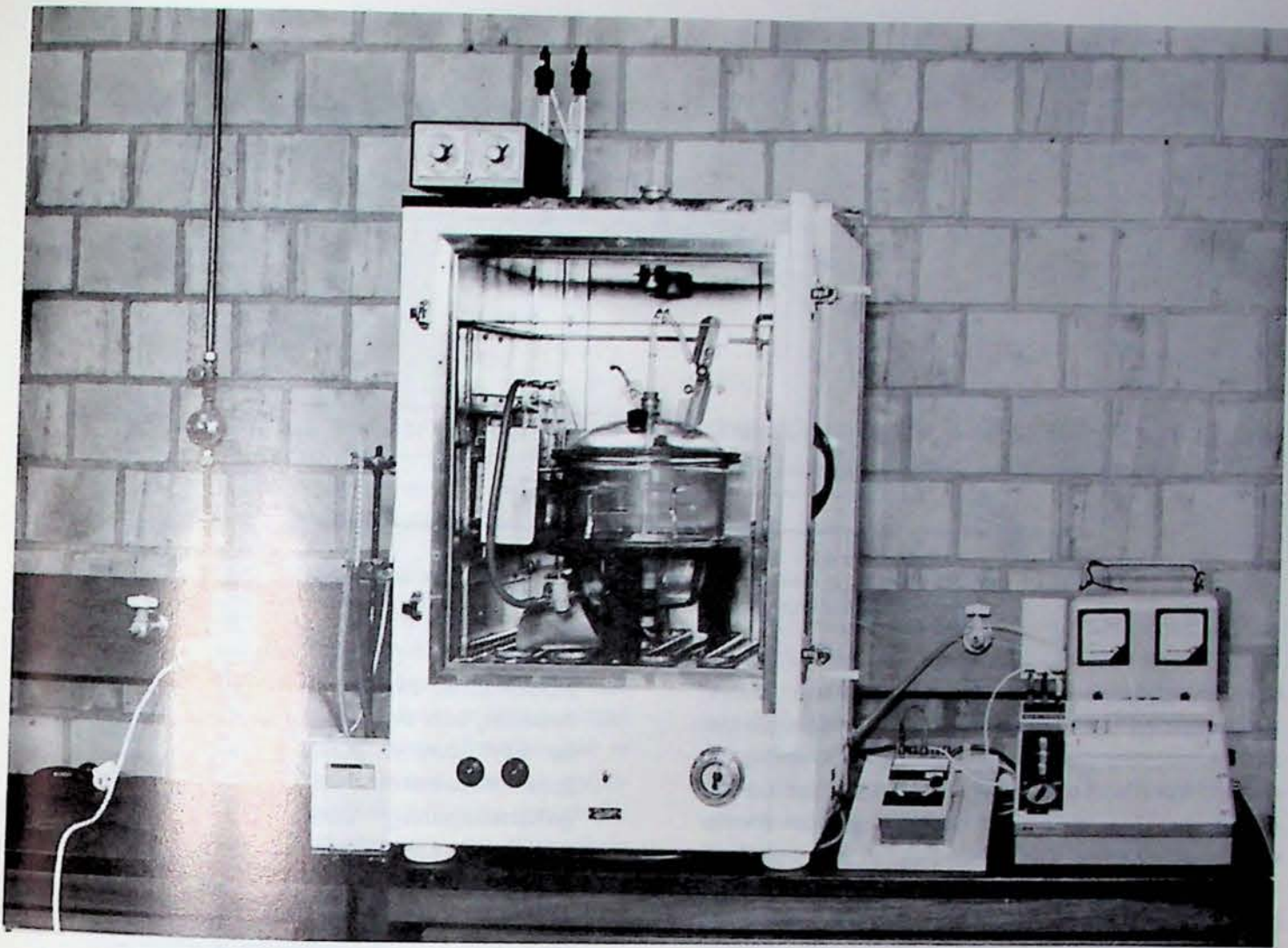


Fig. 16. — Corrosiviteit van de rookgassen : totaalbeeld van het meettoestel met de klimaatkamer.

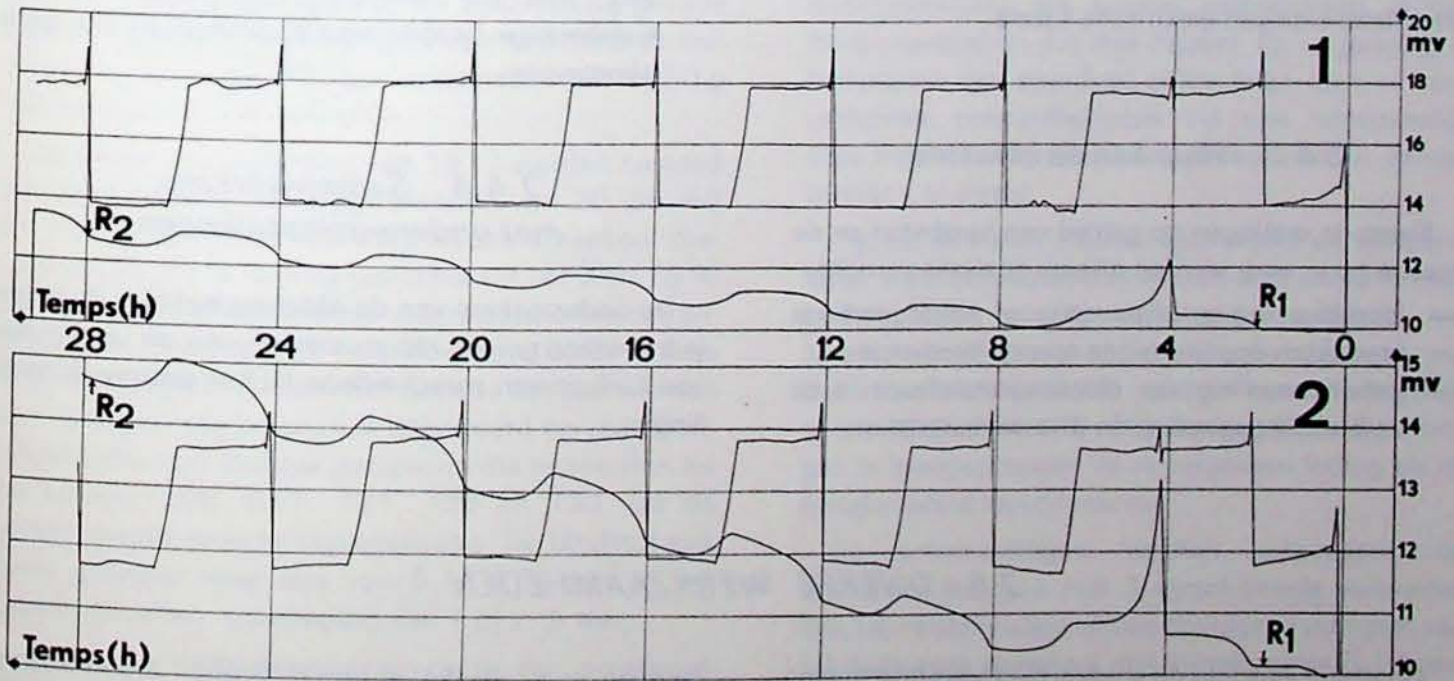


Fig. 17. — Corrosiviteit van de rookgassen : voorbeelden van registratie van de metingen met enerzijds de curve van de thermische cycli en anderzijds die van de weerstandsvariatie van het proefmonster.

- 1 : middelmatig corrosieve rookgassen
- 2 : zeer corrosieve rookgassen.

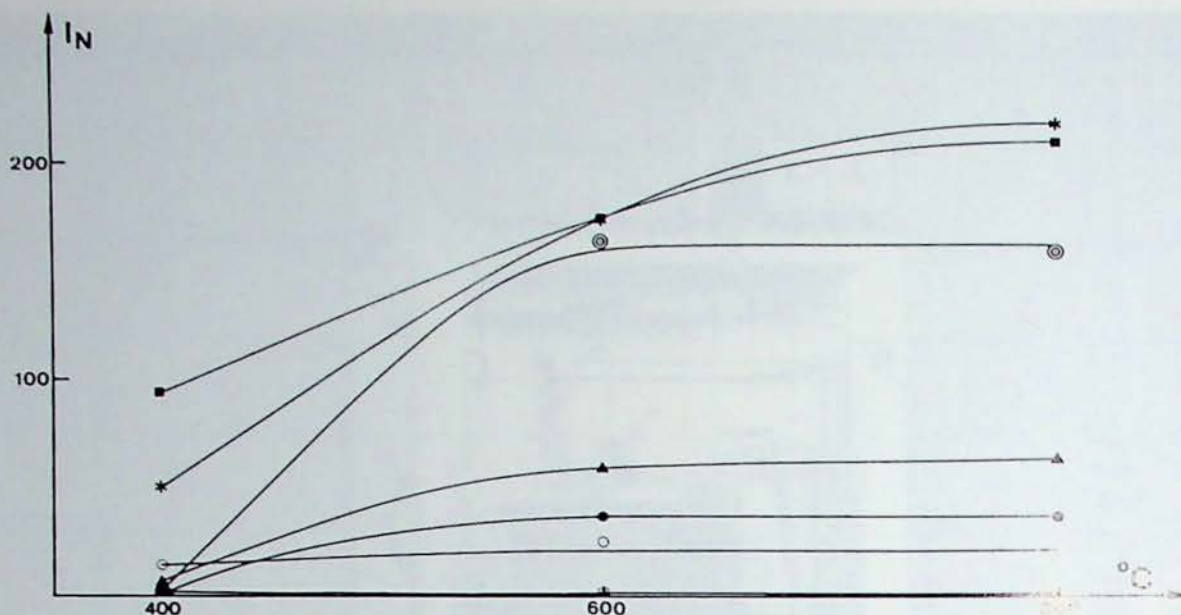


Fig. 18. — Giftigheid van de rookgassen : bepaling van de conventionele schadelijkheidsindex bij verschillende temperaturen van isolatiemateriaal voor elektrische kabels van diverse aard.

tisch weefsel te laten gaan en de teer d.m.v. elektrostatiche neerslagvorming en anderzijds met een geheel voor gasabsorptie d.m.v. opborreling. De geabsorbeerde of eventueel in gaszakken verzamelde gassen worden gedoseerd door aangepaste methodes.

Volgende gassen kunnen kwantitatief worden geanalyseerd : HCl, HBr, HF, HCN, SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, nitreuze dampen. Uit de analyseresultaten wordt voor ieder van hen de schadelijkheidsindex en de conventionele schadelijkheidsindex van het onderzochte materiaal afgeleid, zoals vroeger werd uitgelegd.

Figuur 18 geeft een voorbeeld van de op drie temperaturen bereikte resultaten voor verschillende isolatiematerialen van elektrische kabels.

### 2.4.3. Hulp aan de industrie

Naast de metingen op gebied van harsbeton en de reactie t.o.v. vuur werden diverse analyses verricht :

- identificatie van afgewerkte of halfafgewerkte produkten door infrarode spectrofotometrie ;
- gehaltebepaling van chloorwaterstofzuur in de verbrandingsgassen van diverse materialen ;

- stookwaarde van kunststoffen en harsen ;
- bepaling van de percentages van vinylacetaat in de EVA d.m.v. potentiometrie en infraroodspectrofotometrie ;
- gehaltebepaling van het antimonium, het cadmium en het tin d.m.v. atoomabsorptiespectrometrie ;
- studie van de verharding van de epoxyharsen door differentiële enthalpische analyse ;
- thermogravimetrische analyses van gevulde polyesterharsen ;
- analyse van solventen d.m.v. chromatografische gasfasekoppeling - infraroodspectrofotometrie ;
- versnelde verouderingsproeven in een droogoven, met de Xenotest, en proeven inzake kunstmatige bezonning op elementen van grote afmetingen.

### 2.4.4. Samenwerking met onderwijsinstellingen

De onderzoekers van de afdeling hebben de eindjaarswerken geleid van studenten van de universiteit van Luik en van verscheidene Luikse onderwijsinstellingen.

## 2.5. DIVERSE WERKZAAMHEDEN

Onafhankelijk van de studies die zopas beschreven werden, voert het laboratorium een steeds groter wordend aantal diverse analyses uit voor verscheidene firma's, die onze mogelijkheden op dat gebied

kennen (o.a. inzake chromatografie, atoomabsorptiespectrofotometrie en microscopie). In 1977 hebben wij meer dan 250 van die analyses uitgevoerd.

## 3. Proefstation

### 3.1. Valorisatie van brandstoffen

#### *Deelname aan de studies van het CRM*

In het kader van een door de EG-Kommissie gesubsidieerd onderzoek voor de uitbreiding van het gamma cokesoorten heeft het Centrum voor Research in de Metallurgie verschillende proefnemingen voort in zake de verplaatsing van niet voor cokesbereiding geschikte steenkolen om ze in het cokesmengsel te brengen. De techniek bestaat in het met pek agglomereren van de niet voor cokesbereiding geschikte steenkolen en de totstandbrenging van gemengde inschietingen van cokeskolen en eitjes, in klassieke ovens.

Het programma heeft betrekking op de studie van het kwaliteitsverschil van cokes onder invloed van verschillende parameters, zoals: de aard van de steenkool, de aard en de hoeveelheid bindstof (pek of eventueel teertoevoegsel) en het kaliber eitjes. Om die verschillende factoren te kunnen analyseren werd onze agglomeratie-inrichting ter beschikking gesteld van het CRM en werd de pers van het NIEB-station uitgerust met nieuwe ringen waarmee eitjes van 50 g vervaardigd kunnen worden.

De eerste zes maanden van 1977 werden besteed aan de produktie van agglomeraten van 20, 35, 50 en 100 g op basis van Tsjechische steenkool (bestaande uit 85 % weinig geëvolueerd vet B en 15 % diverse meer geëvolueerde steenkoolsoorten tot antraciet) en steenkoolpek waarvan de gehalten 4, 6 en 8 % bedroegen. Tijdens het tweede halfjaar werden een dertigtal agglomeraties uitgevoerd op zes steenkoolsoorten van diverse oorsprong die behoorden tot de klassen 200, 511, 721, 722 en 733 van de internationale steenkoolclassificatie. De bindstof pek werd gebruikt naar rata van 6 en 8 % met, in bepaalde gevallen, toevoeging van 1 of 2 % teer.

De eerste carbonisatieproeven in een proefoven met een capaciteit van 400 kg, werden uitgevoerd in Zelzate. Het vervolg van het programma werd uitgevoerd in de oven van het nieuwe proefstation van het CRM, op het universitair domein van Sart-Tilman.

### 3.2. Deelname aan de voorafgaande studies inzake ondergrondse vergassing

#### 3.2.1. Proefinstallatie voor vergassing

Op technisch vlak werd het grootste deel van de problemen die eigen zijn aan de proefreactor opgelost. Het ritme van de proefnemingen ligt nochtans beneden de verwachtingen als gevolg van moeilijkheden met de inrichting voor luchtcompressie. Het technisch personeel, dat normaal de proefnemingen voorbereidt en uitvoert, moest meer en meer tijd besteden aan het opsporen van de zwakke punten van de compressoren en aan het preventief verbeteren ervan. Daarom heeft men er de voorkeur aan gegeven een nieuwe compressor te bestellen die met water gekoeld wordt en waarvan de eigenschappen hoger werden gekozen (druk van 50 bar en debiet van 126 m<sup>3</sup>/h), waardoor men hem niet tot zijn uiterste mogelijkheden moet gebruiken.

Wij herinneren eraan dat de voorbereidende onderzoeken, die werden ondernomen in het NIEB-proefstation, tot doel hebben de vergassing te bestuderen van steenkool onder hoge druk in conventionele omstandigheden die niet noodzakelijk deze moeten nabootsen die zouden worden verwezenlijkt « in situ ».

Tijdens de eerste ontstekingen waren de temperaturen in het brandbaar bed van die aard dat ze in onze perfect tegen warmte geïsoleerde installatie het smelten van de reactorwand hebben veroorzaakt, wat ons ertoe heeft gebracht rondom een beschermde zone met zand van Mol of fijn korund (0,2 - 0,4 mm) aan te brengen tussen de te vergassen lading en de metalen wand van de reactor.

De proefnemingen werden uitgevoerd op brandbare ladingen met 3 verschillende vulmethoden. De eerste bestaat uit een *homogeen* mengsel van 50 % magere steenkool met korrelgrootte 5-10 mm en 50 % korund 16 (1-1,5 mm). Bij de tweede vulmethode is het brandbaar bed van dezelfde aard, maar wordt het *heterogeen* gemaakt door de aanwezigheid van een axiale cilindervormige opening ge-

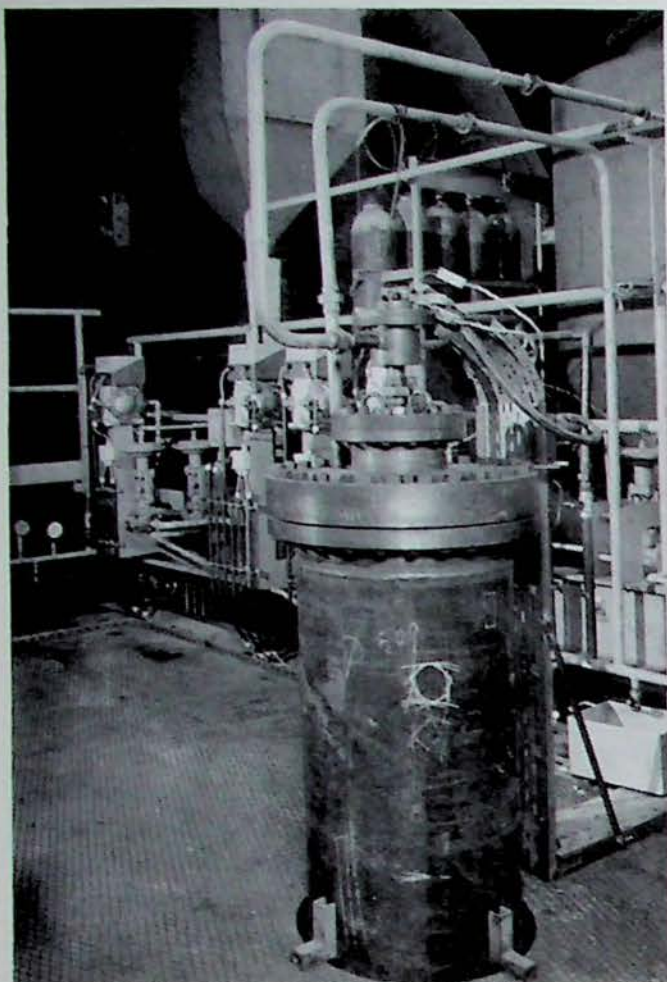


Fig. 19. — Proefreactor voor vergassing onder hoge druk.

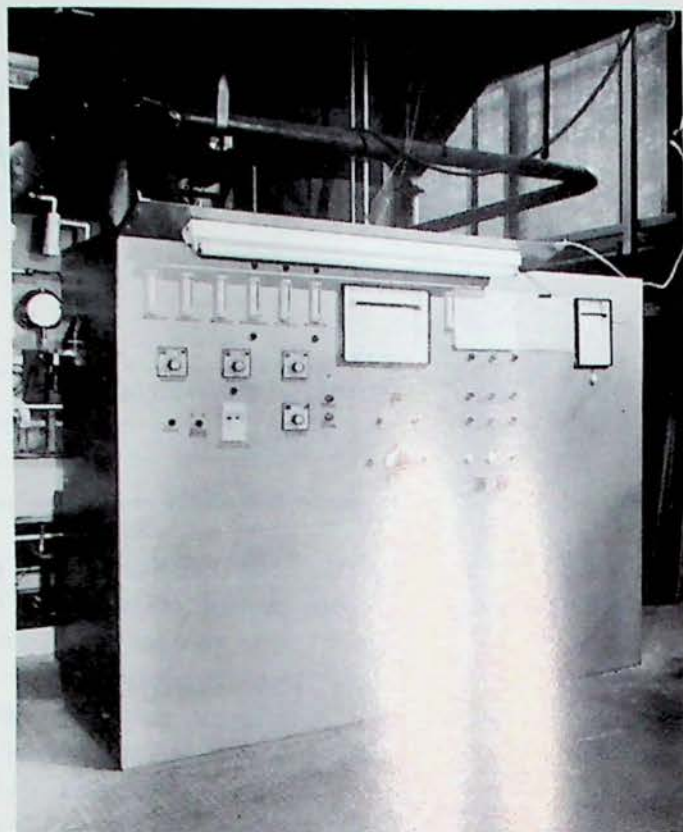


Fig. 20. — Controlebord voor de vergassingsinrichting.

vuld met aluminiumoxyde 3-6 mm dat veel doordringbaarder is. De derde vulmethode tenslotte, *eveneens heterogeen*, bestaat uit een opeenstapeling van betonplaten met 60 % steenkool 5-10 en 40 % vuurvast cement die in het midden doorboord zijn. De opeenstapeling vormt een weinig doordringbare cilindervormige lading met een volledig lege centrale cilindervormige opening met 5 cm diameter en een reeks breuken met een tussenruimte van 5 op 5 cm die een scheuring van de te vergassen lading nabootsen.

De proeven werden uitgevoerd door gebruikmaking van lucht als vergassingsmiddel volgens *twee functioneringswijzen*: continue debiet onder constante druk en opeenvolging van samenpersings- en ontspanningscycli. De continue gasuitstroming werd beproefd op de 3 ladingen met verschillende doordringbaarheid, terwijl de werking met cyclische variatie werd beproefd op 2 heterogene vullingen en in het bijzonder op de derde, gevormd door opeenstapeling van platen uit steenkoolbeton.

De in 1976 aangevatte reeks proefnemingen op homogene ladingen met continu-uitstroming onder constante druk, werd voortgezet. De resultaten bereikt voor een luchtmassadebiet van 5 en 15 Nm<sup>3</sup>/h bij een absolute druk van 3, 10 en 28 bar leiden tot de conclusie dat voor de vergassings- en distillatiefase :

- a) geen aanzienlijke invloed bestaat van de druk binnen de bestudeerde grenzen ;
- b) de stijging van het lucht- en gasmassadebiet een enigszins ongunstige invloed zou hebben op de stookwaarde en een eerder gunstige invloed op het vergassingsrendement.

Over het geheel genomen hebben de gassen een stookwaarde van 1.050 kcal/Nm<sup>3</sup> en schommelt het vergassingsrendement rond 70 %.

Het uittesten van de werking met continue gasuitstroming op de 2 soorten heterogene ladingen heeft een aanzienlijke invloed van de druk getoond. Ondanks een zeer doordringbare centrale cilindervormige opening verhogen de hoge drukwaarden het effect van warmteconvectie en de zeer lage relatieve snelheden tussen de lucht en de lading die daar het gevolg van zijn, volstaan om de verbrandings- en vergassingsreacties te onderhouden.

Een proefneming bij 11 bar, met luchtdebiet van 4,8 Nm<sup>3</sup>/h, uitgevoerd op de lading samengesteld uit 50 % steenkool 5-10 en uit korund 1-1,5 mm waarin de centrale cilindervormige opening van Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3-6 mm werd aangebracht, verliep op dezelfde wijze als de proeven op homogene ladingen : actieve reacties met maximumtemperatuur van 1.500°C en het verschijnen van een vergassings- en distillatiepe-

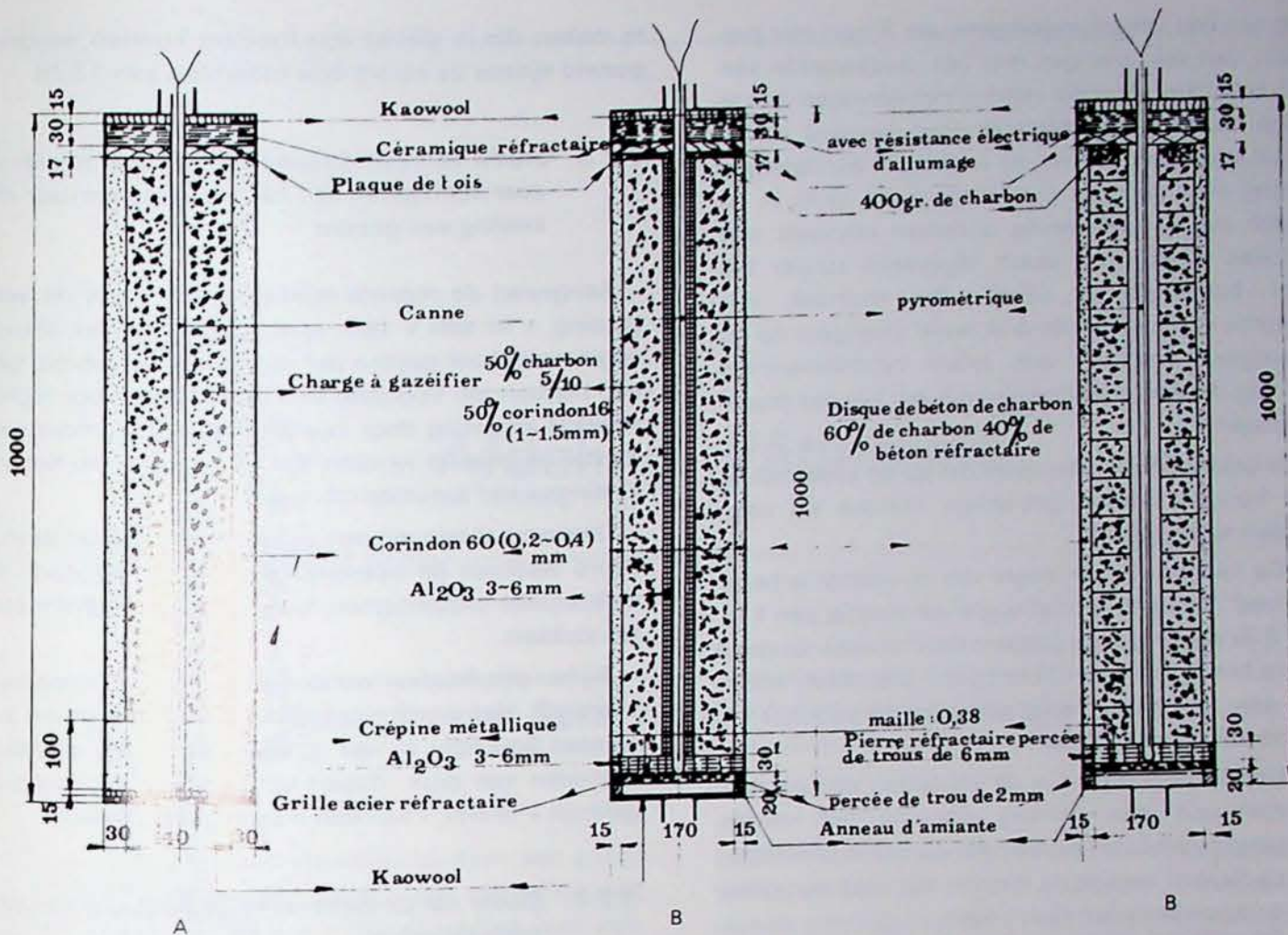


Fig. 21. — Methodes voor het vullen van de reactor.

Schema A : continu-uitstroming bij constante druk.  
 Schema B : discontinu-uitstroming bij variabele druk.

Kaowool : *kaowool*  
 Céramique réfractaire avec résistance électrique d'allumage :  
*vuurvaste keramiek met elektrische ontstekingsweerstand*  
 Plaque de bois : *houten plaat*  
 400 g de charbon : *400 g steenkool*  
 Canne pyrométrique : *thermozuil*  
 Charge à gazéifier : *te vergassen lading*  
 Charbon : *steenkool*  
 Corindon : *korund*  
 Disque de béton de charbon : *plaat van steenkoolbeton*  
 Béton réfractaire : *vuurvast beton*  
 Crépine métallique : *metalen rooster*  
 Maille : *maas*  
 Pierre réfractaire percée de trous de 6 mm : *vuurvaste steen door-  
 boord met gaten van 6 mm*  
 Grille acier réfractaire percée de trou de 2 mm : *rooster in vuurvast  
 staal met gat van 2 mm*  
 Anneau d'amiante : *ring van asbest*

riode van 330 min, met een vergassingsrendement van 62 % en produktie van een gas van 880 kcal/Nm<sup>3</sup>.

Drie proefnemingen uitgevoerd bij toenemende druk (3, 11 en 29 absolute bar) met luchtdebieten van 5 Nm<sup>3</sup>/h, op de ladingen gevormd door opeenstapeling van platen van steenkoolbeton, laten zien dat het op 29 bar is dat de invloed van de druk

spectaculair wordt. Wanneer de druk lager is dan 15 bar beperken de reacties zich tot het bovenste gedeelte van de reactor. Ondanks een zeer weinig doordringbare lading en de aanwezigheid van een lege centrale cilindervormige opening, heeft de invloed van warmteconvectie bij 29 bar geleid tot het verbranden van de steenkool langsheen de wanden van het gastrekkanaal en zelfs tot de totstandbren-

ging van een vergassingsregime van 3 uur, met produktie van een arm gas met een stookwaarde van  $370 \text{ kcal/Nm}^3$ . Om die reeks proefnemingen aan te vullen, werden de onderzoeken gevoerd inzake het tot stand brengen van de werking in blindgangen waarbij men periodes met inlating van lucht in de reactor zonder uitstroming onderaan afwisselt met periodes waarbij gas wordt afgevoerd zonder dat lucht binnengelaten wordt. Die techniek van cyclische variatie van de druk werd toegepast op de heterogene ladingen met axiale cilindervormige opening die een preferentiële trek van het gas mogelijk maakt.

De belangrijkste conclusies die uit de proefnemingen kunnen worden getrokken, kunnen als volgt worden samengevat :

- 1) De invloed van de lengte van de reactor is bepalend. Voor een ladinghoogte van minder dan 1 m, is de werking in de gasgenerator moeilijk tot stand te brengen in een heterogeen brandbaar milieu waar een kanaal werd aangebracht voor het uitstromen van het gas.
- 2) Onder hoge druk zijn de invloeden van warmteconvectie zeer gunstig wanneer het vergassingsmiddel van boven naar beneden circuleert ; zij zouden ongunstig kunnen zijn voor een circulatie van beneden naar boven.
- 3) De werking onder variabele druk heeft het mogelijk gemaakt aan te tonen dat de reacties zich kunnen voortzetten in de horizontale vlakken tussen de platen van steenkoolbeton, terwijl ze bij continu-uitstroming gelokaliseerd blijven aan de wanden van de by-pass-schouw.

Het programma van vergassingsproefnemingen onder druk en onder variabele druk zal in 1978 worden voortgezet op steenkolen met grotere korrelsamenstelling en waarbij als vergassingsmiddel mengsels van lucht +  $\text{CO}_2$  en lucht + stoom zullen worden gebruikt. Bovendien is het mathematisch model dat aan de universiteit van Luik bestudeerd wordt in de diensten van Professor L'Homme, bijna operationeel. De op dat model uitgevoerde berekeningen zullen worden vergeleken met de resultaten die bereikt werden door rechtstreekse proefnemingen in het proefstation, waardoor het aantal proefnemingen zal kunnen worden beperkt.

### 3.2.2. *Proefinstallatie voor verbranding van arm gas onder hoge druk*

De proefinrichting, gevormd door de ruimte die weerstaat aan 50 bar en de binnenoven in vuurvast beton, werd geplaatst en aangesloten op de diverse regelingstoestellen. De kast voor elektrische bediening en controle is eveneens voltooid. Er moeten nog enkele hulpstukken worden geplaatst om de eerste inwerkingstelling van de proefinstallatie mogelijk

te maken die in dienst zou moeten kunnen worden gesteld tijdens de eerste drie maanden van 1978.

### 3.2.3. *Studie van een automatisch ventiel bestemd voor het regelen van het waterdebiet voor afkoeling van gassen*

Aangezien de recente studies betreffende de vergassing « in situ » het verwerpen van het afkoelingstoestel voor gassen per oppervlak tot gevolg gehad hebben ten voordele van een toestel voor rechtstreekse afkoeling door injectie van water, moet een toestel uitgewerkt worden dat het debiet van het afkoelingswater automatisch regelt.

Daarom hebben wij een automatisch ventiel bestuurd waarvan de opening bestemd wordt door de differentiële uitzetting van twee concentrische metalen stukken.

Bij het proefstation wordt thans een prototype vervaardigd. Het wordt gemaakt van staal één en zal worden beproefd in een circuit waarbij de omstandigheden van druk, debiet en temperatuur van zijn gebruik « in situ » kunnen worden nabootst.

### 3.2.4. *Studie van de thermische vernietiging van een boringscasing*

Bij het proefstation werd een proefinrichting gemonteerd en in bedrijf gesteld voor het bestuderen van de uitschakeling, door thermische vernietiging, van een metalen verbuizingselement dat het dieper boren zou kunnen hinderen. De methode steunt op het gebruik van een vulling met aluminiumkorrels in de zone van de verbuizing die men wil vernietigen en op een verbranding van het aluminium en het staal in een zuurstofstroom. De eerste resultaten zijn hoopgevend ; de studie zal worden voortgezet om de meest geschikte werkwijze uit te werken.

## 3.3. *Deelname aan de werkzaamheden van de sectie « Polymeren »*

Het proefstation heeft deelgenomen aan het monteren en het aanpassen van stralingspanelen van verwarmingsweerstand voor proeven inzake kunstmatige bezonning, uitgevoerd op geprefabriceerde elementen in gelaagd polyester van zeer grote afmetingen en op bouwelementen in « Plastic Marble ». Het heeft eveneens de bevestiging uitgevoerd van de bestudeerde elementen op een dragende structuur die de werkelijke plaatsing nabootst.

Anderzijds heeft het station deelgenomen aan het uitrusten van de proefcabine voor gedrag t.o.v. vuur van de elektrische kabels volgens de Franse norm C 32-070.



## Afdeling Pâturages

### *Veiligheid « Springstoffen en ontploffingen »*

Het jaar 1977 werd gekenmerkt door een bijkomende ontwikkeling op gebied van ingeschakelde stofgrendels : het gaat om het uitwerken van een elektrisch toestel waarmee het mogelijk is te voorzien in de permanente controle van de continuïteit van de pyrotechnische keten die het Belgische systeem van ingeschakelde stofgrendels kenmerkt. Dergelijk systeem, gevormd door een reeks bluselementen, een mechanische detector en het toestel voor controle van de continuïteit, werd op het einde van het jaar volledig geplaatst (explosieve delen uitgezonderd) in de ondergrondse werken van de mijn van Eisden, met het oog op een technologische proefneming in de ondergrond.

Op een ander toepassingsgebied werden actieve bluselementen meermaals getest bij de buskruitfabriek PRB van Clermont-sous-Huy, op hun blusingsdoeltreffendheid bij rookloze buskruitsoorten die vuur vatten in een proefwerkplaats ingericht in een statische droogkamer.

Inzake springstoffen werd in 1977 overgegaan tot traditionele proeven voor de controle van monsters, die werden genomen uit het commerciële circuit dat de steenkolenmijnen bevoorraadt.

Op verzoek van een steenkoolexploitant hadden enkele schoten in mijn gas plaats met achteraan aangezette veiligheidsspringstoffen.

De Springstoffendienst van België heeft ons dit jaar de uitvoering van talrijke en gevarieerde taken toevertrouwd : werken betreffende springstoffen van waterige samenstelling, verscheidene meststoffen op basis van ammoniumnitraat, diverse met springstoffen verwante substanties, houtachtige materialen

gebruikt voor de weinig brandbare binnenbekleding van de laadbak van vrachtwagens die werden aangenomen voor het vervoer van springstoffen, slagkorden en in het bijzonder betreffende elektrische ontstekers, die moesten worden onderzocht in het kader van het onderzoek inzake een ongelegen massale ontploffing van dergelijke tuigen op 14 april 1977 in de verkoopplaats B die de firma Sertra Blasting uitbaat te Clermont-sous-Huy.

#### *4.01. Controle op springstoffen voor steenkolenmijnen*

Sedert 1976 gebruiken de Belgische steenkolenmijnen de Duitse springstof « Wetter-Roburit B » als springstof met veiligheid van type III tegen mijn gas en kolenstof. Vier monsters werden gecontroleerd en bevredigend bevonden in de proefomstandigheden in een mortier met gleuf, die eigen zijn aan type III.

Bovendien hebben verscheidene schoten die in het kader van de in Pâturages voor kandidaat-schietmeesters gehouden studiebezoeken in de hierboven vermelde omstandigheden werden afgevuurd, de positieve bevindingen van de controles bevestigd.

#### *4.02. Schietwerk met propschot met aanzetting achteraan*

België is nog een van de weinige landen waar, voor het schieten in steenkolenmijnen, de reglementering

het gebruik van de aanzetting vooraan oplegt : in ieder mijngat moet de ontsteker zich bevinden in de patroon die het laatst ingestoken wordt, en die zich dus het dichtst bij het boorfront bevindt, zodat de ontploffingsgolf zich voortplant in de richting van de bodem van het mijngat.

Op verzoek van een steenkolenexploitant werden ter vergelijking enkele schoten afgevuurd in een stalen mortier ter nabootsing van het propschot in een omgeving met mijngas, een keer met aanzetting achteraan (ontsteker op de bodem van het mijngat), de andere keer met reglementaire aanzetting vooraan.

Ieder schot betrof 9 patronen « Wetter-Roburit B » met een nominaal gewicht van 125 g en een diameter van 31 mm, geplaatst zonder prop in een mortier met oven van 36 mm diameter en 1,67 m diepte, zodat de rij patronen, gevat in een dunne overtrek van polyethyleen, begint op 5 cm van de mortiermond.

Met de aanzetting vooraan werd geen enkele ontvlaming vastgesteld voor vijf proeven, terwijl bij de aanzetting achteraan twee mijngasontploffingen plaatshadden op negen proeven (respectievelijk bij het derde en het negende schot).

Wanneer men weet dat in de Duitse Bondsrepubliek de springstof « Wetter-Roburit B » regelmatig gebruikt wordt bij de aanzetting achteraan die, zowel daar als in vele andere mijnlanden, reglementair is, zou men zich vragen kunnen stellen in verband met de veiligheid. Er dient nochtans opgemerkt te worden dat de springstoffen van de Duitse klasse II het mijngas niet doen ontvlammen wanneer zij worden afgevuurd in een proefmijn met aanzetting achteraan bij propschot in het mijngas, aangezien het gat werd geboord in het gesteente, zoals in de praktijk, en niet meer dat is van een stalen mortier.

#### 4.03. *Onderzoek van de geschiktheid tot overbrenging van de ontsteking tussen patronen van IREMITE 85*

De N.V. « PRB Nobel Explosifs » heeft voor officiële erkenning een springstof in waterig gel voorgesteld gevat in patronen van geringe diameter : 27 en 30 mm, nominaal gewicht van de patronen : 250 g (monster verstrekt in mei).

Het gaat om een slurry gesensibiliseerd met aluminium, stijf geworden in kokers van polyethyleen afgesloten met klemmen aan ieder uiteinde, zodat rollen van 36 cm lengte (werkelijke  $\phi$  27,5 mm) of van 29 cm lengte gevormd werden.

De proefnemingen met schoten voor geschiktheid tot overbrenging van de ontsteking werden uitgevoerd d.m.v. patronen geconditioneerd op  $-5^{\circ}\text{C}$ , betrekkelijk lage proeftemperatuur rekening houdend met de gebruiksomstandigheden in België.

Uit een eerste reeks proefnemingen, uitgevoerd in juni 1977, is gebleken dat de drempel voor overbrenging van de ontsteking hoog genoeg was (minstens 4 cm) bij het schieten in sterke insluiting (stalen buis met 4 à 5 cm binnendiameter en 18 mm wanddikte), maar nogal zwak in vrije lucht.

Een tweede reeks schoten inzake geschiktheid tot overbrenging van de ontsteking werd uitgevoerd in september en oktober 1977, waarbij de insluitingsomstandigheden van de geteste ladingen gevarieerd werden.

Op dat ogenblik was de springstof vier tot vijf maanden gefabriceerd. Bovendien werden de vóór iedere proefneming op  $-5^{\circ}\text{C}$  geconditioneerde patronen, in twee stukken van gelijke lengte gesneden, zodat de bij een schot gebruikte aanvangs- en ontvangstladingen ieder niet meer dan ongeveer 125 g wogen.

In een stijve buis van kunststof met een diameter van 30 mm en een lengte van 40 mm, met kleiproppen aan weerszijden van de ladingen, heeft men tweemaal na elkaar volgende drempels gevonden :

1/2 patronen	$\phi$ 27 mm	4 cm
	$\phi$ 30 mm	19 cm

Door het afvuren van 1/2 patronen met  $\phi$  27 mm in een stalen buis met  $\phi$  40/76 mm, werden volgende drempels bereikt :

- 9 cm zonder proppen,
- 5 cm met lichte proppen,
- meer dan 15 cm met goed opgestapelde proppen.

#### 4.04. *Onderzoek van uit groeven genomen slagkoorden*

Bij het afvuren van een massa-schot in een groeve te Zinnik in mei 1977 deden zich weigeringen voor bij herhaalde pogingen tot het veroorzaken van de ontsteking van het circuit van de slagkoorden geplaatst in de vrije lucht op het boorvlak van de verticale mijnen.

Minstens tweemaal na elkaar heeft de ontsteking zich niet voortgeplant in koord met 12,9 g/m van het merk « Dynacord » afkomstig van een bepaalde spoel en behoorlijk aangezet met een gepaste ontsteker, zonder dat sprake kon zijn van mogelijke losrukingsverschijnselen wanneer het circuit van de slagkoorden geplaatst in de vrije lucht, vertragingsoverbindingen bevat.

Uit het onderzoek van de bewijsstukken bleek geen andere anomalie dan het onregelmatig uitzicht van het koord aangezien bepaalde stukken van enkele centimeter over verscheidene decimeter lengte niet regelmatig gedraaid waren (slecht gemaakt touw,

niet eenvormig rond, waardoor het soms een meer dan normale welving aannam).

Tijdens laboratoriumproeven kon geen enkel flagrant gebrek aan kruit in de explosieve lading van het koord, noch enige ontstekingsoverdrachtweigering worden aangetoond.

De onweerlegbaar vastgestelde weigeringen tijdens het industrieel gebruik kunnen waarschijnlijk worden toegeschreven aan stukken koord waarbinnen een plaatselijk lossen van de wrong van de draden een gebrek aan dichtheid veroorzaakte in de penthrietkern.

Dergelijke veronderstelling wordt gesteund door werkzaamheden zoals die ingeschreven onder 109 op het Internationaal colloquium van het CNRS over « De detonatiegolven », Gif-sur-Yvette 1961 : S. Paterson & P. Lamb « The detonation of PETN in tubes of small diameter ».

Volgens die studie veronderstelt de ontstekingsnelheid 6.000 à 7.000 m/s die typisch is voor een kruitkoord, een schijnbare dichtheid van de ontploffingskern van 1,3 à 1,4 g/cm<sup>3</sup> en is het zeer waarschijnlijk dat bij die dichtheden het gamma van de stabiele isotoemen zeer klein is ; bijgevolg bepaalt een gebrek aan dichtheid de overdrachtweigering.

Uit het onderzoek van een koord van het merk Bonocord, met een nominale lading van 12 g/m, is gebleken dat het penthriet-gewicht veel te laag was : ongeveer 8,5 g/m in plaats van 12.

#### 4.05. *Verhittingsproef onder insluiting van stoffen die ontploffing kunnen veroorzaken*

Rekening houdend met een mogelijk ontplofingsgevaar bij verhitting van mengsels CdS + Se + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> met maximaal 25 % nitraat richtte de « Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne » zich tot de Springstoffendienst van België.

Besloten werd dergelijk mengsel met 14 % ammoniumnitraat te onderwerpen aan de RID/ADR verwarmingsproef onder insluiting in een stalen huls met gekalibreerde lichtschijf (die werd beschreven in paragraaf 407 van het NIEB-jaarverslag 1971).

De toepassing van de genormaliseerde proef, die een welbepaald verhittingsprogramma omvat, heeft geleid tot een grensdiameter van 0,5 mm, aangezien de ontploffing zich voordeed een dertigtal seconden na het inschakelen van de gasbranders die tezamen 6,8 liter propaangas per minuut verbruiken.

Door het verhittingsprogramma te intensifiëren door een hoger verbruik van de branders (resp.

9,0-10,2 en 11,0 à 11,5 liter C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>/min), werden ontploffingen geregistreerd met de lichtschijf van 1,0 mm diameter, terwijl de nodige wachttijd slechts 18 seconden kon bedragen. Men heeft geconcludeerd dat er, voor een bepaalde massa van het verhitte produkt, ontploffingskansen bestaan die groter worden met de graad van insluiting en de intensiteit van het verhittingsprogramma.

De N.V. Janssen Pharmaceutica heeft ter uitvoering van proefnemingen een monster van m-chloorperoxybenzoezuur voorgelegd dat op dezelfde wijze werd onderworpen aan de verwarmingsproef in de huls ; ook daar werd een grensdiameter van 0,5 mm gevonden.

Dit produkt heeft eveneens de genormaliseerde RID/ADR-proefnemingen ondergaan in een halfronde ijzeren bak die roodgloeiend gestookt wordt, inzake geschiktheid tot ontvlaming en verbranding onder insluiting in een kistje van plaatstaal.

#### 4.06. *Onderzoek van de brandbaarheid van houtachtig materiaal in brandvrije platen*

Wanneer de laadbak van voertuigen die aangenomen werden voor het transport van springstoffen houtachtige materialen bevat, moeten die weinig brandbaar zijn, ofwel van oorsprong ofwel dankzij een behandeling voor het brandvrij maken ervan, uitgevoerd door onderdompeling of door algehele bestrijking.

Beschrijving van de test : de horizontaal gehouden plaat van houtachtig materiaal wordt aan de onderkant bewerkt met de vertikaal gerichte oxyderende vlam van een oxy-acetyleenbrander waarvan de bek zich bevindt op 20 mm van het oppervlak van het monster. De tijd die de vlam nodig heeft om de plaat te doorboren wordt gemeten ; van zodra de plaat doorboord is, wordt de brander gedoofd en kijkt men of het monster blijft nabranden, waarbij de eventuele nabrandtijd genoteerd wordt.

Ter vergelijking vermelden wij dat een plaat van 14 mm dik van niet brandvrij gemaakt eikenhout doorboord wordt op 20 à 25 seconden ; het vuur blijft eerst branden met een vlam die een tiental seconden of meer (tot 2 min) aanhoudt, daarna met gloeiende punten. Een plank van 10 mm dikte van wit hout, die aan een kant brandvrij werd gemaakt door bestrijking, wordt doorboord in 18 seconden, ongeacht de bewerkte kant, waarna een vlam en daarna gloeiende punten aanhouden op het niet behandelde vlak.

Voor behoorlijk brandvrij gemaakte houtachtige materialen, met een dikte van 12 à 18 mm, vinden wij voor de toepassingsduur van de oxy-acetyleensteekvlam vereist voor het doorboren, vergeleken met

de dikte van het plaatmonster, 3 à 4 s/mm. De nabrandtijd van het vuur varieert van 0 tot 5 seconden.

De proef wordt aangevuld met verificatieproeven door de steekvlam van de brander toe te passen op de kant van de geteste plaat.

De Springstoffendienst van België neemt geen houtachtige materialen aan waarvan de doorbooringsweerstand minder bedraagt dan 3 s/mm.

#### 4.07. *Onderzoek van elektrische ontstekers voor steenkolenmijnen*

Op 14 april 1977 ontplofte te Clermont-sous-Huy een opslagplaats voor elektrische ontstekers in installaties gebruikt voor de verkoop van springstoffen aan Belgische afnemers.

In het kader van het door hem inzake die ongelegen ontploffing gevoerde onderzoek heeft de Springstoffendienst van België de noodzaak ingezien van diverse proeven van elektrische aard op ontstekers van het type waaraan getwijfeld wordt door het ongeval.

##### 4.07.1. *PNE-ontstekers in voorraad te Pâturages vóór april 1977*

Het gaat om 20 momentontstekers en 9 ontstekers met geringe vertraging nr. 5, alle met draden van 3 m lengte.

Eerst werd de totale elektrische weerstand gemeten waarbij waarden werden gevonden die vervat waren in de vork die door de fabrikant werd vermeld, d.i. 2,1 à 2,3 ohm.

Daarna werd de elektrische isolatie van het ontstekingscircuit gecontroleerd t.o.v. het metalen element van de ontsteker dat vreemd is aan dat circuit, d.i. zijn buisvormige koperen koker, en werd in alle gevallen, zoals voorgeschreven door circulaire nr. 127 van de Directeur-generaal der Mijnen, een weerstand gevonden die als oneindig mag worden beschouwd wanneer een gelijkspanning van 500 V wordt toegepast tussen de wrong van de blank gemaakte uiteinden van de draden en een elektrode die, zoals de buis van de ontsteker, in een bak met zoutoplossing gestoken wordt.

Dit resultaat betekent dat meer dan 500 V nodig is om de potentiaal te bereiken die, binnenin de ontsteker, een gloeihoog kan doen ontstaan tussen de koperen koker en de binnengeleiders (niet-zichtbare uiteinden van de draden van de ontsteker, vastgesoldeerd aan de ontstekingspil, evenals die pil zelf in haar diverse elementen).

Er werd dan overgegaan tot een derde soort proef door aan de wapeningen met een capaciteit van 98 pF enerzijds de koperen koker van de ontsteker en anderzijds de wrong van de vrije uiteinden van zijn draden aan te sluiten, en door daarna de spanning te doen stijgen totdat de doorslagpotentiaal bereikt wordt, die genoteerd wordt (er wordt een voltmeter met zeer hoge ingangswaerstand gebruikt).

Voor de twintig momentontstekers hebben wij doorslagpotentialen gevonden tussen 3 en 4,75 kV; in geen enkel geval had het springen van de boog binnenin de ontsteker aantoonbare pyrotechnische gevolgen.

In het geval van 5 tijdontstekers genomen uit de 9 beschikbare exemplaren, lag de doorslagspanning tussen 5 en 6 kV; een van de 5 geteste ontstekers sprong toen de spanning 6 kV bereikte.

##### 4.07.2. *Vóór april 1977 vervaardigde NE-ontstekers*

Het gaat om 900 ontstekers met geringe vertraging (100 van ieder van de nummers 0 tot 8) genomen uit de mijn van Waterschei na het ongeval te Clermont.

Op 30 ontstekers van ieder van de beschikbare nummers met vertraging werd de hierboven beschreven proef uitgevoerd voor het bepalen van de doorslagspanning zonder echter 6 kV te overschrijden.

De laagste gevonden doorslagpotentiaal bedraagt 2000 V, hij kwam voor in drie gevallen (een nr. 3, een nr. 6 en een nr. 7). Wij bereikten 6 kV zonder « doorslag » in elf gevallen op 270; bovendien is een ontsteker nr. 1 gesprongen door « doorslag » op 6200 V.

Zes andere deden hetzelfde op hierna volgende wijze :

- twee nr. 3 op respectievelijk 3700 en 4800 V,
- een nr. 4 op 4000 V,
- drie nr. 8 op respectievelijk 4500, 5000 en 5200 V.

De zeventig andere beschikbare detonatoren nr. 8 werden dan getest op dezelfde wijze door gebruik te maken van een capaciteit van 80 pF i.p.v. 98.

Er werd gevonden dat alle doorslagspanningen hoger waren dan 2 kV, maar 5 detonatoren sprongen tijdens de proef, respectievelijk bij 4000 - 4000 - 4700 - 5000 en 5300 V. De zevenennegentig detonatoren nr. 8, die overbleven na het testen van de doorslagpotentiaal op de dertig eerste ervan, werden getest d.m.v. de isoleringsproef op 500 V: alle gaven een bevredigend resultaat.

#### 4.07.3. *Uit het puin van de verwoeste opslagplaats gehaalde PNE-detonatoren*

Het gaat om 186 moment- en tijdontstekers samen (nr. 1-2-9 en 10).

Hun draden, die vaak beschadigd waren, werden kort afgesneden voor het meten van de weerstand van de binnengeleiders (hoofdzakelijk de brugdraad binnenin de ontstekingspil).

Negen ontstekers moesten worden verwijderd wegens beschadiging van de pil of de uiteinden van de draden nodig voor het aansluiten op de proefapparatuur. Voor de andere lag de restweerstand tussen 1,53 en 1,85 ohm.

De doorslagpotentialen die werden bepaald met de apparatuur die een capaciteit van 80 pF had, liggen tussen 1,5 en meer dan 6 kV (hoogste proefgrens). Een ontsteking sprong bij 3 kV.

...

Men zal zich hierboven beschreven proeven opgemerkt hebben dat de capaciteit van 80 of 98 pF, volgens het geval, aangebracht in de potentiaal vereist voor een doorslagontlading in de ontsteker, zonder merkelijke ohmse weerstand werkt in het ontladingscircuit.

In 1978 zullen proeven plaatshebben die een capaciteit en een weerstand aanwenden van grootten die analoog zijn met die van het menselijk lichaam.

#### 4.08. *Proeven betreffende de ontstekingsgeschiktheid van produkten op basis van ammoniumnitraat*

##### 4.08.1. *Stikstofhoudende meststoffen en technisch zuivere ammoniumnitraten*

Met behulp van de schietinrichting die voorkomt op figuur 19 van paragraaf 4.11 van het NIEB-jaarverslag 1974, hebben wij twee stikstofhoudende meststoffen op basis van ammoniumnitraat getest :

- een driedelige meststof met 24 % N, van Duitse oorsprong, gefabriceerd door de « BASF Aktiengesellschaft » in Ludwigshafen,
- een stikstofhoudende meststof met 26-27 % N van Italiaanse oorsprong, gefabriceerd door de « SpA ANIC » in Ravenna, voorgelegd door de Antwerpse firma N.V. G. Janssens en Co.

Deze produkten plantten de detonatie niet voort in de proefomstandigheden, zelfs niet nadat ze een kunstmatige veroudering hadden ondergaan van vijf temperatuurcycli 25-45°C.

Buiten deze produkten hebben wij in het verkoopmagazijn voor springstoffen in Châtelet een monster genomen van ammoniumnitraat in technisch zuivere prills (34,8 % N) die gefabriceerd werden door de firma CdF-Chimie in Mazingarbe (Frankrijk). Dit nitraat plant de ontsteking volledig voort wanneer het geschoten wordt in buisjes met 100 of 150 mm diameter, zonder enige veroudering, met de gewone ontsteking met « Alsilite » (beschreven in paragraaf 4.11 van het NIEB-jaarverslag 1974). Het produkt reageert daarentegen bijna niet als het in een buisje met 100 mm diameter wordt aangezet met een slagkoord Supercord met 40 g/m penthriet die axiaal in het cilindervormige buisje gespannen wordt.

Tegelijk met deze proeven zijn wij voortgegaan met het bepalen van de poreusheid van de bestudeerde prills volgens de olieretentiemethode alsook van hun schijnbare densiteit en hun korrelverdeling.

##### 4.08.2. *Springstof met fuelnitraat (ANFO)*

Uit het magazijn in Châtelet hebben wij ook een monster van de springstof ANFO (brisante springstof FP) genomen om er de hierboven beschreven proeven betreffende de geschiktheid tot voortplanting van de ontsteking mee uit te voeren. Afgeschoten in een stalen buisje met 100 mm diameter gedraagt dit produkt zich als een echte springstof voor alle toegepaste aanzettingswijzen :

- de puntsgewijze aanzetting met Alsilite ;
- de lineaire aanzetting met axiaal geplaatst slagkoord, hetzij met supercord met 40 g PETN/m hetzij met gewoon Dynacord met 12 g/m.

#### 4.09. *Onderzoekingen over een ingeschakeld stofgrendelsysteem*

##### 4.09.1. *Stofgrendel voor ondergrondse werken in de mijn*

Zoals aangekondigd in paragraaf 4.16. van het NIEB-jaarverslag over 1976, heeft het gebruik van het NONEL-snoer en snelle verbindingen van het type voor verbuizingen om tegelijkertijd te voorzien in de verbinding tussen bluselementen die in reeks verbonden zijn en de overbrenging van het pyrotechnisch inschakelingssignaal, het eveneens mogelijk gemaakt een eenvoudig en doeltreffend elektrisch toestel in te stellen dat enkel dient voor het permanent controleren van de continuïteit van de pyrotechnische keten.

Dit toestel bestaat hoofdzakelijk uit elektronische apparatuur die de continuïteit van een elektrische stroomkring kan controleren die nauw verbonden is met de pyrotechnische lijn die ontstaat door het

reeksgewijze verbinden van een rij blussers. Die apparatuur signaleert onmiddellijk iedere onderbreking of afsnijding die zich voordoet in de lijn en reageert eveneens bij kortsluiting (die b.v. overeenkomt met een ongelegen inkorting van de lijn); het maakt het bovendien mogelijk het defect zeer vlug te lokaliseren.

Al de elektrische apparatuur is opgesteld in een blok ontploffingsvrije kasten, en de elektrische controlelijn is van intrinsieke veiligheid.

De mechanische detector met klep, waarvan de vitale onderdelen (afgebeeld op fig. 22) bij praktisch gebruik geplaatst zijn in een sterk beschermingskarkas, werd onderworpen aan proeven door in een tunnel veroorzaakte ontploffingen, zowel in de installaties van het Cherchar te Verneuil-en-Halatte (F) als in de proefmijn Tremonia te Dortmund (BRD).

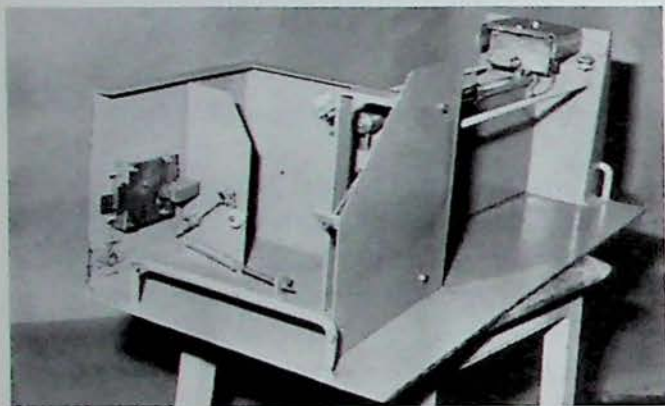


Fig. 22. — Onderdelen van de mechanische detector met klep.

Men kan zich een idee vormen van de gevoeligheid van de detectie door het globale resultaat van 10 proefontploffingen uitgevoerd in Duitsland, uitgedrukt in dynamische detectiedruk: het gemiddelde ligt op  $1,4 \text{ kN/m}^2$ , te vergelijken met de  $4 \text{ kN/m}^2$  vereist in het geval van de troggen met water die de niet-ingeschakelde klassieke stofgrendels vormen.

Tijdens die tien proefnemingen bedroeg de statische detectiedruk gemiddeld  $0,09 \text{ bar}$ .

De apparatuur die gevoelig is voor de wind van de ontploffing werd natuurlijk in zijn metalen beschermingskarkas geplaatst, aan twee tegenoverliggende kanten voorzien van ingangs- en uitgangsmondingen voor de windjacht (de behoorlijk vastgepende beweegbare klep reageert op de jacht van een ontploffing, maar niet in de andere gevallen).

De wind van een ontploffing gaat altijd de vlam ervan vooraf zodat het mechanisch systeem detectie mogelijk maakt voordat het vlamfront het deel van de tunnel bereikt waar zich de detector met klep bevindt.

In de Franse proefgalerij werden middelsterke stofontploffingen veroorzaakt en werd geregistreerd dat de detector in werking trad, of zijn klep vastgepend was of niet, ongeveer  $135 \text{ ms}$  na het voorbijkomen

van het windfront en ongeveer  $250 \text{ ms}$  na het voorbijkomen van het vlamfront, dat vooruitging met  $40\text{-}60 \text{ m/s}$ .

Midden november 1977 werd een volledig systeem van ingeschakelde stofgrendel dat nochtans geen enkel ontplofbaar element bevatte maar wel een elektrisch systeem voor permanente bewaking dat toezicht houdt over de integriteit en de continuïteit van een rij van 30 bluselementen, geïnstalleerd om technologisch getest te worden in de luchtafvoergalerij nabij de winfronten van een werkplaats met voorwaartse pijlerwinning in de mijn van Eisden, in de Kempen.

De bedoeling hiervan is een beeld te krijgen van het gedrag van het systeem, zijn robuustheid en zijn bruikbaarheid in de mijnindustrie. De opstelling van een detector en de eerste bluselementen van een reeks die in de galerij werd opgesteld wordt gegeven op figuur 23: men ziet hoe het systeem inneemt.



Fig. 23. — Opstelling in een galerij van een detector verbonden met een rij bluselementen.

#### 4.09.2. Automatische blusinrichting voor diverse industrieën

In paragraaf 4.16. van het NIEB-jaarverslag over 1976 werd verslag uitgebracht over de eerste proefnemingen die te Pâturages werden uitgevoerd voor het toepassen in de pyrotechniek van het voor de mijnen uitgewerkte blussysteem.

Dit idee heeft een bepaalde belangstelling gewekt bij de buskruitfabrikanten die vastgesteld hadden dat zij een blussysteem met groot waterdebiet nodig hadden dat met volledig debiet in werking kon treden van zodra het ingeschakeld werd.

Men heeft het geval beschouwd voor het drogen van het rookloze kruit met nitroglycerine, « ball-powder » genaamd, op matten van ongeveer 60 × 80 cm zijde, waarvan het onderste gedeelte uit vlechtwerk bestond dat omhuld was met doek, en die ieder geladen werden met 20 kg poeder dat aangebracht werd in lagen van ongeveer 5 cm dikte.

De matten bevinden zich naast elkaar op een droogtafel waarvan zij het blad vormen, zodat de warme lucht die door een daartoe bestemde kast geblazen wordt, van onder naar boven gedreven wordt doorheen de kruitlaag om alzo de vochtigheid op te nemen en vervolgens in de lucht van de droogkamer te ontsnappen. Het kruit van de matten wordt zodoende uiteindelijk droog.

Indien het vuur in een mat slaat gaat al het in de droogkamer aanwezige kruit branden, met de uitwasemingen van de gassen die brand doen ontstaan en de hiervan te verwachten gevolgen.

In de buskruitabriek PRB van Clermont-sous-Huy werd in 19... een proefwerkplaats uitgerust voor het nabootsen van een droogplank van iets meer dan 4 m lengte die plaats bood aan zes naast elkaar liggende matten.

De omstandigheden die in de praktijk van toepassing zijn worden gerespecteerd, behalve dat de drooglucht, geblazen tegen een snelheid van 5 m/s aan de ingang van de kast die onder de matten door loopt, niet verwarmd is.

Het door de matten ingenomen oppervlak bevindt zich in het veld van de foto-elektrische cellen die op een muur van de werkplaats geplaatst zijn. Die voor wit licht gevoelige cellen hebben een reactietijd die afhankelijk is van de intensiteit van de lichtimpuls en die, volgens de leverancier, in het beste geval 20 ms zou bedragen.

Het werkingsprincipe van het detectiesysteem berust op de wijziging van een elektrische weerstand door de werking van de cellen. Indien de wijziging tamelijk groot is, wordt een relais aangesproken voor het inschakelen van een hulpstroom.

Het regelen van de gevoeligheidsdrempel gebeurt d.m.v. een daartoe bestemde schroef, door het inbrengen van een bepaalde weerstand.

Bij de eerste proefnemingen is de blusinrichting enkel samengesteld uit 12 sproeiperen die boven de matten hangen en waterverstuivers geplaatst in de luchttoevoerkast onder de matten.

Die eerste proefnemingen leverden geen voldoende resultaat op, dit werd toegeschreven aan twee hoofdredenen: de besproeiing begon nooit eerder dan meer dan een seconde na het verschijnen van het vuur en bedroeg, bij volledig debiet, alles samen niet meer dan 2,5 liter per seconde per strekkende meter droogplank.

Welnu, het is duidelijk dat het vuur van het buskruit zo vlug mogelijk moet worden bestreden d.m.v. water verstoven in zo groot mogelijke hoeveelheden.

Men weet dat onze pyrotechnische blusser in staat is een debiet te leveren dat twintigmaal groter is, maar dit slechts gedurende een halve seconde.

Om die redenen werden, evenwijdig met de rij sproeiperen en aan weerszijden ervan, twee reeksen bluselementen opgehangen: iedere reeks is dus 4 m lang; de ene wordt aangezet door een tijdontsteker die in principe 0,5 seconde later springt dan de momentontsteker. Die ontstekers krijgen gelijk met de elektromagnetische klep die de voeding van het sproeisysteem opent, een stroomimpuls.

Het idee is als volgt: bij het ontstaan van vuur reageert de pyrotechnische blusser met momentontsteker als eerste en wordt een halve seconde later gevolgd door de tweede die zorgt voor de aflossing, zodat in het grootste gedeelte van het bluswerk werd voorzien op het ogenblik dat de besproeiing met volledig debiet begint te werken.

Uit de eerste proeven, uitgevoerd met twee of vier matten geladen met ieder 20 kg, is gebleken dat zodoende interessante resultaten konden worden bereikt wanneer het kruit van een van de matten werd aangestoken d.m.v. een aansteker met elektrische ontstekingskop en 0,5 g zeer fijn zwart kruit: de vlam kon gemakkelijk bedwongen worden en men recupereerde ofwel 39 kg op 40 gebruikt voor de proef, ofwel 78 à 79 op 80.

Er werd toen aan gedacht de proef moeilijker te maken, door een aansteker met 0,5 g zwart kruit te plaatsen in twee niet aangrenzende matten uit een reeks van zes, ieder geladen met 20 kg ball-powder, waarbij de ontstekingsmatten zelf bij voorkeur poedersoorten met ongeveer 20 % nitroglycerine bevatten (i.p.v. 9-10 %, zoals voor het sferisch kruit 30).

Op die wijze worden de moeilijkheden natuurlijk vermenigvuldigd, misschien tot boven de eventualiteiten van de praktijk; maar het ging er eigenlijk om de betrouwbaarheid van het procédé enigszins te evalueren.

Twee proefnemingen konden worden gefilmd zodat het door een nauwkeurig onderzoek van de films, zoals vroeger samengaand met het meten van de werkingstijden van de pyrotechnische blussers, mogelijk wordt de chronologie van de gebeurtenissen vast te stellen.

Tijdens die proeven met 6 × 20 kg worden de twee aanstekers respectievelijk in de derde en de vijfde mat geplaatst: tijdens proef nr. 1 bevat de derde mat kruit met 20 % nitroglycerine, niet in sferoïdale korreltjes maar in geplette schilfertjes van 0,10-0,15 mm dikte (zeer lichte schilfertjes, die gemakkelijk in de lucht kunnen worden gesuspenderd).

deerd) ; bij proef 2 gaat het uitsluitend om sferisch kruit.

Tabel XIII geeft de chronologie van die twee proeven.

TABEL XIII

Tijd (duizendsten v.e. seconde)	Proef 1	Proef 2	Opmerkingen
Toevoer van de ontsteekstroom	0	0	—
Verschijnen eerste lichtstraal	18	32	1e aansteker
Verschijnen tweede lichtstraal	67	115	2e aansteker
Werking 1e pyrotechnische blusser	274*	240*	meting
Werking elektroklep	229	265	verklikkerlamp
Verdwijnen zichtbare vlam	431	—	vlam blijft in 2
Verschijnen lichtpuntjes in lucht	546	—	vlam blijft in 2
Werking 2e pyrotechnische blusser	819*	739*	meting
Totale uitdoving	—	880	alleen 1 proef
Begin besproeiing	2148	2028	waterstraaltje
Besproeiing met volledig debiet	2990	2942	konische straal
Uiteindelijke uitdoving	10356	—	alleen 1 proef

\* De met een sterretje aangeduide punten zijn nauwkeurig op 0,5 ms ; de andere op  $\pm 8$  ms.

Bij proef 1 hield ieder laattijdig optreden van vuur (in werkelijkheid schilfertjes brandend in suspensie in de lucht) slechts op na het starten van de besproeiing.

Bij proef 2 waren alle vlammen gedoofd in minder dan één seconde, dus vóór de werking van de besproeiing.

Wij stellen aldus de doeltreffendheid vast van de pyrotechnische blusinrichting.

Maar wij zien ook dat de besproeiing met het klassieke systeem slechts zeer laattijdig optreedt.

Er is geen verbinding gemaakt tussen de globale duur van de werking van de twee pyrotechnische blussers met groot debiet, waarvan de ene de andere goed aflost, enerzijds en de sproeiperen met betrekkelijk klein debiet anderzijds.

Welnu, tijdens het hiaat dat de twee opeenvolgende onderwaterzettingsperiodes van elkaar scheidt, is men overgeleverd aan een heropflakking van het vuur die te wijten is aan het blijven bestaan van een warm punt of de neerslag van een brandende korrel, en wij weten dat de peerbesproeiing op zichzelf slechts beperkte blusmogelijkheden heeft. Zij kan doeltreffend zijn tegenover een kleine vuurhaard (proef 1) of zelfs overbodig (proef 2). In een minder gunstig geval zou het niet kunnen volstaan.

Om die reden moet het samenbrengen van de twee systemen nog worden verbeterd door de reactietijd van de besproeiing te verbeteren met het oog op het uitsluiten van ieder gewaagd toeval.

#### 4.09.3. Internationale colloquia en vergaderingen

Bewust van het belang van de stofgrendels voor de veiligheid, zowel in de steenkolenmijnen als in de kruitfabrieken en pyrotechnische werkplaatsen, is het NIEB in 1977 begonnen met zijn verwezenlijkingen op dat gebied in het buitenland bekend te maken.

Zo ontving de afdeling Pâturages van het NIEB op 17 en 18 maart 1977 de Europese experts op gebied van ingeschakelde stofgrendels, voor hun vijftiende vergadering. Bij die gelegenheid hebben de diverse delegaties de balans opgemaakt van de recente verrichtingen in hun respectievelijke instituten om daarna kennis te nemen van de meest recente realisaties van het NIEB op het betreffende gebied.

Op het Colloquium over de Veiligheid en de pyrotechniek dat op 26 oktober 1977 door de EFAB werd gehouden te Bourges (F), heeft het Hoofd van de Springstoffendienst van België een mededeling gedaan met als titel « automatische blusser voor buskruitfabrieken en pyrotechnische werkplaatsen », geïllustreerd met film- en diaprojecties.

Op 30 november 1977 ontving de steenkolenmijn van Eisden bezoek van de werkgroep « Ontvlambaar stof » die werkt bij het Permanent orgaan voor de veiligheid en de salubriteit van de steenkolenmijnen (Europese Commissie), die belang stelde in de ingeschakelde-stofgrendelinrichting die in de ondergrond is geïnstalleerd.

De volgende dag was die groep te gast bij de afdeling Pâturages waar zij bijkomende informatie kreeg over die inrichting evenals over haar gebruik voor bovengrondse installaties.



---

## 5. Veiligheid « Brand - Mijngasmeting - Stof »

---

Zoals in 1977 was de systematische controle van de fabricage van transportbanden voor ondergrondse werken in de steenkolenmijnen de voornaamste activiteit van de dienst in 1977. Naar rata van één controle per rol van 40 m hebben wij de overeenstemming met het aangenomen prototype nagegaan voor meer dan 50.000 m band.

Buiten de proeven hebben wij meerdere prototypes van banden aangenomen en hebben wij enkele oriëntatieproeven uitgevoerd op dat gebied. Bovendien heeft het NIEB op het einde van het jaar een onderzoeksovereenkomst ondertekend voor twee jaar met het Permanent Orgaan voor Veiligheid en Salubriteit in de Steenkolenmijnen van de Europese Gemeenschap, met als opdracht een controle-methode voor de ontvlambaarheid van banden nader uit te werken op een klein proefmonster.

Gelijklopend met die activiteit heeft de dienst zijn opdracht voortgezet op gebied van moeilijk ontvlambare vloeistoffen door hun ontvlambaarheid te bestuderen in de vorm van verstoven straal onder druk en, in bepaalde gevallen, hun « uiterste druk » - karakteristieken. Wij hebben ook de studie van ontvlambaar stof en ontvlambare materialen voortgezet, de mijngasgehalten in de mijnen in het zuiden van het land gecontroleerd en de diëlektrische proeven uitgevoerd die voorzien waren door de aannemingsnorm voor draagbare blusapparaten.

Op dat gebied hebben wij in 1977 een grotere verscheidenheid van apparaten vastgesteld door het op de markt verschijnen van blusapparaten met water + additieven en met gehalogeneerde produkten, naast de poeder- en CO<sub>2</sub>-blusapparaten.

### 5.1. Moeilijk ontvlambare transportbanden

#### 5.1.1. Wijziging van apparatuur

Bij het begin van 1977 hebben wij onze wrijvingsinrichting met trommel vervangen door een volledig nieuwe apparatuur die, alhoewel niet ver-

schillend voor de uitvoering van proeven, toch uitgerust is met een nieuw toestel voor het meten van de temperatuur van het buitenoppervlak van de trommel, en dit om ons aan de nieuwe Europese reglementering terzake aan te passen.

De nieuwe trommel is uitgerust met drie thermokoppels Fe-Fe/Constantaan waarvan de warme lasen langsheen een generatrice op 1 mm van het buitenoppervlak van de trommel bevestigd zijn; het centrale thermokoppel is in het midden van die generatrice geplaatst, de overige twee aan weerszijden van het eerste, op 50 mm. De gemeten spanning wordt overgedragen op een registreertoestel zodat men voortdurend het verloop van de temperaturen die tijdens de proefneming gemeten worden, kan volgen. De temperatuur waarmee rekening wordt gehouden voor de beoordeling die op band komt, is de hoogste, m.a.w. deze die gegeven wordt door het centrale thermokoppel, dat onder het geteste monster ligt, ongeveer in de as ervan.

#### 5.1.2. Aannemingsproeven

Op 9 banden die het voorwerp uitmaakten van een officiële aanvraag, werden er 7 ter aanneming voorgesteld aan de Directeur-generaal der Mijnen, waarvan er 4 slechts kunnen worden gebruikt met banden waarvoor schikkingen werden getroffen om te voorkomen dat ze zouden slippen of om de aandrijfkop op minder dan 100°C te koelen.

Een van die banden vertoont de eigenaardigheid met polychloropreen bekleed te zijn aan een kant en met PVC aan de andere kant. Alle andere aangenomen banden zijn bekleed met PVC aan hun twee zijden.

#### 5.1.3. Controleproeven

De fabricatiecontroles, in 1975 begonnen, werden voortgezet in 1976 en in 1977 met dezelfde fre-

quentie (één controle per vervaardigde rol van 300 m), zodat de bedrijvigheid van de dienst op dit gebied zeer regelmatig bleef.

Dit jaar werden 204 monsters gecontroleerd ; zij worden als volgt verdeeld :

- 182 doorstonden alle proeven ;
- 15 doorstonden de wrijvingstest met de trommel niet ;
- 3 doorstonden de test met de propaanbrander niet ;
- 4 doorstonden de twee testen niet.

Bijgevolg werden 22 banden geweigerd, d.i. een percentage van 11 %. Het aandeel van de banden die niet voldeden loopt dus duidelijk achteruit in vergelijking met verleden jaar (21 % - zie jaarverslag NIEB 1976, paragraaf 5.1.1.). Bovendien is het belangrijk vast te stellen dat die mislukkingen zich bijna alle voordeden tijdens het eerste halfjaar, aangezien alle banden getest vanaf de maand augustus werden goed verklaard.

Een statistiek die werd uitgevoerd voor alle sedert het instellen van de systematische controle beproefde banden, doet op bijzondere wijze de invloed blijken van de breedte op de resultaten van de test met de propaanbrander : men stelt inderdaad vast dat de mislukkingen zich voordoen in de banden van 800 mm breedte en meer ; daarentegen doorstonden de smalste banden (750 mm breed) tot nu toe allemaal die proef.

Bovendien hebben wij eveneens twee banden (een versleten en een nieuwe) getest op verzoek van de steenkolenmijnen. De voorgestelde monsters doorstonden de opgelegde proeven.

#### 5.1.4. Oriëntatieproeven

Wij hebben 15 wrijvingsproeven met trommel uitgevoerd op 5 banden van Franse makelij. Twee van die banden, bekleed met PVC, ondergingen die proeven met succes ; de drie andere, bekleed met neopreen, doorstonden ze niet.

Op verzoek van de firma Monsanto die plastificeer- en ignifugeerprodukten fabriceert, hebben wij de ontvlambaarheidsproef met de propaanbrander uitgevoerd volgens de door de Belgische norm voorziene modaliteiten, op 7 bandmonsters waarvan 2 met onbeschadigde bekleding en 5 met een gedeeltelijk weggenomen bekleding.

Al die banden doorstonden die proef.

#### 5.1.5. Samenvattende tabel van de resultaten

Tabel XIV vat de resultaten samen die in 1977 werden bereikt op 227 geteste banden, volgens de norm die het voorwerp uitmaakt van het ministerieel

besluit van 11 september 1961 met betrekking tot de transportbanden die in de ondergrondse werken van steenkolenmijnen worden gebruikt.

TABEL XIV. — *Globale statistiek van de in 1977 geteste banden*

Aard van de proeven	Aantal monsters	
	goede	slechte
Officiële aannemingen	7	2
Fabricagecontroles	182	22
Door de steenkolenmijnen aangevraagde controles	0	—
Oriëntatieproeven	0	3
Totaal	189	27

#### 5.1.6. *Onder bescherming van de Europese Gemeenschappen uitgevoerde proeven*

Op het einde van het jaar heeft het NIEB een onderzoeksovereenkomst van twee jaar ondertekend met het Permanent Orgaan voor Veiligheid en Salubriteit in de Steenkolenmijnen van de Europese Gemeenschap, met als opdracht een controle-methode voor de ontvlambaarheid van banden uit te werken op een klein proefmonster.

Om de voorziene proeven te kunnen verwezenlijken werd het laboratorium uitgerust met toestellen om de Barthelbrandertest (volgens een Britse norm) en de minigalerijtest (volgens een Duitse norm) uit te voeren. Bovendien hebben wij het toestel besteld dat het mogelijk maakt de grenszuurstofindex te meten.

#### 5.2. *Moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissies*

##### 5.2.1. *Bepaling van de ontvlambaarheid van onder druk verstoven vloeistoffen*

Drie vloeistoffen die door de maatschappij Labofina S.A. werden voorgesteld, doorstonden met succes de continentale ontvlambaarheidsproef met onder druk verstoven straal ; zij hebben inderdaad het waarde-cijfer 1 gekregen.

Die vloeistoffen hebben de volgende benamingen :

- Fina Aqualube HFC ISO 46
- Fina Aqualube HFC ISO 68
- BP Energol SF-C 12.

Drie andere vloeistoffen doorstonden de proef met onder druk verstoven straal zoals die wordt toegepast in Groot-Brittannië ; het betreft de volgende vloeistoffen :

- a) de Quintolubric 822-310 en het organisch ester Q77, voorgesteld door de N.V. Kempense Steenkolenmijnen ;
- b) het Neolube B 4552, voorgesteld door de maatschappij Labofina S.A.

#### 5.2.2. *Beoordeling van de kenmerkende eigenschappen « extreme pression »*

Op verzoek van de maatschappij Labofina S.A. hebben wij een slijtageproef met constante belasting uitgevoerd op twee vloeistoffen door de belasting van 40 kg toe te passen op de kogels gedurende een uur. Zo hebben wij de volgende gemiddelde slijtage-diameters bepaald :

- a) 0,89 mm voor de Fina Aqualube HFC ISO 46,
- b) 1,18 mm voor de BP Energol SF-C 12.

Bovendien heeft de N.V. Belgian Shell ons 7 oliemonsters voorgelegd om de kleefbelasting te bepalen volgens de methode « Extreme Pression by Precision Shell Four Ball EP Tester ».

### 5.3. *Andere moeilijk ontvlambare materialen*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen van Hasselt hebben wij in de proefgalerij voor banden de ontvlambaarheid getest van polyurethaan-platen die aan een zijde bedekt waren met een aluminiumblad en aan de andere zijde met een blad Kraft-papier ; die panelen zijn bestemd voor de binnenbekleding van daken van industriehallen.

### 5.4. *Blusapparaten*

#### 5.4.1. *Poederblusapparaten*

Voor het verkrijgen van het « Benor »-label hebben wij voor de controle-instelling « Apragaz » diëlektrische proeven uitgevoerd op 13 poederblusapparaten volgens de norm S21-018. Alle geteste apparaten werden in overeenstemming bevonden met de norm.

#### 5.4.2. *Blusapparaten met water + additief*

Op de Belgische markt van blusapparaten bestemd om branden van elektrische oorsprong te blussen, zijn dit jaar waterblusapparaten verschenen die een additief bevatten. Twee ervan, getest voor rekening van de controle-instelling « Apragaz », hebben met succes de diëlektrische proef doorstaan die door de norm S21-018 wordt voorzien.

#### 5.4.3. *Blusapparaten met gehalogeneerde producten*

Nog altijd voor branden van elektrische oorsprong werden blusapparaten met gehalogeneerde producten uitgewerkt. De 4 blusapparaten van dit type die ons werden overgelegd in 1977 werden in overeenstemming bevonden met de norm S21-018.

#### 5.4.4. *CO<sub>2</sub>-blusapparaten*

De controle-instelling « Apragaz » heeft ons twee spuitrechters van CO<sub>2</sub>-blusapparaten voorgesteld om ze de proef te laten ondergaan op de hoogspanningsweerstand die in § 3 van de norm S21-015 wordt voorzien. Een enkele van die spuitrechters voldeed aan die test.

### 5.5. *Mijngasmeting*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen hebben wij met behulp van het Lebreton-toestel 21 monsters van mijngas uit de mijnen in het zuiden van het land onderworpen aan de mijngasmeetkundige analyse. Wij vonden geen enkel gehalte hoger dan 0,20 %.

### 5.6. *Ontvlambaar stof*

#### 5.6.1. *Stofwolken*

Op verzoek van de maatschappij Solvay S.A., zijn wij overgegaan tot het veroorzaken van stofontploffingen in onze proefgalerij voor springstoffen, met behulp van een nieuw polymeer, voor drie verschillende vochtigheidsgehaltenes.

Om het verloop van het reactievermogen van zinkstof te bestuderen in functie van de tijd, vanaf het ogenblik dat het vervaardigd wordt, heeft de Maatschappij Prayon N.V. een reeks proeven uitgevoerd met behulp van het ontvlammingsmiddel « Bureau of Mines » dat wij hun hebben uitgeleend.

#### 5.6.2. *In lagen afgezet stof*

Voor rekening van de maatschappij Monsanto N.V. hebben wij de ontvlambaarheid van drie monsters van poeder van plasticmaterialen bepaald die in een horizontale en uniforme laag werden afgezet op een warme plaat. Men stelt vast dat de geteste producten langzaam verteren, zonder vlam of gloeiing. Bij het einde van de proef vormen ze een compacte koek door de samensmelting van de stofdeeltjes.

quentie (één controle per vervaardigde rol van 300 m), zodat de bedrijvigheid van de dienst op dit gebied zeer regelmatig bleef.

Dit jaar werden 204 monsters gecontroleerd ; zij worden als volgt verdeeld :

- 182 doorstonden alle proeven ;
- 15 doorstonden de wrijvingstest met de trommel niet ;
- 3 doorstonden de test met de propaanbrander niet ;
- 4 doorstonden de twee testen niet.

Bijgevolg werden 22 banden geweigerd, d.i. een percentage van 11 %. Het aandeel van de banden die niet voldeden loopt dus duidelijk achteruit in vergelijking met verleden jaar (21 % - zie jaarverslag NIEB 1976, paragraaf 5.1.1.). Bovendien is het belangrijk vast te stellen dat die mislukkingen zich bijna alle voordeden tijdens het eerste halfjaar, aangezien alle banden getest vanaf de maand augustus werden goed verklaard.

Een statistiek die werd uitgevoerd voor alle sedert het instellen van de systematische controle beproefde banden, doet op bijzondere wijze de invloed blijken van de breedte op de resultaten van de test met de propaanbrander : men stelt inderdaad vast dat de mislukkingen zich voordoen in de banden van 800 mm breedte en meer ; daarentegen doorstonden de smalste banden (750 mm breed) tot nu toe allemaal die proef.

Bovendien hebben wij eveneens twee banden (een versleten en een nieuwe) getest op verzoek van de steenkolenmijnen. De voorgestelde monsters doorstonden de opgelegde proeven.

#### 5.1.4. Oriëntatieproeven

Wij hebben 15 wrijvingsproeven met trommel uitgevoerd op 5 banden van Franse makelij. Twee van die banden, bekleed met PVC, ondergingen die proeven met succes ; de drie andere, bekleed met neopreen, doorstonden ze niet.

Op verzoek van de firma Monsanto die plastificeer- en ignifugeerprodukten fabriceert, hebben wij de ontvlambaarheidsproef met de propaanbrander uitgevoerd volgens de door de Belgische norm voorziene modaliteiten, op 7 bandmonsters waarvan 2 met onbeschadigde bekleding en 5 met een gedeeltelijk weggenomen bekleding.

Al die banden doorstonden die proef.

#### 5.1.5. Samenvattende tabel van de resultaten

Tabel XIV vat de resultaten samen die in 1977 werden bereikt op 227 geteste banden, volgens de norm die het voorwerp uitmaakt van het ministerieel

besluit van 11 september 1961 met betrekking tot de transportbanden die in de ondergrondse werken van steenkolenmijnen worden gebruikt.

TABEL XIV. — *Globale statistiek van de in 1977 geteste banden*

Aard van de proeven	Aantal monsters	
	goede	slechte
Officiële aannemingen	7	2
Fabricagecontroles	182	22
Door de steenkolenmijnen aangevraagde controles	2	—
Oriëntatieproeven	9	3
Totaal	200	27

#### 5.1.6. *Onder bescherming van de Europese Gemeenschappen uitgevoerde proeven*

Op het einde van het jaar heeft het NIEB een onderzoeksovereenkomst van twee jaar ondertekend met het Permanent Orgaan voor Veiligheid en Salubriteit in de Steenkolenmijnen van de Europese Gemeenschap, met als opdracht een controle-methode voor de ontvlambaarheid van banden uit te werken op een klein proefmonster.

Om de voorziene proeven te kunnen verwezenlijken werd het laboratorium uitgerust met toestellen om de Barthelbrandertest (volgens een Britse norm) en de minigalerijtest (volgens een Duitse norm) uit te voeren. Bovendien hebben wij het toestel besteld dat het mogelijk maakt de grenszuurstofindex te meten.

## 5.2. *Moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissies*

### 5.2.1. *Bepaling van de ontvlambaarheid van onder druk verstoven vloeistoffen*

Drie vloeistoffen die door de maatschappij Labofina S.A. werden voorgesteld, doorstonden met succes de continentale ontvlambaarheidsproef met onder druk verstoven straal ; zij hebben inderdaad het waardecijfer 1 gekregen.

Die vloeistoffen hebben de volgende benamingen :

- Fina Aqualube HFC ISO 46
- Fina Aqualube HFC ISO 68
- BP Energol SF-C 12.

Drie andere vloeistoffen doorstonden de proef met onder druk verstoven straal zoals die wordt toegepast in Groot-Brittannië ; het betreft de volgende vloeistoffen :

- a) de Quintolubric 822-310 en het organisch ester Q77, voorgesteld door de N.V. Kempense Steenkolenmijnen ;
- b) het Neolube B 4552, voorgesteld door de maatschappij Labofina S.A.

#### 5.2.2. *Beoordeling van de kenmerkende eigenschappen « extreme pression »*

Op verzoek van de maatschappij Labofina S.A. hebben wij een slijtageproef met constante belasting uitgevoerd op twee vloeistoffen door de belasting van 40 kg toe te passen op de kogels gedurende een uur. Zo hebben wij de volgende gemiddelde slijtage-diameters bepaald :

- a) 0,89 mm voor de maatschappij Aqualube HFC ISO 46,
- b) 1,18 mm voor de maatschappij BP Energol SF-C 12.

Bovendien heeft de N.V. Belgian Shell ons 7 oliemonsters voorgesteld om de kleefbelasting te bepalen volgens de methode « Extreme Pression by Precision Shell Four Ball EP Tester ».

### 5.3. *Andere moeilijk ontvlambare materialen*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen van Hasselt hebben wij in de proefgalerij voor banden de ontvlambaarheid getest van polyurethaan-platen die aan een zijde bedekt waren met een aluminiumblad en aan de andere zijde met een blad Kraft-papier ; die panelen zijn bestemd voor de binnenbekleding van daken van industriehallen.

### 5.4. *Blusapparaten*

#### 5.4.1. *Poederblusapparaten*

Voor het verkrijgen van het « Benor »-label hebben wij voor de controle-instelling « Apragaz » diëlektrische proeven uitgevoerd op 13 poederblusapparaten volgens de norm S21-018. Alle geteste apparaten werden in overeenstemming bevonden met de norm.

#### 5.4.2. *Blusapparaten met water + additief*

Op de Belgische markt van blusapparaten bestemd om branden van elektrische oorsprong te blussen, zijn dit jaar waterblusapparaten verschenen die een additief bevatten. Twee ervan, getest voor rekening van de controle-instelling « Apragaz », hebben met succes de diëlektrische proef doorstaan die door de norm S21-018 wordt voorzien.

#### 5.4.3. *Blusapparaten met gehalogeneerde producten*

Nog altijd voor branden van elektrische oorsprong werden blusapparaten met gehalogeneerde producten uitgewerkt. De 4 blusapparaten van dit type die ons werden overgelegd in 1977 werden in overeenstemming bevonden met de norm S21-018.

#### 5.4.4. *CO<sub>2</sub>-blusapparaten*

De controle-instelling « Apragaz » heeft ons twee spuitrechters van CO<sub>2</sub>-blusapparaten voorgesteld om ze de proef te laten ondergaan op de hoogspanningsweerstand die in § 3 van de norm S21-015 wordt voorzien. Een enkele van die spuitrechters voldeed aan die test.

### 5.5. *Mijngasmeting*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen hebben wij met behulp van het Lebreton-toestel 21 monsters van mijngas uit de mijnen in het zuiden van het land onderworpen aan de mijngasmeetkundige analyse. Wij vonden geen enkel gehalte hoger dan 0,20 %.

### 5.6. *Ontvlambaar stof*

#### 5.6.1. *Stofwolken*

Op verzoek van de maatschappij Solvay S.A., zijn wij overgegaan tot het veroorzaken van stofontploffingen in onze proefgalerij voor springstoffen, met behulp van een nieuw polymeer, voor drie verschillende vochtigheidsgehaltenes.

Om het verloop van het reactievermogen van zinkstof te bestuderen in functie van de tijd, vanaf het ogenblik dat het vervaardigd wordt, heeft de Maatschappij Prayon N.V. een reeks proeven uitgevoerd met behulp van het ontvlammingsmiddel « Bureau of Mines » dat wij hun hebben uitgeleend.

#### 5.6.2. *In lagen afgezet stof*

Voor rekening van de maatschappij Monsanto N.V. hebben wij de ontvlambaarheid van drie monsters van poeder van plasticmaterialen bepaald die in een horizontale en uniforme laag werden afgezet op een warme plaat. Men stelt vast dat de geteste producten langzaam verteren, zonder vlam of gloeiing. Bij het einde van de proef vormen ze een compacte koek door de samensmelting van de stofdeeltjes.

Faint, illegible text at the top of the left page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text on the left page.

Third block of faint, illegible text on the left page.

Fourth block of faint, illegible text on the left page.

Fifth block of faint, illegible text on the left page.

Sixth block of faint, illegible text on the left page.

Faint, illegible text at the top of the right page.

Second block of faint, illegible text on the right page.

Third block of faint, illegible text on the right page.

Fourth block of faint, illegible text on the right page.

Fifth block of faint, illegible text on the right page.

Sixth block of faint, illegible text on the right page.

## 6. Elektriciteit

### 6.1. Ontploffingsvast materieel

#### 6.1.1. Aannemingen betreffende de gelijkvormigheid met de norm NBN 286

##### 6.1.1.1. Voor de mijnen bestemd materieel

In 1977 werd aan de Directeur-generaal der Mijnen volgend ontploffingsvast materieel voor groep I ter aanneming voorgesteld :

Elektrische motoren :	9
Verlichtingsmaterieel :	2
Diverse toestellen :	20
Totaal :	31

##### 6.1.1.2. Voor andere nijverheden dan de mijnen bestemd materieel

###### Omhulselgroepen IIa - IIb

Elektrische motoren :	12
Verlichtingsmaterieel :	12
Diverse toestellen :	17

###### Omhulselgroepen IIc

Elektrische motoren :	7
Diverse toestellen :	17

Totaal : 65

Toegelaten wijzigingen : 18

#### 6.1.2. Ontploffingsvast materieel aangenomen volgens een andere norm dan de NBN 286

Norm NEN 3125 (Nederland) : 7

Totaal : 7

Totaal van de processen-verbaal van onderzoekingen en proeven afgeleverd voor ontploffingsvast materieel in 1977 : 121.

### 6.2. Intrinsieke veiligheid

#### 6.2.1. Aannemingen

Dit jaar werden drieëntwintig nieuwe aanvragen tot aanneming en voor gelijkvormigheidsattesten ingediend ; gedurende die periode heeft de dienst de stroomkringen van twintig toestellen of toestelsets bestudeerd, onderzocht en beproefd. Veertien daarvan gaven volledige voldoening en werden voorgesteld voor aanneming als intrinsiek veilig materieel.

Van die laatste waren er twaalf bestemd voor de mijnen :

- een eindschakelaar Bero N 496-6.03 (2e categorie),
- een eindschakelaar Bero EL 2/308.02-E (2e categorie),
- een systeem voor interfonie WL 20 (2e categorie),
- een dubbele voeding voor drukopnemers HB (2e categorie),
- een tricapteur TCC 69, zijn elektronische stroomkring SCI 76 en zijn aansluiting op het systeem TF 24 (1e categorie),
- een veiligheidsdrempel met dioden aangesloten op een GTM 67 (1e categorie),
- een niveaudetector voor vloeistoffen Ex 209 (1e categorie),
- een set van drie schakelblokken van het fabriekaat Stahl (2e categorie),
- een afstandsbedieningssysteem Siemens voor snijmachines (2e categorie),
- een toestel voor het meten van de drogebol- en de natteboltemperaturen van de lucht (2e categorie),
- een toestel voor het controleren van de continuïteit van de pyrotechnische lijn, dat wordt gebruikt met de ingeschakelde stofgrendels (2e categorie),

— een verbeterd toestel om de hierboven vermelde controle uit te voeren (2e categorie).

Twee andere toestellen waren bestemd voor de bovengrondse nijverheden :

- een drukomzetter H.B. (2e categorie)
- een niveaudetector voor vloeistoffen Ex 209 (1e categorie).

Tenslotte werd aan het dossier van vijf toestellen geen verder gevolg gegeven en een aanvraag tot aanneming werd, na onderzoek en bestudering van het voorgestelde toestel, doorgegeven aan de dienst Ontploffingsvastheid.

### 6.2.2. Studie over de veiligheidsdrempels met dioden (fig. 24)

Minstens twee redenen hebben ons ertoe gebracht om een systematische studie van dergelijke veiligheidsdrempels te ondernemen :

- het stijgend aantal toestellen met dergelijke inrichtingen die onderworpen zijn aan speciale voorschriften in het normontwerp Cenelec EN 50.020 ;
- moeilijkheden waarop gestuit werd voor hun aanneming volgens de NBN 683.

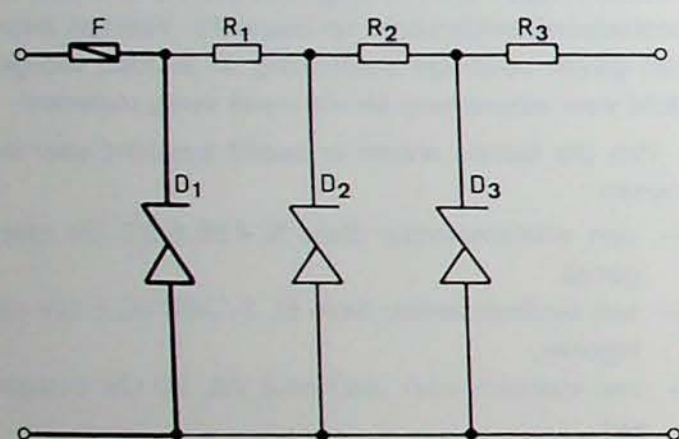


Fig. 24 — Veiligheidsdrempel met Zener-dioden beschermd door een smeltveiligheid

Daartoe hebben wij eerst proeven gedaan met schakelingen die smeltdraden en dioden van *verschillende oorsprong* bevatten.

De resultaten van de eerste proefnemingen hebben vlug het belang aangetoond van de keuze van de samenstellende delen van de drempels. Die nieuwe veiligheidstechniek steunt immers hoofdzakelijk op de verwijdering tussen de booggeindekarakteristiek van de smeltdraad en de diodevernietigingskarakteristiek (fig. 25). Welnu, de dispersies die tijdens de eerste proefnemingen werden vastgesteld op de nominale karakteristieken van de samenstellende delen, maakten het in vele gevallen niet mogelijk te besluiten dat dergelijke drempels volstrekt zeker zijn.

Daarom heeft de voortzetting van de proeven ons gebracht tot *het selecteren van de samenstellende*

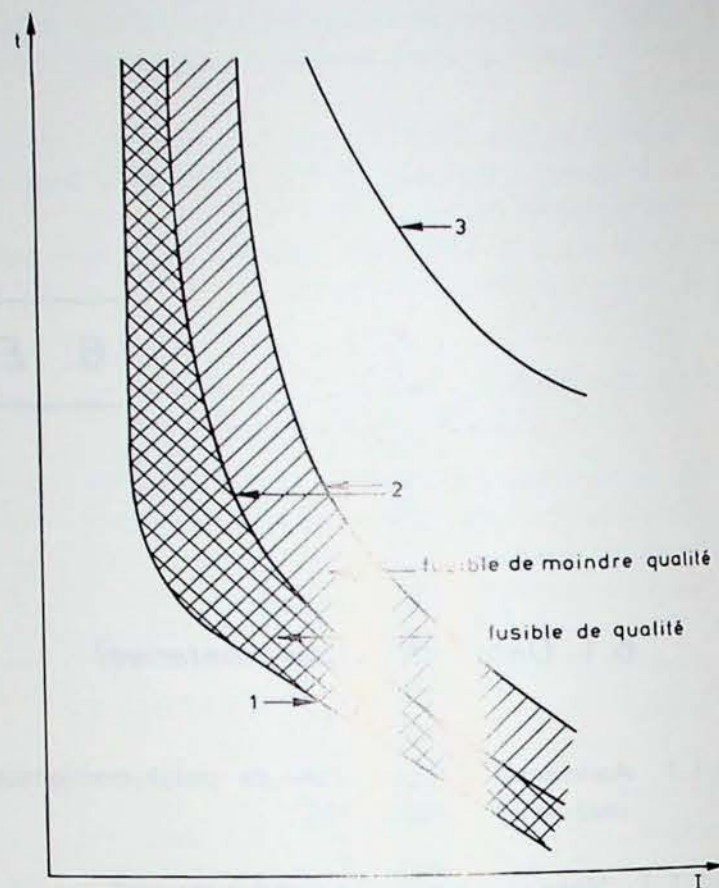


Fig. 25 — Vergeleken karakteristieken van een Zener-diode en een smeltveiligheid van goede en minder goede kwaliteit

1. boogbegincurve
2. boogeindecurve
3. diodevernietigingscurve

Fusible de moindre qualité : smeltveiligheid van lagere kwaliteit  
Fusible de qualité : kwaliteitssmeltveiligheid

*delen* en tot het in aanmerking nemen van slechts een zeker aantal fabrikanten die materieel aanbieden waarvan de afwijkingen die in hun catalogus werden voorzien, konden worden nagegaan in het laboratorium.

Achteraf maakte de studie van de overgangsverschuiven het mogelijk, dankzij de geheugenoscilloscoop, te bewijzen dat de *kwaliteit van de samenstellende delen* de verwijdering bepaalt tussen de hiervoor vermelde karakteristieken en daardoor ook de toekenning van de zekerheidskwalificatie aan dergelijke drempels.

## 6.3. Materieel met versterkte veiligheid

### 6.3.1. Aanneming van gelijkvormigheid met de norm NBN 717

#### 6.3.1.1. Voor de mijnen bestemd materieel

In 1977 werd aan de Directeur-generaal der Mijnen voorgesteld om volgend materieel met versterkte veiligheid in de mijnen te gebruiken :



Vertakkingsdoos en diverse toestellen : 15

6.3.1.2. Voor andere nijverheden dan de mijnen bestemd materieel, aangenomen overeenkomstig met de norm NBN 717 :

Elektrische motoren :	20
Diverse elektrische toestellen :	12
Totaal :	32

6.3.2. *Materieel met versterkte veiligheid* aangenomen volgens een andere norm dan de NBN 717 :

Norm NEM 3125 (Nederland) :	16
CEI-Publicatie 79-7 :	4
Totaal :	20

Totaal aantal in 1977 afgeleverde processen-verbaal van ontzettingen en proeven voor materieel met versterkte veiligheid : 67.

#### 6.4. *Materieel met inwendige overdruk*

Aanneming van gelijkvormigheid met de norm NBN 716 : 1 toestel.

#### 6.5. *Materieel met veiligheid « N »*

Aanneming van gelijkvormigheid met de Britse norm BS 5000 : part 16.

Motoren met beveiligingswijze N (Non-Sparking) : in 1977 werden 43 attesten afgeleverd voor verschillende motortypes en hun toebehoren (dozen voor aansluiting op het net).

#### 6.6. *Diverse proeven*

In samenhang met de toepassing van de verschillende normen betreffende het elektrisch materieel dat kan worden gebruikt in een omgeving met ontploffingsgevaar, heeft het NIEB (Pâturages) 277 processen-verbaal van proefnemingen afgeleverd in 1977.

Zij betreffen :

- de controleproeven op ontploffingsvaste omhulsels met overdruk (dynamische proef) die worden vereist voor alle toestellen afzonderlijk die de werkplaatsen van de bouwer verlaten : 261 processen-verbaal van proef ;
- de controleproeven voor gelijkvormigheid met de normen, die worden vereist wanneer materieel voor een omgeving met ontploffingsgevaar herstellingen heeft ondergaan die zijn beveili-

gingsmethode kunnen aantasten : 10 processen-verbaal ;

- 6 diverse processen-verbaal o.a. op twee bijzondere gebieden met betrekking tot de veiligheid, die hierna worden uiteengezet.

##### 6.6.1. *Dieselmotoren*

Dieselmotoren bestemd om te worden gebruikt in zone II die een beveiliging bieden gelijkwaardig aan de beveiligingswijze « versterkte veiligheid (e) » die van toepassing is op de elektrische toestellen. In dit geval betreft het dieselmotoren die niet van het ontploffingsvaste type zijn (ontploffingsvaste motoren werden aangenomen en worden o.a. gebruikt in mijnlocomotieven), maar die niettemin een beveiliging bieden tegen de ontvlaming van een eventuele omgeving met ontploffingsgevaar.

Die veiligheid werd bepaald door een reglement dat werd uitgevaardigd door het Nederlands Mijnwezen onder referentie nr. 1578 — dossier nr. 1.823.3.07.76 (15 maart 1976). De bijzondere eigenschappen van die motoren, waarvan verscheidene werden onderzocht en beproefd op hun gelijkvormigheid met het hierboven aangehaalde reglement, zijn de volgende :

- Geen enkel punt van het motoromhulsel, zijn uitlaatbuizen inbegrepen, mag een temperatuur van 350°C overschrijden.
- De luchtinlaat moet worden uitgerust met een vlamgrendel om de vlamoverdracht, door terugstroming van de verbrandingsgassen, naar de omgeving met ontploffingsgevaar te verhinderen. Dit wordt over het algemeen verwezenlijkt door een lamellevulling. Bovendien moet de luchtinlaatleiding tussen de lamellevulling en de motor, een interne druk van 10 bar kunnen verdragen. Dit apparaat kan ook een hermetische klep zijn die zich vanzelf sluit van zodra de snelheid van de luchtaanzuiging onder 6 m/s daalt en die zich slechts kan openen bij een luchtsnelheid hoger dan 6 m/s.
- In ieder geval is een klep voor het vlug afsluiten van de aangezogen lucht nodig die in werking treedt wanneer de motor om eender welke reden stilvalt, bijvoorbeeld door overbelasting. Zij moet een middel zijn om de motor onmiddellijk te doen stilvallen in noodgevallen en het toestel moet met de hand bediend kunnen worden vanuit de bedieningscabine. Het wordt aangeraden dat dit toestel voor het stilleggen van de motor eveneens afhankelijk zou zijn van relais van overversnelling, temperatuur van het koelwater en oliedruk.
- Het terug starten van de motor kan enkel gebeuren d.m.v. manuele bediening van de klep zelf.

- De temperatuur van de gassen bij het verlaten van de uitlaatbuizen mag niet hoger zijn dan 450°C.
- De uitlaat moet worden voorzien van een toestel dat de gloeiende deeltjes tegenhoudt en dat gevormd wordt door een filter waarvan de doeltreffendheid werd getest door een proef op het tegenhouden van stofdeeltjes met een bepaalde korrelsamenstelling.
- De drijfriemen moeten voldoen aan proeven inzake oppervlakkige elektrische geleiding (bescherming tegen de statische elektriciteit).
- De toebehorende elektrische toestellen (zoals eventueel de starters) moeten voldoen aan een veiligheidsmethode erkend voor een omgeving met ontploffingsgevaar.

#### 6.6.2. *Gevaar veroorzaakt door de circulatiestromen in de kussenblokken van de elektrische motoren*

Het ontploffingsvast omhulsel van een elektrische motor bestaat uit het motorhuis, zijn twee kussenblok wanden, de doorgangskokers voor de as en de as zelf. De lagers of kussens die de as ondersteunen bevinden zich over het algemeen aan de buitenkant van het ontploffingsvast omhulsel : normaal bevatten zij geen enkele elektrische energie. In bijzondere omstandigheden echter kan een elektrische stroom door die lagers lopen, aangezien de elektrische stroomkring wordt gevormd door de as, de twee lagers, de twee kussenblok wanden en het motorhuis. De elektromotorische kracht die 2 V kan bedragen en die deze stroom opwekt, ontstaat uit een dissymmetrie van de magnetische flux ; wij zullen de oorzaken daarvan hier niet ontleden. De aanwezigheid van de stroom die door de lagers gaat (kogels van de rol) kan goed worden ontdekt door het « pitting »-verschijnsel, m.a.w. door de erosiesporen die hij veroorzaakt in de ringen van de lagers en bijgevolg door hun voortijdige slijtage. Een eerste vraag rijst op gebied van veiligheid t.o.v. omgevingen met ontploffingsgevaar : kan die stroom die door de lager gaat, in een ruimte die toegankelijk is voor gassen en niet ontploffingsvrij is, het gasachtig mengsel doen ontvlammen ?

Uit de proeven die werden uitgevoerd in Pâturages op twee motoren met een verschillende bouw (een motor van 45 kW - 1500 tr/min en een motor van 425 kW - 1800 tr/min), blijkt dat een effectieve wisselspanning van 1 V tot 2 V nodig is om een stroom op te wekken : de stroomkring die gedeeltelijk wordt gevormd door een contactweerstand met daartussen een vetfilm die enkele micron dik is aan de steunpunten van de kogels en rollen op de kooien, volgt natuurlijk niet de wet van Ohm.

In de twee bestudeerde motoren komt de stroom tot stand bij een spanning van 1,7 V en 1,1 V met een waarde van respectievelijk 1 en 5 A. Die waarden verschillen bovendien naargelang de werkings- en rustperioden en, zoals men kon voorzien, kan geen enkele wet inzake de verhouding spanning-stroom worden opgesteld.

Een eenvoudige schakeling maakt het mogelijk een wisselstroombron in te schakelen in de desbetreffende stroomkring en het is gemakkelijk de circulatiestroom kunstmatig te regelen.

De ruimte die de lagers bevat is gevuld met een experimenteel ontplofbaar mengsel (dat ook in de motor dringt langs de asdoorgangen maar dit zonder gevaar gezien het ontploffingsvast karakter van het motoromhulsel).

Anderzijds bevindt dit mengsel zich ook in omhulsels van plastic-bladen die de kussenblokken omhullen naar de buitenkant van de motor. Men heeft de proef doorgedreven tot een circulatiestroom van 28 A, wat een spanning van 8,7 V oplevert (de waarde - 50 hertz) vereist voor de motor van 45 kW die aan die proef wordt onderworpen. Het ontplofbaar gas dat de lagers omringde, die bovendien bijna volledig ontvet waren, was een mengsel van lucht en waterstof met 21 % H<sub>2</sub>, m.a.w. het mengsel dat de zwakste ontvlammingsenergie vereiste. Geen enkele ontploffing werd waargenomen. Na enkele uren proefneming hadden de lagers een slijtingsgraad ondergaan die nooit wordt bereikt bij normale werking.

Voorvoemde uiterste omstandigheden schijnen in de praktijk nooit te kunnen worden bereikt en bijgevolg schijnen de circulatiestromen in de lagers geen bron van ontploffing te zijn. Dit vloeit voort uit een eerste proefneming ; het blijkt echter nodig te zijn de proeven voort te zetten door de gebruikte installatie te veranderen om de circulatiestromen op te drijven. Tenslotte zijn voorvoemde proef en besluiten van toepassing op de lagers (kogels en rollen) en moeten zij opnieuw worden uitgevoerd met machines met gladde kussens. Een theoretische studie moet tenslotte kunnen aantonen of, naargelang van de elektrische kenmerken van de motoren, stromen en spanningen die groter zijn dan de voorvoemde waarden kunnen worden ingeschakeld in de stroomkring.

Het verschijnsel van de circulatiestromen in de kussenblokken veroorzaakt onrechtstreeks een tweede mogelijkheid van ontploffingsgevaar voor een ontplofbare atmosfeer. Inderdaad, om dit verschijnsel te beperken wanneer het een voortijdige slijtage van de lagers tot gevolg heeft moeten bepaalde constructeurs een of de twee lagers elektrisch isoleren.

Over het algemeen gebeurt dit door de binnenkant van de laging in het kussenblok te bedekken met een dunne laag epoxyhars gewapend met glasvezel (glasmat) of met een laag metaaloxijde die warm

wordt aangebracht. Die laag wordt dan uitgeboord tot de gewone toleranties. Om mechanische redenen is die laag echter dun (1 mm) en hierdoor vormt zij een lekweg (isolatie-afstand) van 1 mm tussen lager en kussenblok. Men mag redelijkerwijs denken dat die lekweg na zekere tijd kan worden kortgesloten op meerdere plaatsen door het door olie en vet geagglomererde stof (bijvoorbeeld ijzervijzel afkomstig van de natuurlijke slijtage van de lager). Die plaatselijke geleiding is ongetwijfeld zeer zwak en beperkt de circulatiestroom tot een waarde die niet gevaarlijk is voor de lager. Er rijst echter een tweede vraag, nog steeds op gebied van veiligheid t.o.v. de omgeving met ontploffingsgevaar: kan die zwakke stroom, waarschijnlijk veroorzaakt en onderbroken op onregelmatige wijze, bijvoorbeeld afhankelijk van de vetverplaatsingen, gevaarlijke overspringvonken veroorzaken?

In Pâturages werden proeven gedaan op de motor van 425 kW — 6 — waarvan hierboven sprake is. Om de overspringvonken na te bootsen heeft men in de stroomkring tussen lager en kussenblok de genormaliseerde vonkbrug ingelast voor het verifiëren van de veiligheid t.o.v. elektrische vonken in een omgeving met ontploffingsgevaar (norm « intrinsieke

veiligheid NBN 683 »). De circulatiestroom die door de motor alleen wordt veroorzaakt is niet in staat het meest ontplofbare mengsel (lucht + 21 % H<sub>2</sub>) te doen ontvlammen. De experimentele curven die men in de literatuur vindt (norm EN 50020 - Bijlage A) tonen echter aan dat indien het een stroomkring met zelfinductie betreft, een stroom van 380 mA gevaarlijk is voor een toegepaste spanning van 24 V op een stroomkring van 1 mH bijvoorbeeld.

Aangezien het onmogelijk blijkt te zijn dat een geïnduceerde spanning van 24 V wordt veroorzaakt in een motor (in de stroomkring die ons interesseert) hebben wij opgezocht of het ontploffingsgevaar bestond voor lagere spanningen (2 V).

Proefondervindelijke curven (fig. 26) werden ons vriendelijk bezorgd door de ERA (Electrical Research Association, Leatherhead, Groot-Brittannië) en die curven tonen aan dat, bij een spanning van 2 V, een stroomkring van 1 mH gevaarlijk is voor een stroom van 3 A. De waarden van 2 V en 3 A schijnen goed te kunnen verschijnen in de stroomkring motorhuis-kussenblok-as van een motor van 400 kW, maar vertoont die stroomkring een zelfinductie van 1 mH? De impedantiemeting en a fortiori de scheiding zelfinductiespoel - stroomkringweerstand die, zoals wij

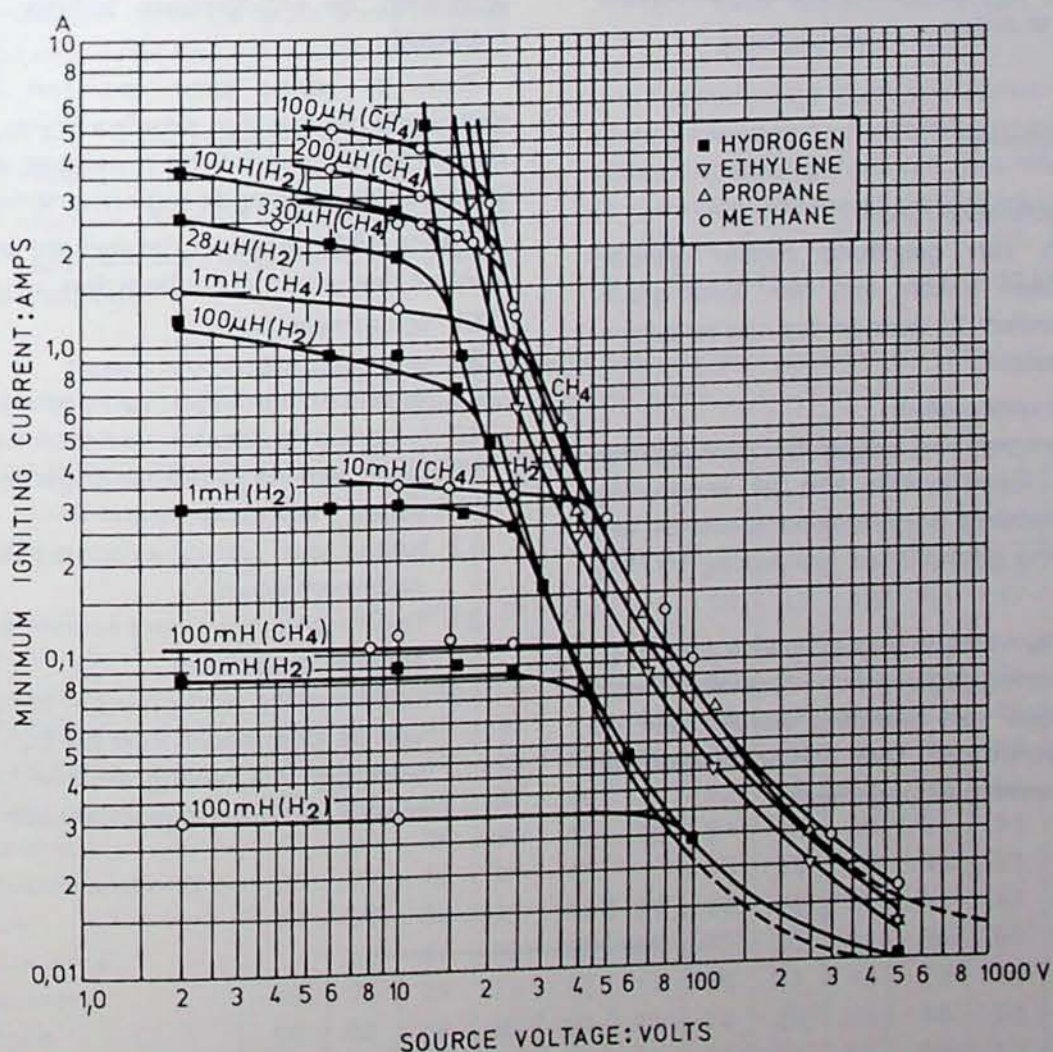


Fig. 26 — M.I.C. met CEI-vonkbrug (cadmiumschijf) (bron : E.R.A.)

eerder zegden, veranderlijke contactweerstand en bevatten, met oliefilm, enz. kunnen enkel uitgevoerd worden d.m.v. elektrische metingen. Door echter een bron met bekende spanning (24 V), de vonkbrug, een zuivere weerstand en een standaardzelfinductiespoel in de stroomkring in te schakelen, door daarna te steunen op de waarden van de norm EN 50020 (Bijlage A) en de stroom te vergelijken die in de stroomkring met of zonder motor de ontsteking teweegbrengt, kan men de waarde afleiden van de zelfinductie die door de motor werd geïntroduceerd.

In het geval van de motor van 425 kW bedraagt de zelfinductiewaarde die werd afgeleid uit een eerste reeks proeven met een CEI-vonkbrug 0,4 mH.

Aangezien de ontvlammingsstroom onder 2 tot 3 V bijgevolg minstens 5 A bedraagt (fig. 26), moet de motor in kwestie geen gevaar opleveren op gebied van ontploffing in waterstofachtige atmosfeer (hetgeen proefondervindelijk gecontroleerd werd), en de veiligheid is nog 10 maal groter t.o.v. atmosferen die methaan, propaan, enz. bevatten. Krachtigere motoren (1000 kW en meer) zouden nochtans een grotere en bijgevolg gevaarlijke zelfinductie kunnen veroorzaken. Die onderzoeken vereisen het stilleggen van zeer belangrijke motoren gedurende 2 tot 3 weken, hetgeen enkel uitzonderlijk mag gebeuren; er worden evenwel contacten onderhouden met twee constructeurs om de kans te benutten die onderzoeken voort te zetten.

### 6.6.3. *Ander materieel*

#### — *Buizen van geleidend rubber*

Drie buizen van geleidend rubber werden beproefd. Geen enkele van hen werd gelijkvormig bevonden. Zij werden dus niet ter aanneming voorgesteld.

#### — *Vlamlampen voor mijnen*

Twee mijnlampen van Engels fabrikaat werden voorgesteld. Geen enkele kon ter aanneming worden voorgesteld wegens de aansteker die een ceriumlegering gebruikt (zie jaarverslag 1975 § 6.6.).

#### — *Vlamterugslagwerende toestellen voor branders*

Twee vlamterugslagwerende toestellen voor soepele buizen van branders werden aan de proeven onderworpen. Over één enkel werd een gunstig procesverbaal opgemaakt.

#### — *Elektrische helmlamp voor de mijn*

Een elektrische helmlamp die reeds werd aangenomen en waaraan een lichte wijziging werd aangebracht, werd ter onderzoek voorgesteld. Een aanhangsel aan de aanneming werd verleend.

#### — *Statische elektriciteit*

Er werd een studie uitgevoerd over buizen van niet elektrisch geleidend materiaal die gebruikt worden in een gasleiding. De proeven die in het laboratorium werden uitgevoerd o.a. op buizen van polyethyleen en eterniet, maakten het mogelijk te bewijzen dat een gaslek in staat is metalen koppelingflenzen te laden tot een potentiaal, zodat een grondontladingsvonk een mengsel van lucht en CH<sub>4</sub> kan doen ontvlammen.

## 6.7. *Propaganda voor veiligheid*

In 1977 heeft de afdeling Propaganda van het Nationaal Instituut voor de Extraminingen 20 demonstratiedagen over de veiligheid georganiseerd.

De vergaderingen inzake proefreminingen die geëerd gingen met theoretische uiteenzettingen en filmprojecties, handelden over de springstoffen, het schieten, de mijn-gasmeting, de vlamlampen, de blusapparaten, de ontvlambare banden, het elektrisch materieel.

Zoals de vorige jaren toonden de demonstratieproeven die zowel in proefgalerijen als in laboratoria werden uitgevoerd, de noodzaak aan van het naleven van de opgelegde reglementeringen.

Tot de 344 bezoekers die aan die veiligheidsdagen hebben deelgenomen behoorden :

- 157 schietmeesters,
- 39 mijnelektriciens,
- 22 leraars en leerlingen van grote scholen,
- 42 leraars en studenten van technische scholen,
- 13 leden van de ondernemingsraad van de Kempensteenkolenmijnen,
- 17 leden van veiligheidscomités van metaalondernemingen,
- 31 Tsjechische ingenieurs en mijnconducteurs,
- 4 Japanse ingenieurs,
- 19 leden van de werkgroep « ontvlambaar stof » van de Commissie van de Europese Gemeenschappen die belang stelden in het werkklarmaken van onze ingeschakelde stofgrendel.

## 7. Gezondheid

### 7.1. Luchtverontreiniging

#### 7.1.1. Meting van de luchtverontreiniging « Rook-SO<sub>2</sub> »

(Door het Ministerie van Volksgezondheid gefinancierde studie)

Zoals de vorige jaren was de medewerking van het laboratorium aan het nationaal meetnet effectief door de wekelijkse controle van eenendertig stations die zich in een net van 650 km bevinden; die stations, die in België werden opgericht op initiatief van de Algemene Directie van de Hygiëne van het Ministerie van Volksgezondheid, maken het mogelijk doorlopend en om de 24 uur de in de lucht voorkomende rook, de stofdeeltjes kleiner dan 10 micron en het SO<sub>2</sub> te bepalen.

Dit jaar hebben wij 13.020 gehaltebepalingen van rook en SO<sub>2</sub> uitgevoerd.

De resultaten worden vermeld in het maandelijks verslag dat wordt gepubliceerd door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.

Tabel XV geeft de gemiddelde maandelijkse waarden aan van het SO<sub>2</sub>, uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup> lucht, voor de meetstations in de streek van Feluy en de gemeenten Bergen, Pâturages en Beaumont.

De gemiddelde maandelijkse waarden die werden gemeten in de streek van Feluy, in de omgeving van de raffinaderij, zijn lager of even groot als deze die werden waargenomen in steden van middelmatig belang, zoals Nijvel en Bergen.

#### 7.1.2. Meting van de verontreiniging van industriële oorsprong met behulp van neerslagkruiken

##### 7.1.2.1. Door het Ministerie van Volksgezondheid gesubsidieerde studie

In het kader van die studie nemen wij deel aan het controlenet voor de luchtverontreiniging van industriële oorsprong in Wallonië. Het laboratorium heeft de metingen voortgezet die verleden jaar waren begonnen in de streek van Doornik, Bergen, Zinnik, Feluy, Braine-Le-Comte, Tubeke en La Louvière.

TABEL XV. — 1977 — Gemiddelde maandelijkse waarden van SO<sub>2</sub>,  
uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup> lucht

Stad / Maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mignault	57	45	40	29	43	34	36	31	18	44	47	44
Marche-Lez-Ecaussines	42	28	38	26	29	21	30	22	27	34	35	43
Familleureux	50	37	32	33		43	38	28	40	35	45	48
Seneffe	70	45	52	45	43	49	32	28	51	36	59	59
Nijvel	107	82	68	67	66	38	43	35	51	56	86	74
Monstreux	40	29	36	30	42	20	21	20	20	31	34	42
Ecaussines-Lalaing	33	27	48	31	40		33	29	39	36	37	44
Feluy	57	50	38	37	43	28	25	23	36	42	47	51
La Louvière		53	47	42	52	55	52	53	61	54	58	65
Beaumont	46	29	25	25	32	17	15	11	19	23	24	41
Bergen	99	68	66	60	50	35	27	26	39	33	53	63
Pâturages	65	69	73	65	70	51	33	71	65	46	47	70

Maandelijks bepalen wij voor elk station het gehalte aan oplosbaar en onoplosbaar stof evenals het gehalte aan  $SO_4$ -ionen.

Om de 3 maanden bepalen wij voor een doorsneemonster van de vloeibare fase het gehalte aan fosfaten, nitraten en fluoriden en voor een gemiddeld stofmonster bepalen wij het gehalte aan volgende metalen : ijzer, calcium, cadmium, lood, chroom, zink en kwik.

Het jaarlijks syntheseverslag werd toegestuurd aan de Hinderdienst van het Ministerie van Volksgezondheid.

In dit verslag beperken wij ons tot het samenvatten van enkele besluiten die kunnen getrokken worden uit deze metingen, die werden uitgevoerd vanaf september 1974.

Men merkt op dat de hoeveelheden in de kruiken verzamelde elementen relatief weinig verschillen van jaar tot jaar, alhoewel de weersomstandigheden nogal verschillend zijn geweest, aangezien de zomer van 1976 buitengewoon droog was.

Als wij per streek het belang onderzoeken van de toxische elementen zoals chroom, cadmium en lood, dan stellen wij het volgende vast :

- 1°) loodemissies in het centrum van La Louvière die zouden kunnen te wijten zijn aan de plateelbakkerijen ;
- 2°) belangrijkere neerslag van cadmium in de streek van Bergen, Doornik, de Borinage en het Centrum waar cementfabrieken en fabrieken voor vuurvaste produkten zijn gevestigd ;
- 3°) belangrijke neerslag van chroom in de streek van Quenast-Rebecq in de nabijheid van de ijzer- en staalfabrieken.

Op verzoek van het Ministerie van Volksgezondheid zal de studie worden voortgezet, niet meer d.m.v. een continunet maar d.m.v. netten van beperkte grootte in de omgeving van typische industrieën die voornoemde toxische elementen kunnen lozen.

#### 7.1.2.2. Door het Bestuur van het Mijnwezen aangevraagde studies

Wij hebben de studies voortgezet te Charleroi, Bergen, Quenast, Cour-sur-Heure en Vilvoorde.

Met uitzondering van die te Vilvoorde zijn de voor die metingen bestemde kruiken begrepen in het kruikennet dat beschreven is in voorgaande paragraaf.

De gehalten aan stofneerslag en  $SO_4$ -ionen worden maandelijks toegestuurd aan het Bestuur van het Mijnwezen.

#### 7.1.3. Studie van het door de Vlaamse steenbakkerijen geloosde fluor

In 1975 heeft het Bestuur van het Mijnwezen van Hasselt ons gevraagd het fluoridegehalte te bepalen in baksteenmonsters vóór en na het bakken, ten einde een raming te hebben van de hoeveelheid fluor die door dit soort industrie wordt geloosd.

Dit jaar hebben wij de analyse voortgezet van de monsters afkomstig van de steenbakkerijen die gevestigd zijn in de streek van Kortrijk en aan de kust ; wij bepalen ook het fluor in het door vijf kruiken opgevangen regenwater in de omgeving van de steenbakkerij van Lendeledede.

### 7.2. Aanneming en controle van ademhalingsstoelzelle

#### 7.2.1. Aanneming van nieuwe toestellen overeenkomstig de wet van 11 september 1961

Wij hebben de volgende toestellen onderworpen aan de aannemingsproeven :

- de stof-halfmaskers Fernez GM4P (fig. 27) en MAF4P ;
- de filter Airstream AS 23 die ingebouwd is in de helm Airstream van het type AH 1 met het doel de stofdeeltjes tegen te houden die aanwezig zijn in de lucht die wordt aangezogen door de ventilator die is geïntegreerd in de helm (fig. 28) ;
- de halfmaskers Pirelli Polimask CN2 en 200/2 ;



Fig. 27 — Stof-halfmasker Fernez GM4P—

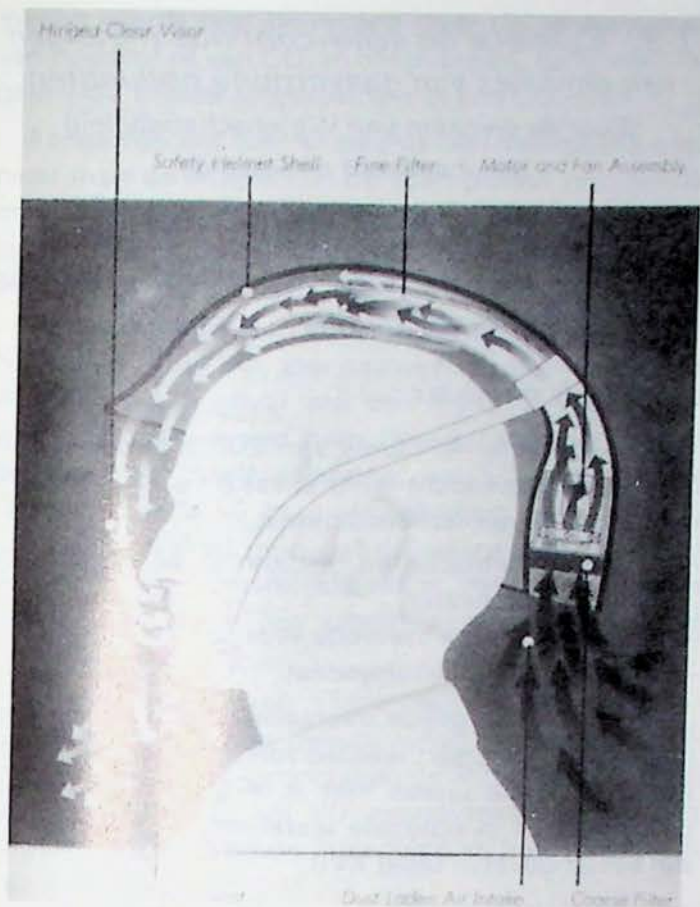


Fig. 28 — Helm Airstream voorzien van een ventilator en een stoffilter



Fig. 29 — Autonoom toestel met overdruk en met open kring Auer BD 73/1800-3

- het toestel met toevoer van vrije lucht Kemira 3001 ;
- het autonoom toestel met overdruk en met open kring Auer BD 73/1800-3 voorzien van een luchtfles met 6 liter inhoud onder een druk van 300 bar (fig. 29) ;



Fig. 30 — Autonoom toestel met open kring Dräger PA 54



Fig. 31 — Autonoom toestel met gesloten kring Fenzy 66

- het autonoom toestel met overdruk en met open kring Dräger PA 54 voorzien van een luchtfles met 6 liter inhoud onder een druk van 300 bar (fig. 30) ;
- het autonoom toestel met gesloten kring Fenzy 66 gevoed door een zuurstoffles van 0,400 liter onder 200 bar (fig. 31).

De aanneming van de stofwerende patronen omvat het onderzoek van de in- en uitademingsweerstand

van de nog niet gebruikte filter, van het retentie-vermogen van het filtreerelement tegenover kiezelachtige deeltjes en van de inademingsweerstand van de gebruikte filter.

De autonome toestellen ondergaan proeven voor het bepalen van :

- a) de dichtheid van het toestel tegen iedere mogelijke binnendringing van omgevende verontreinigde lucht ;
- b) de mechanische sterkte van het toestel.

#### 7.2.2. Controle van de anti-stof- en anti-CO-filtreerpatronen

Krachtens de wet die de aannemingsvoorwaarden van de ademhalingsstoestellen reglementeert, moet elke fabricagepartij aangenomen filters of filtreerpatronen een controle ondergaan die bestaat in het testen van een bepaald aantal uitgekozen stuks van de partij.

Tabel XVI geeft voor dit jaar het totaal aantal filters en patronen die ter controle werden voorgelegd.

TABEL XVI. — *Filters of filtreerpatronen die ter controle werden voorgelegd*

Type van filters of filtreerpatronen	Aantal stuks
Stoffilters 3 M	74.400
Stoffilters Auer-Kollix	9.840
Stoffilters Auer-Trilix	200
Stoffilters Barikos 1405/St	12.568
Stoffilters Dräger 90 St	1.775
Stoffilters Dräger 745 St	5.600
Stoffilters Dräger 742 St	15.315
Stoffilters S.F.A.	1.996
Gemengde patronen Dräger	8.804
Gemengde patronen Auer	5.881
Gemengde patronen Fernez	549
Gemengde patronen Barikos	1.187
Anti-CO-patronen Dräger	258
Anti-CO-patronen Auer	266

#### 7.2.3. Controle van zelfredders

Bij toepassing van het Koninklijk besluit van 2 december 1957 betreffende het dragen van een beschermmasker tegen vuur en brand in ondergrondse werkplaatsen, moet elke fabricagereeks aangenomen maskers een doeltreffendheidsproef tegen CO<sub>2</sub> ondergaan, rekening houdend met de veroudering van de maskers in de loop van de tijd.

Dit jaar hebben wij 48 maskers getest.

### 7.3. Continue en semi-continue metingen van emissies van gasvormige pollutanten

(Door de diensten van Wetenschapsbeleid gesubsidieerd onderzoek)

#### 7.3.1. Vergelijkende studie van verschillende meetmethodes van het SO<sub>2</sub>

##### a) Manuele methodes

Wij hebben in het bereik van 200 tot 2.000 ppm SO<sub>2</sub> — in droge lucht en in stikstof — de volgende manuele analysemethodes getest :

- de gravimetrische en turbidimetrische methode met zuurstofwater,
- kolorimetrische methode met West and Gaeke,
- methode met kaliumjodaat.

Er bestaat een goede overeenstemming tussen de resultaten die bereikt werden met deze methodes ; de metingen lopen uiteen met 2 tot 3% en de gemiddelde waarde in optimale werkomstandigheden die zijn samengevat in tabel XVII.

TABEL XVII. — *Optimale werkomstandigheden voor de opborreling van gas*

Methode	Gasdebiet in de wasfles	Poreusheid van de filtreerpatroon
Met zuurstofwater	1,5 liter/min	60 — 80 micron
Jodometrisch	1,5 liter/min	60 — 80 micron
Kolorimetrisch	0,5 liter/min	60 — 80 micron
West and Gaeke		

##### b) Continu-analysatoren

In hetzelfde concentratiebereik hebben wij twee continu-analysatoren bestudeerd :

- 1° de niet-dispergerende infraroodanalysator Uras 7N,
- 2° de analysator met fluorescerende straling Teco.

In het eerste geval steunt de SO<sub>2</sub>-meting op de absorptie van infrarode stralingen door de SO<sub>2</sub>-moleculen ; in het tweede geval steunt de SO<sub>2</sub>-meting op de opsporing van de fluorescerende stralingsintensiteit die wordt uitgezonden door de SO<sub>2</sub>-moleculen die vooraf werden onderworpen aan een U.V.-straling.

De metingen die werden verkregen met de infrarood-analysator stemmen goed overeen met deze die werden verkregen met de manuele methodes. De



meting wordt niet beïnvloed door de aanwezigheid van zuurstof of van  $\text{CO}_2$  in het mengsel, aangezien het gebruikte toestel uitgerust is met een  $\text{CO}_2$ -filter.

Aangezien het toestel slechts één meetbereik bezit moet men de lengte van de absorptiecel wijzigen als men de meetprecisie wil vergroten, waardoor het nodig is over cellen van verschillende lengten te beschikken.

De analysator met fluorescerende straling maakt het mogelijk het  $\text{SO}_2$  zeer nauwkeurig te meten (tot op  $\pm 1\%$ ) in het geval van een mengsel van  $\text{SO}_2$  en stikstof en dit in een ruim bereik aangezien hij vijf meetbereiken bezit. Wanneer het  $\text{SO}_2$  daarentegen gemeten wordt in tegenwoordigheid van zuurstof, van  $\text{CO}_2$ ..., merkt men dat de waarde die afgelezen wordt van het toestel kleiner is dan de werkelijke waarde aangezien het toestel werd geïkkt met een mengsel  $\text{SO}_2 - \text{N}_2$ .

Dit kan wijzen op een « quenching »-verschijnsel bij een desactivering van de zuurstof- en  $\text{CO}_2$ -moleculen veroorzaken de  $\text{SO}_2$ -moleculen een negatief effect op het  $\text{SO}_2$ -meetsignaal dat varieert volgens de afstand van de moleculen en hun concentratie.

Om dit effect te verhelpen hebben wij het te analyseren mengsel verdund met het voornaamste bestanddeel van de  $\text{SO}_2$ -standaardmengsels die dienen om het toestel te ijken en wij hebben vastgesteld dat vanaf een verdunning van 20, het « quenching »-effect op het meetsignaal uitgeschakeld is.

### 7.3.2. Vergelijkende studie van de meetmethodes voor stikstofoxyden

Wij hebben manuele methodes getest met mengsels  $\text{NO}-\text{N}_2$  in het bereik van 50 tot 200 ppm.

Het gehalte van die mengsels wordt gemeten d.m.v. een analysator met chemiluminescentie die wordt geïkkt met een standaardmengsel dat wordt geleverd door de Maatschappij Air-Liquide.

De drie analysemethodes die wij getest hebben en die specifiek zijn voor de metingen bij emissie zijn :

- de methode met natriumnitrosalicylaat,
- de methode met fenolisulfonisch zuur,
- de methode met chromotropisch zuur.

Het gasachtig mengsel dat moet worden bepaald, wordt in een luchtledige ballon gezogen die een oxyderende oplossing bevat. In contact met die oplossing zetten de  $\text{NO}$ -moleculen zich om in «  $\text{NO}_3^-$  »-ionen die vervolgens worden bepaald door één van de vernoemde methodes.

Alle metingen die werden verkregen met mengsels  $\text{NO}-\text{N}_2$  geven te zwakke waarden ; binnenkort zullen metingen worden gedaan met mengsels  $\text{NO}-\text{O}_2-\text{N}_2$  om te zien of de aanwezigheid van zuurstof in het mengsel een volledige omzetting mogelijk maakt van  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_3^-$ .

### 7.3.3. Continu-meting van het $\text{SO}_2$ en de $\text{NO}_x$ in de rookgassen - Studie van een gasverdunner

Aangezien de aan de schoorsteen opgevangen rookgassen gedroogd en afgekoeld moeten zijn voordat ze in de analysator worden gezonden, hebben wij een toestel bestudeerd dat het mogelijk maakt reproduceerbare verdunningen te verkrijgen. Het principe-schema van die verdunner wordt weergegeven in figuur 32.

Het gashoudend mengsel dat  $\text{SO}_2$  bevat, wordt aangezogen door een eerste pomp ; door de werking van een precisieventiel en een capillaire buis en door

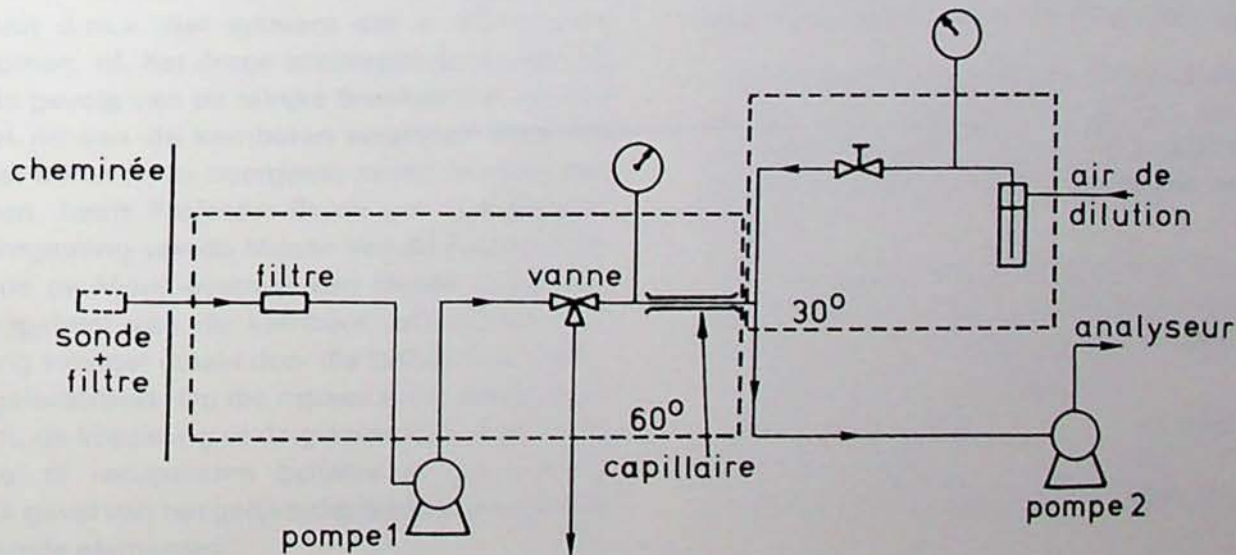


Fig. 32 — Schema van de verdunner  
 Cheminée : schoorsteen  
 Air de dilution : verdunningslucht  
 Sonde + filtre : sonde + filter  
 Vanne : klep  
 Capillaire : capillaire buis  
 Analyseur : analysator  
 Pompe : pomp

gebruikmaking van het ejectieprincipe, neemt men een bepaalde hoeveelheid op van het te ontleden mengsel met behulp van de gedroogde verdunningslucht. De verdunningsfactor wordt vastgesteld door het debiet van de verdunningslucht dat wordt geregeld door de analysatorpomp, door de lengte en de diameter van de capillaire buis en door het ventiel.

Dit toestel werd met succes beproefd in de elektrische centrale van Awirs voor het meten van het  $\text{SO}_2$  en de  $\text{NO}_x$  d.m.v. de analysator met fluorescerende straling voor  $\text{SO}_2$  en d.m.v. de chemiluminescentie-analysator voor stikstofoxyden.

#### *7.4. Meting van het $\text{SO}_2$ en het $\text{H}_2\text{S}$ in de rookgassen afkomstig van klampovens van steenbakkerijen*

(Door Vlaamse Streekeconomie gefinancierde studie)

Het doel van die studie, die uitgevoerd wordt in samenwerking met het Studiecentrum voor Kernenergie in Mol, bestaat erin de totale hoeveelheid  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{S}$  die tijdens het bakken in de lucht wordt geloosd, te bepalen bij een klassieke oven, ten einde in een tweede fase de mogelijkheid te bestuderen om de rook door een wasser te zuigen en een maximum aan  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{S}$  die daarin aanwezig zijn te elimineren.

De klampovens bestaan uit afwisselende lagen van bakstenen en steenkool ; de zijvlakken zijn ommuurd terwijl het bovenste gedeelte, met een oppervlakte van  $72 \text{ m}^2$ , zich in open lucht bevindt.

De geleidelijke verbranding van de steenkool, die veroorzaakt wordt door de oven onderaan aan te steken en door een natuurlijke trek, heeft het bakken van de bakstenen tot gevolg, dat zich voltrekt in zes weken.

In het kader van die studie bestond onze rol in het bepalen van het  $\text{SO}_2$ - en  $\text{H}_2\text{S}$ -gehalte in de rookgassen die vrijkomen bij het bakken.

De rookgassen worden bemonsterd in een schouw die uitsteekt boven een verplaatsbare rookkap waarvan de basis één vierkante meter bedraagt ; de rookkap wordt op de baksteenlaag geplaatst en de rookbemonstering, die vijf minuten duurt, wordt uitgevoerd op ongeveer één meter boven de baksteenlaag.

Verscheidene bemonsteringen, met een frequentie van één per week, werden uitgevoerd door de rookkap aan de bovenkant van de oven te verplaatsen.

Wij hebben opgemerkt dat het  $\text{SO}_2$ -gehalte in de rookgassen geleidelijk toeneemt van week tot week, en tijdens de vierde week een maximum bereikt dat gelegen is tussen 1200 en 1300 ppm. Hiervolgens vermindert het vlug tijdens de twee volgende weken.

Het  $\text{H}_2\text{S}$ -gehalte stijgt zeer vlug gedurende de eerste weken en bereikt een maximum van ongeveer 110 ppm tijdens de vierde week, daarna vermindert het vlug tijdens de volgende week.

Ten slotte stelt men bij de metingen een zekere ongelijkheid vast volgens de bemonsteringsplaats die gekozen wordt aan het bovenste gedeelte van de oven ; dit is te wijten aan de onregelmatige verbranding van de steenkoollagen die wordt in stand gehouden door een natuurlijke trek die van de ovenbasis doorheen de baksteenlagen gaat.

---

## 8. Valorisatie van steenbergen

---

### 8.1. Inleiding

Begin 1977 waren de boringen beëindigd op de eerste voorgestelde steenberg (Ste-Catherine te Bernisart) en kenden de eerste laboratoriumwerkzaamheden een normaal verloop. Indien wij bijgevolg de studie van de eerste steenhoop als een begin van

de werkzaamheden mogen beschouwen, zowel voor de ploeg « boringen » als voor de ploeg « laboratorium », kunnen wij zeggen dat de nieuwe dienst werkelijk volop bezig is en zijn normaal werkritme heeft bereikt in het begin van 1977.

### 8.2. Boorwerkzaamheden en bemonsteringen van steenbergen

#### 8.2.1. Boormaterieel

In 1977 hebben wij de boorwerkzaamheden voortgezet d.m.v. het systeem dat in 1976 werd aangenomen, nl. het droge snelslagboren zonder rotatie. Als gevolg van de talrijke breuken van de koppelingen en van de kernboren waardoor soms het materieel onder in de boorgaten moest worden achtergelaten, heeft Professor Brych van het departement Ontginning van de Mijnen van de Faculté Polytechnique de Mons evenwel een toestel uitgewerkt dat het geheel van de kernboor, afdrukhamer en koppeling steviger maakt door die laatste in te sluiten in een geleiderbuis. Op die manier is het altijd mogelijk, of nu de koppeling of de geleiderbuis breekt, het materieel te recupereren behalve in het onwaarschijnlijk geval van het gelijktijdig breken van de twee voornoemde elementen.

Dit kernbemonsteringssysteem, geotrooieerd onder het nummer 854648, wordt voorgesteld op figuur 33. Het werd gebruikt voor alle boringen die in 1977 werden uitgevoerd met uitzondering van de eerste boring van de steenberg St-Albert waarvoor het oude toestel nog gebruikt werd.

#### 8.2.2. Uitgevoerde werkzaamheden

Tabel XVIII vat het geheel van de boorwerkzaamheden samen die in 1977 werden uitgevoerd.

Bij dit totaal moet nog de eerste boring gevoegd worden die uitgevoerd werd op de steenberg St-Antoine-Vedette te Boussu (32.000.000 m<sup>3</sup>) en die op het einde van het jaar een diepte van 36 m had bereikt.

Als men bijgevolg geen rekening houdt met die laatste steenberg voor het berekenen van het aantal ton dan ziet de balans van 1977 inzake de boorwerkzaamheden er als volgt uit :

aantal geboorde ton :	43.250.000 ton
aantal boringen :	20
totale geboorde diepte :	661,4 meter.

#### 8.2.3. Verdeling van de taken

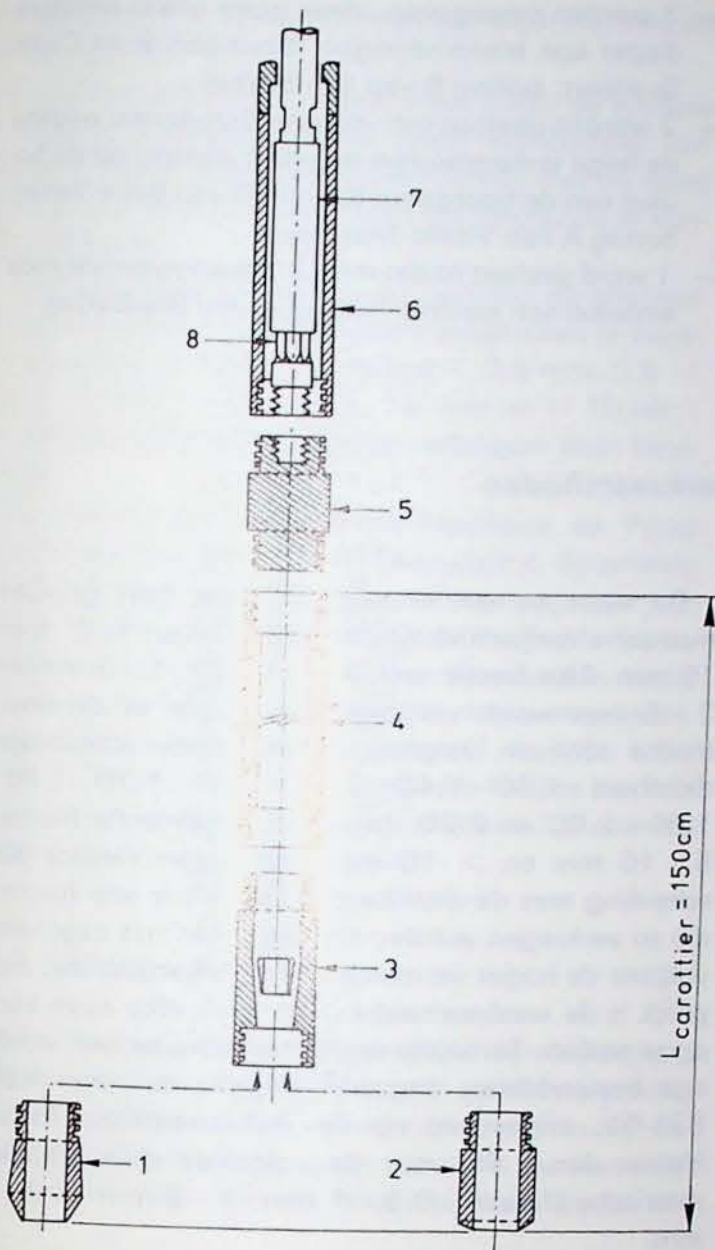
Tabel XIX geeft de verdeling van de verschillende soorten werkzaamheden die uitgevoerd werden door de ploeg « boringen » (4 man) tijdens het gehele afgelopen jaar.

TABEL XVIII

Steenbergen			Boringen		
Benaming	Vermoedelijk volume (m <sup>3</sup> )	Vermoedelijk aantal ton (t)	Aantal	Diepte (m)	Aantal geboorde meter
St-Albert te Péronnes-lez-Binche	1.900.000	3.350.000	5	27 11 12,2 48 24	22,2
Ste-Marguerite te Péronnes-lez-Binche	3.000.000	5.250.000	2	33 33	66
Ste-Barbe te Péronnes-lez-Binche	1.900.000	3.350.000	2	22,5 17	39,5
Bernalmont te Herstal	2.800.000	4.900.000	2	34,7 51	85,7
Belle-Vue te Herstal	1.350.000	2.350.000	2	30 19	49
Gosson nr. 2 te Jemeppe/s/Meuse	5.400.000	9.450.000	1	81	81
Gosson nr. 1 te Montegnée	3.600.000	6.300.000	2	38 33	71
Vieille-Marihaye te Seraing	1.550.000	2.700.000	2	30 39	69
Petite Bacnure te Herstal	3.200.000	5.600.000	1	42	42
Totaal	24.700.000	43.250.000	19		625,4

Fig. 33. — Kernboor voor bemonstering van steenberg en andere weinig of niet coherente gesteenten.

1. Dubbelkegelvormige snijschoen
2. Cylindrische snijschoen
3. Kernvanger
4. Buis van de kernboor
5. Driedelige koppeling
6. Geleiderbuis
7. Hamer
8. Zeshoekige koppeling.



TABEL XIX.

Aard van de werkzaamheden	Aantal dagen
Werkzaamheden op de steenberg :	
— ontruiming en voorbereidende werkzaamheden	94,5
— boringen	97,5
Onderhoudswerkzaamheden in het Instituut	9
Totaal gewerkte dagen	201
Recuperatiedagen	26
Weekend en feestdagen	118
Betaald verlof	20
Totaal	365

Zo bedraagt de gemiddelde vooruitgang herleid tot het aantal effectieve boordagen 6,78 m, en herleid tot het totaal aantal gewerkte dagen bedraagt hij 3,37 m.

Het is belangrijk te signaleren dat, gedurende de ganse boorcampagne die in de streek van Luik werd uitgevoerd, de ploeg « boringen » gewerkt heeft volgens het stelsel van 4 dagen per week van 10 uur per dag i.p.v. 5 dagen van 8 uur per dag en dit gemakshalve en voor tijdsbesparing. Aangezien die campagne 26 weken duurde, zouden bijgevolg 26 dagen moeten worden toegevoegd aan het aantal werkelijk gewerkte dagen om het aantal gewerkte dagen van 8 uur per dag te verkrijgen.

Die dagen komen voor in tabel XIX onder de rubriek « recuperatie ».

Als men bijgevolg geen rekening houdt met de eerste vijf gewerkte dagen van het jaar die besteed werden aan de ontruiming van de steenberg Ste-Catherine te Bernissart waarop alle boringen werden uitgevoerd in 1976, dan stelt men vast dat de verhouding van het aantal effectieve boordagen tot het aantal dagen die werden besteed aan andere werkzaamheden  $97,5/98,5 = 0,99$  bedraagt ; een aantal dat praktisch gelijk is aan de eenheid.

#### 8.2.4. Voornaamste boorhindernissen

Bij het gebruikte systeem dat wordt beschreven in 8.2.1. is het de geleiderbuis die veruit het meest broze element blijkt te zijn. Inderdaad, vanaf het gebruik van voornoemd systeem ziet de balans van de voornaamste gebroken stukken in 1977 er als volgt uit :

- geleiderbuizen : 32
- zeshoekige koppelingen : 10
- kernboren van 1,5 m : 5.

Als men daar aan toevoegt dat men bovendien 3 geleiderbuizen heeft vervangen vooraleer ze braken, steit men vast dat men 35 geleiderbuizen in één jaar heeft gebruikt, hetgeen een gemiddelde levensduur van ongeveer 18 m per buis geeft.

Naast die hindernissen moeten wij vermelden dat de boring A van de steenberg St-Albert, waarvoor de geleiderbuis nog niet werd gebruikt, uitliep op het breken van de koppeling tussen hamer en kernboor, waardoor de kernboor definitief verloren ging op de bodem van het boorgat.

Normaal wordt een boring gestopt wanneer men de voet van de steenberg bereikt behalve wanneer een hindernis de ploeg verplicht het boren op te geven. In die optiek kan men de 19 boringen die in 1977 werden voltooid als volgt indelen :

- 12 werden beëindigd ;
- 1 werd gestopt als gevolg van het breken van een koppeling (boring A van St-Albert) ;

- 3 werden opgegeven, daar geen enkel werktuig dieper kon binnendringen (boringen B en C van St-Albert, boring B van Ste-Barbe) ;
- 2 werden gestopt om veiligheidsredenen wegens de hoge temperaturen die men aantrof op de bodem van de boorgaten (boring B van Belle-Vue en boring A van Vieille-Marihaye) ;
- 1 werd gestopt nadat men 2 opeenvolgende rode sintelkernen aantrof (boring A van Ste-Barbe).

### 8.3. Laboratoriumwerkzaamheden

#### 8.3.1. Inleiding

Alle monsters bestemd voor de analyses bestaan uit twee opeenvolgende kernen van 1,5 m lengte die samen gegroepeerd zijn (behalve soms het monster betreffende het laatste stuk van een boring). De ervaring die werd opgedaan tijdens het bestuderen van de eerste steenberg, heeft inderdaad aangetoond dat een monster dat 3 m boring groepeerde voldoende was om die tamelijk nauwkeurig te beschrijven en daarbij het laboratorium toch in staat stelde meer betrouwbare resultaten te leveren, dankzij het hogere gewicht van de monsters.

#### 8.3.2. Beknopte beschrijving van de werkmethodes

In 1977 zijn die methodes geëvolueerd naar een vereenvoudiging en een rationalisering van de analyses, hoewel niet alle steenberg op dezelfde wijze werden bestudeerd.

##### 8.3.2.1. Oorspronkelijke methode

De genomen monsters worden gesplitst in twee groepen :

- de onpaar genummerde monsters ;
- de paar genummerde monsters.

Voor ieder monster bepaalt men het totale vochtgehalte volgens de norm NBN 831-04 en men scheidt de fractie met een korrelgrootteverdeling van minder dan 0,5 mm door vochtig ziften. Het koolgruis dat op die wijze werd verzameld, wordt behandeld in het Laboratorium voor mechanische bereiding van materialen van de Faculté Polytechnique de Mons om er te worden geflooteerd.

De fractie met een korrelgrootteverdeling groter dan 0,5 mm ondergaat een verschillende behandeling naar gelang het een oneven kern of een even kern betreft.

Voor de oneven kernen bepaalt men het globale asgehalte volgens de norm NBN 831-03.

De even kernen ondergaan eerst een granulometrische rangschikking met kernen van 1, 2, 5 en 10 mm. Elke fractie van 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm en 2 - 5 mm wordt vervolgens gesplitst in densimetrische schijven volgens de volgende scheidingsdichtheid : 1,30 - 1,40 - 1,50 - 1,60 - 1,70 - 1,80 - 1,90 - 2,00 en 2,20. De granulometrische fracties 5 - 10 mm en > 10 mm ondergaan slechts één scheiding met de dichtheid 2,20. Voor alle fracties die zo verkregen werden bepaalt men het asgehalte volgens de hoger vermelde norm, waardoor het mogelijk is de wasbaarheidskurven van elke even kern op te stellen. Tenslotte wordt het gehalte aan vluchtige bestanddelen, bepaald volgens de norm NBN 831-01, uitgevoerd op de densimetrische fractie kleiner dan 1,40 voor de volgende drie granulometrische klassen : 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm en 2 - 5 mm.

De volgende steenberg werden op die wijze bestudeerd : St-Albert, Ste-Marguerite, en Ste-Barbe te Péronnes-lez-Binche, evenals de boring A van de steenberg van Bernalmont en de boring A van de steenberg van Belle-Vue in het Luikse.

##### 8.3.2.2. Vereenvoudigde methode

De vorige metingen die werden verricht op de even kernen duren lang en zijn kostelijk wegens het groot aantal granulometrische en densimetrische scheidingen (vanwaar 68 asgehalten per even kern uit te voeren).

Er werd dan besloten de even kernen slechts te bestuderen indien het gemiddelde asgehalte van de oneven boorkernen kleiner was dan 80 % of indien een kern een asgehalte kleiner dan 75 % had.

Zodoende werden enkel de oneven kernen geanalyseerd voor de boringen B van de steenberg van Bernalmont en Belle-Vue en van de steenberg Gosson nr. 1 en Gosson nr. 2, volgens de methode beschreven in 8.3.2.1. Bovendien heeft men voor de Gosson nr. 2 een globaal asgehalte bepaald bij de

granulometrische fractie kleiner dan 0,5 mm van de oneven kernen.

Voor de even kernen heeft men enkel de globale vochtigheid bepaald en men heeft het monster verdeeld in twee granulometrische fracties met de maas van 0,5 mm om de flotatie van het koolgruis te kunnen uitvoeren.

Vanaf de volgende steenberg werden de analyses van oneven kernen verfijnd door asgehalten te bepalen van granulometrische fracties  $< 0,5$  mm, 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm, 2 - 5 mm, 5 - 10 mm en  $> 10$  mm. Het globale gehalte wordt dan verkregen door berekening.

De steenbergen van Vieille-Marihaye en Petite Bacnure werden op die wijze bestudeerd. Bovendien brachten de resultaten van de analyses uitgevoerd op oneven kernen van de steenberg Vieille-Marihaye, ons ertoe de analyses uit te voeren die voorzien waren voor de even kernen, waarbij wij ons evenwel beperkten tot scheidingsdichtheden (1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 en 2,2) voor de granulometrische fracties van 0,5 tot 5 mm en tot de scheidingsdichtheid 1,8 voor de grotere granulometrische fracties.

### 8.3.3. *Andere werkzaamheden*

Naast de analyses die vroeger beschreven werden, heeft het laboratorium nog 8 kernen geanalyseerd die genomen werden d.m.v. roofofbouw en waarbij de oorspronkelijke methode gebruikt werd die voorzien was voor de even kernen. Vier monsters waren af-

komstig van de steenberg Ste-Marguerite te Péronnes-lez-Binche en de vier andere van de steenberg nr. 7 en 8 van Hornu-Wasmes die gedeeltelijk ontgonnen is. Wij hebben eveneens het globaal asgehalte bepaald van vier monsters die door roofofbouw werden genomen op de steenberg van Perron in het Luikse.

Om een idee te hebben van de werkelijke waarde van de bereikte resultaten voor wat betreft hun representativiteit voor een ganse steenberg, hebben wij aan de dienst Ontginning van de Mijnen van de Université Libre de Bruxelles gevraagd de resultaten die werden bereikt op de steenbergen van Ste-Catherine (geboord in 1976) en St-Albert, te bestuderen volgens de methodes die in de geostatistiek worden gebruikt. Zodoende kan men de best mogelijke schattingswijze berekenen van het gemiddelde der asgehalten en de vork waarin het werkelijk gehalte is vervat, met een bepaalde waarschijnlijkheidsdrempel.

### 8.3.4. *Jaarbalans*

Tijdens het jaar 1977 heeft het laboratorium volgende analyses uitgevoerd :

- vochtigheidsgehalten : 458
- asgehalten : 4.918
- gehalten aan vluchtige bestanddelen : 348.

Dit zijn grote aantallen maar men moet niet vergeten dat elke analyse tweemaal wordt uitgevoerd om toevallige vergissingen te vermijden.

Faint, illegible text in the left column, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text in the right column, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Additional faint, illegible text in the left column, continuing from the top section.

Additional faint, illegible text in the right column, continuing from the top section.



## Publikaties en documentatie

### *Annalen der Mijnen van België*

In 1977 verschenen 1210 bladzijden tekst.

Zoals elk jaar vindt men in de Annalen de hierna volgende rubrieken van het Bestuur van het Mijnwezen :

- Statistische inlichtingen over steenkool, cokes, pek, non ferrometalen, de ijzer- en staalnijverheid, de groeven en aanverwante nijverheden.
- Statistiek van de ongevallen in de kolenmijnen en in de andere inrichtingen onder het toezicht van het Bestuur van het Mijnwezen.
- Beknopte statistiek van de kolenwinning, de cokes- en agglomeratenfabrieken, en overzicht van de markt van de vaste brandstoffen.
- Technische kenmerken van de Belgische steenkolenontginning.
- Economische statistiek van de extractieve nijverheden en van de metaalnijverheid.
- Bedrijvigheid van de inspectiediensten.

Het tijdschrift publiceert de activiteitsverslagen van diverse steenkoolorganismen en talrijke scripties.

De volgende teksten met betrekking tot de bedrijvigheid van het NIEB verschenen in dit tijdschrift :

- Studie van de trillingen bij massaspringwerk in de groeven van Quenast, door R. Brigode en J. Boxho. Januari.
- Economische vooruitzichten van de ondergrondse vergassing onder hoge druk. Februari.
- Jaarverslag van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven over 1976. Maart.

- Radio in de steenkolenmijnen van de Gemeenschap, door A. Lefèvre, R. Liégeois, D.J. Martin en J. Olaf. Mei.
- Materieel aangenomen voor de mijnen tijdens 1975. Juni.
- Enkele nieuwigheden bij het gebruik van steenbrekers in groeven, door H. van Duyse. September.
- Het boren in groeven, door H. van Duyse. September.
- Rationele aanzetting van mijngaten met grote diameter geladen met losgestorte springstoffen, door P. Goffart. September.
- Schiettrillingen. Criteria voor beschadiging en leefmilieu, door J. Boxho. Oktober.
- De ontzweveling van gas door middel van kalk, door Ph. Dumont en R. Bonsang. Oktober.
- Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van harsbeton, door J. Bricteux en C. Michaux. Oktober.

### *Varia*

Een artikel van P. Ledent over de ondergrondse vergassing van steenkool is verschenen in het februari-nummer van de « Revue de l'Industrie Minérale » en in de « Revue de l'Energie », alsook in het maartnummer van het tijdschrift « Fabrimetal ».

Vier synthese-verslagen werden opgesteld over de NIEB-studies die werden uitgevoerd met financiële steun van de CEG (EGKS) :

- Mechanisering van het drijven van winningsgalerijen en galerijen in de laag (1970-1975), door H. van Duyse.

- Gesteentedruk en ondersteuning. Vooruitzichten en beheersing van vervormingen bij werken in de mijn (1972-1975), door H. van Duyse.
- Verbetering van de conventionele technieken voor het drijven van kolengalerijen (1972-1975), door H. van Duyse.
- Gebruik van de radio in de ondergrondse werkplaatsen (1974-1976), door R. De Keyser, P. Delogne, L. Deryck, H. Hellin, R. Liégeois.

De hierna volgende technische informatie werd verspreid :

- Verhoging van de sterkte van het beton van panelen door toevoeging van een weekmaker, door H. van Duyse. September.
- Proeven met paneelringen met wapeningen uit staven met grote diameter, door H. van Duyse. September.
- Proeven met panelen van harsbeton (polyester), door H. van Duyse en C. Michaux. September.
- Het gebruik van kalksteentoeslagstoffen in het beton van blokken en panelen, door H. van Duyse. December.

Volgende uiteenzettingen werden voorgesteld :

- Overzicht van de nieuwe activiteiten van het NIEB (1968-1976), door P. Ledent. Bezoek van de « Jeune Chambre Economique de Liège ». Januari.
- De constructie van bouwpanelen op basis van steen van het land, door P. Ledent. Informatievergadering gehouden door de « Groupement de Relance Economique des Vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, Harzé. Maart.
- De ondergrondse vergassing van steenkool, nieuwe energiebron voor Europa, door P. Ledent. Studiedag over de vergassing van steenkool gehouden door het « Institut Interfacultaire des Sciences Naturelles Appliquées » van de Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve. Maart.
- Underground coal gasification, a new source of energy for Europe, door P. Ledent. Vergadering gehouden door de « Union Chimique Belge » voor de leden van de ECMRG (European Chemical Matter Research Group), Luik. Mei.
- Propagation of radio waves along a coaxial cable with leaky sections, door P. Delogne en L. Deryck. Workshop on Leaky Feeders, University of Surrey, Guildford. Mei.
- Economic prospects of underground gasification at great depth and under high pressure, door J. Patigny en V. Chandelle. The Third Annual Underground Coal Gasification Symposium gehouden door de ERDA (Energy Research and Development Administration) en het Lawrence Livermore Laboratory, Lake Tahoe, U.S.A. Juni.
- De ondergrondse vergassing van steenkool, nieuwe energiebron voor Europa, door P. Ledent.

Vergadering gehouden door het ANVAR (Agence National de Valorisation de la Recherche) in het kader van Inova/Energie 77, Parijs. Juni.

- Underground coal gasification, door P. Ledent. IEA Working Party on Coal Technology, Parijs. Juli.
- 6e Internationale Conferentie over Gesteentedruk, Banff, Canada. September :
  - Dakcontrole in lange pijlers tijdens de afgelopen 25 jaar, door P. Stassen.
  - Evolutie van de ondersteuning van steengangen in het Kempens bekken door P. Stassen en H. van Duyse.
  - Evolutie van de ondersteuning in de pijlers en de winningsgalerijen in België.
- Europese vooruitzichten van de vergassing van steenkool op grote diepte, door P. Ledent. Société de l'Industrie Minérale, Nord-du-Pas de Calais district, Douai. Oktober.
- Underground coal gasification, door P. Ledent. Wereldconferentie over het thema « Future Coal Supply for the World Energy Demand » georganiseerd door het IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), Wenen. November.

## Documentatiesteekkaarten

### Mijnen

Er werden drieëndertig pakken steekkaarten verzonden.

### Groeven

Drie bibliografische bulletins met elk ongeveer 60 samenvattingen werden naar de leden van de sectie « Kalk » van de VKKD gezonden.

## Informatiedag

Op 30 maart 1977 had er een informatiedag voor de Groeve-uitbaters plaats waaraan 130 personen deelnamen. Volgende uiteenzettingen werden voorgesteld :

- Gebruik van de ondersnijmachines « Ferrier » bij de ontginning van groeven van rood marmer, door J. Focant.
- Versnijding van het gesteente in situ met behulp van de kettingsnijmachine Bisso bij « Les Industries Ardoisières Belges — INARBEL », door W. Lodez.
- De diamantketting bij de ontginning in groeven, door B. Lonfils.
- Enkele nieuwigheden bij het gebruik van steenbrekers in groeven, door H. van Duyse.
- Het boren in groeven, door H. van Duyse.

- Schiettrillingen. Criteria voor beschadiging en leefmilieu, door J. Boxho.
- Rationele aanzetting van mijngaten met grote diameter geladen met losgestorte springstoffen, door P. Goffart.
- De ontzwaveling van gas door middel van kalk, door Ph. Dumont en R. Bonsang.
- Toepassing van voorspanning op steen door R. Jacquemin en Y. Durand.
- Bouwpanelen in natuursteen, door E. Maréchal.
- Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van harsbeton, door J. Bricteux en C. Michaux.

Op 21 oktober werd bij het NIEB een studiedag georganiseerd inzake de ontwikkeling van een procédé voor ondergrondse vergassing onder hoge druk,

door de Belgische afdeling van de Société de Chimie Industrielle. De hierna volgende uiteenzettingen werden gehouden :

- De ondergrondse vergassing van de steenkolenafzettingen, door P. Ledent.
- Chemical aspects of coal gasification, door C. Beckervordersandforth.
- Proefnemingen van vergassing onder druk in het proefstation van het NIEB, door M. Marcourt.
- Analyse van het verloop van steenkoolvergasning door de chemische engineeringmethoden, door G. L'Homme en J.P. Pirard.
- Door de ondergrondse vergassing op scheikundig gebied geboden vooruitzichten, door R. Cyrès.

# Inhoudstafel

INLEIDING .....	5
AFDELING LUIK	
1. <i>Mijnen en Groeven</i> .....	9
1.1. Galerijen en schachten .....	9
1.1.1. Cirkelvormige steengangen met bekleding van panelen in gewapend beton .....	9
1.1.2. Galerijen in de laag .....	15
1.1.3. Delven van binnenschachten .....	17
1.1.4. Spanningen gemeten in een van de twee ophaalschachten van Waterschei .....	18
1.2. Mijngas en luchtverversing .....	19
1.2.1. Beheersing van de mijngasuitstromingen .....	19
1.2.2. Toepassing van de « process control » op de ventilatie .....	24
1.3. Radioverbindingen en -bediening .....	24
1.3.1. Mijnen .....	24
1.3.2. Verkeerstunnels .....	27
1.4. Ondergrondse vergassing .....	29
1.4.1. Internationale samenwerking .....	29
1.4.2. Ontwikkeling van de voorafgaande studies .....	29
1.4.3. Verkenningboring op de winplaats van Thulin (Hensies) .....	32
1.5. Groeven .....	32
1.5.1. Studie van de schiettrillingen .....	32
1.5.2. Valorisatie van producten en minderwaardige producten van groeven .....	32
1.6. Diensten van het Internationaal Energie-Agentschap - Werkgroep « Steenkool » .....	33
2. <i>Laboratorium voor analyse en industrieel onderzoek</i> .....	35
2.1. Extractieve nijverheden .....	35
2.1.1. Steenkool en Cokes .....	35
2.1.2. Aardolie en aardgas .....	35
2.1.3. Steenbergen .....	37
2.1.4. Kalk en cement .....	37
2.2. Leefmilieu .....	37
2.2.1. Neerslagcontrole-net in de Waalse industriegebieden of in die gebieden met tendens tot industrialisatie .....	37
2.2.2. Vergelijkende studie van twee types meettoestellen voor het opvangen van atmosferische neerslag .....	37
2.2.3. Andere atmosferische neerslagstudies .....	38
2.2.4. Deelname aan het nationaal net « Zwavel-Rook » van het Ministerie van Volksgezondheid .....	38
2.2.5. Andere zwavel-rookstudies .....	38
2.2.6. Studie van de organische verontreiniging van de lucht .....	38
2.2.7. Deelname aan het nationaal programma « Onderzoek en ontwikkeling : Leefmilieu-Lucht » (Interministeriële commissie voor Wetenschapsbeleid) .....	39
2.2.8. Deelname aan de werkzaamheden ter normalisatie van de meetmethodes voor luchtverontreiniging .....	40
2.2.9. Samenwerking met onderwijsinstellingen .....	40
2.3. Nieuwe energieën .....	40
2.4. Polymeren .....	41
2.4.1. Incorporatie van minerale stoffen .....	41
2.4.2. Gedrag van materialen t.o.v. vuur .....	44

2.4.3. Hulp aan de industrie .....	48
2.4.4. Samenwerking met onderwijsinstellingen .....	48
2.5. Diverse werkzaamheden .....	48
3. Proefstation .....	49
3.1. Valorisatie van brandstoffen .....	49
3.2. Deelname aan de voorafgaande studies inzake ondergrondse vergassing .....	49
3.2.1. Proefinstallatie voor vergassing .....	49
3.2.2. Proefinstallatie voor verbranding van arm gas onder hoge druk .....	52
3.2.3. Studie van een automatisch ventiel bestemd voor het regelen van het waterdebiet voor afkoeling van gassen .....	52
3.2.4. Studie van de thermische vernietiging van een boringscasing .....	52
3.3. Deelname aan de werkzaamheden van de sectie « Polymeren » .....	52

#### AFDELING PATURAGES

4. Veiligheid « Springstoffen en Ontploffingen » .....	53
4.01. Controle op springstoffen voor steenkolenmijnen .....	53
4.02. Schietwerk met propschot met aanzetting achteraan .....	53
4.03. Onderzoek van de geschiktheid tot overbrenging van de ontsteking tussen patronen van IREMITE 85 .....	54
4.04. Onderzoek van uit groeven genomen slagkoorden .....	54
4.05. Veiligheidsproef onder insluiting van stoffen die ontploffing kunnen veroorzaken .....	55
4.06. Onderzoek van de brandbaarheid van houtachtig materiaal in brandvrije platen .....	55
4.07. Onderzoek van elektrische ontstekers voor steenkolenmijnen .....	56
4.07.1. PNE-ontstekers in voorraad te Pâturages vóór april 1977 .....	56
4.07.2. Vóór april 1977 vervaardigde PNE-ontstekers .....	56
4.07.3. Uit het puin van de verwoeste opslagplaats gehaalde PNE-detonatoren .....	57
4.08. Proeven betreffende de ontstekingsgeschiktheid van produkten op basis van ammoniumnitraat .....	57
4.08.1. Stikstofhoudende meststoffen en technisch zuivere ammoniumnitraten .....	57
4.08.2. Springstof met fuelnitraat (ANFO) .....	57
4.09. Onderzoekingen over een ingeschakeld stofgrendelsysteem .....	57
4.09.1. Stofgrendel voor ondergrondse werken in de mijn .....	57
4.09.2. Automatische blusinrichting voor diverse industrieën .....	58
4.09.3. Internationale colloquia en vergaderingen .....	60
5. Veiligheid « Brand - Mijngasmeting - Stof » .....	61
5.1. Moeilijk ontvlambare transportbanden .....	61
5.1.1. Wijziging van apparatuur .....	61
5.1.2. Aannemingsproeven .....	61
5.1.3. Controleproeven .....	61
5.1.4. Oriëntatieproeven .....	62
5.1.5. Samenvattende tabel van de resultaten .....	62
5.1.6. Onder bescherming van de Europese Gemeenschappen uitgevoerde proeven .....	62
5.2. Moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissies .....	62
5.2.1. Bepaling van de ontvlambaarheid van onder druk verstoven vloeistoffen .....	62
5.2.2. Beoordeling van de kenmerkende eigenschappen « extreme pression » .....	63
5.3. Andere moeilijk ontvlambare materialen .....	63
5.4. Blusapparaten .....	63
5.4.1. Poederblusapparaten .....	63
5.4.2. Blusapparaten met water + additief .....	63
5.4.3. Blusapparaten met gehalogeneerde produkten .....	63
5.4.4. CO <sub>2</sub> -blusapparaten .....	63
5.5. Mijngasmeting .....	63
5.6. Ontvlambaar stof .....	63
5.6.1. Stofwolven .....	63
5.6.2. In lagen afgezet stof .....	63
6. Elektriciteit .....	65
6.1. Ontploffingsvast materieel .....	65
6.1.1. Aanneming betreffende de gelijkvormigheid met de norm NBN 286 .....	65
6.1.2. Ontploffingsvast materieel aangenomen volgens een andere norm dan de NBN 286 .....	65
6.2. Intrinsieke veiligheid .....	65
6.2.1. Aannemingen .....	65
6.2.2. Studie over de veiligheidsdrempels met dioden .....	66
6.3. Materieel met versterkte veiligheid .....	66
6.3.1. Aanneming van gelijkvormigheid met de norm NBN 717 .....	66

6.3.2. Materieel met versterkte veiligheid aangenomen volgens een andere norm dan de NBN 717 ...	67
6.4. Materieel met inwendige overdruk .....	67
6.5. Materieel met veiligheid « N » .....	67
6.6. Diverse proeven .....	67
6.6.1. Dieselmotoren .....	67
6.6.2. Gevaar veroorzaakt door de circulatiestromen in de kussenblokken van de elektrische motoren ..	68
6.6.3. Ander materieel .....	70
6.7. Propaganda voor de veiligheid .....	70
7. <i>Gezondheid</i> .....	71
7.1. Luchtverontreiniging .....	71
7.1.1. Meting van de luchtverontreiniging « Rook-SO <sub>2</sub> » .....	71
7.1.2. Meting van de verontreiniging van industriële oorsprong met behulp van neerslagkruiken .....	71
7.1.3. Studie van het door de Vlaamse steenbakkerijen geloosde fluor .....	72
7.2. Aanneming en controle van ademhalingsstoestellen .....	72
7.2.1. Aanneming van nieuwe toestellen overeenkomstig de wet van 11 september 1961 .....	72
7.2.2. Controle van de anti-stof- en anti-CO-filtreerpatronen .....	74
7.2.3. Controle van zelfredders .....	74
7.3. Continue en semi-continue metingen van emissies van gasvormige pollutanten .....	74
7.3.1. Vergelijkende studie van verschillende meetmethodes van het SO <sub>2</sub> .....	74
7.3.2. Vergelijkende studie van de meetmethodes voor stikstofoxyden .....	75
7.3.3. Continu-meting van het SO <sub>2</sub> en de NO <sub>x</sub> in de rookgassen — Studie van een gasmeter .....	75
7.4. Meting van het SO <sub>2</sub> en het H <sub>2</sub> S in de rookgassen afkomstig van klampovens van steenbakerijen .....	76
8. <i>Valorisatie van steenbergen</i> .....	77
8.1. Inleiding .....	77
8.2. Boorwerkzaamheden en bemonsteringen van steenbergen .....	77
8.2.1. Boormaterieel .....	77
8.2.2. Uitgevoerde werkzaamheden .....	77
8.2.3. Verdeling van de taken .....	77
8.2.4. Voornaamste boorhindernissen .....	79
8.3. Laboratoriumwerkzaamheden .....	80
8.3.1. Inleiding .....	80
8.3.2. Beknopte beschrijving van de werkmethodes .....	80
8.3.3. Andere werkzaamheden .....	81
8.3.4. Jaarbalans .....	81
<i>PUBLIKATIES EN DOKUMENTATIE</i> .....	83
Annalen der Mijnen van België .....	83
Varia .....	83
Documentatiesteekkaarten .....	84
<i>INFORMATIEDAGEN</i> .....	84

# La recherche d'hydrocarbures en Belgique

## Situation 1977

# Het opsporen van koolwaterstoffen in België

## Toestand 1977

André DELMER, Jean-Marie GRAULICH et Robert LEGRAND \*

### RESUME

*Après avoir rappelé les recherches entreprises depuis 1953 par le Service Géologique de Belgique, les auteurs supputent les chances de découvrir des hydrocarbures dans le sous-sol belge à la lumière des enseignements des sondages de Focant et de St-Ghislain. Il faut poursuivre les recherches dans le Bassin de Namur là où il est caché par le Bassin de Dinant.*

### SAMENVATTING

*De onderzoeken ondernomen door de Belgische Geologische Dienst sinds 1953 werden eerst behandeld en besproken. Vervolgens is de vraag of de koolwaterstofverbindingen kunnen aanwezig zijn in de Belgische ondergrond hernomen in het licht van de lessen der boringen van Focant en van St. Ghislain. Onze structurele opvattingen moeten grondig veranderd worden en het is niet meer onverstandig om ons de beddingen van gas in te beelden in het Bekken van Namen bedolven onder het Bekken van Dinant.*

### ZUSAMMENFASSUNG

*Nach einem Überblick über die seit dem Jahre 1953 von der Service Géologique de Belgique durchgeführten Forschungsarbeiten stellen die Verfasser Mutmaßungen an über die Entdeckung von Kohlenwasserstoffen im belgischen Boden aufgrund der bei den Bohrungen in Focant und in Saint-Ghislain erzielten Ergebnisse. Die Forschungsarbeiten sollen im Revier von Namur fortgesetzt werden, und zwar dort, wo es sich hinter dem Revier von Dinant verbirgt.*

### SUMMARY

*The authors, after recalling the research which has been carried on since 1953 by the Service Géologique de Belgique, assess the likelihood of discovering hydrocarbons under Belgian territory in the light of the test borings at Focant and St-Ghislain. Research must be continued in the Namur Basin, in the area where it is hidden by the Dinant Basin.*

---

A plusieurs reprises déjà, des géologues du Service Géologique de Belgique ont tenté de cerner les chances qui restent de découvrir des hydrocarbures dans le sous-sol belge. E. Asselberghs [1] en 1921, A. Renier [2] en 1937 et R. Legrand [3] en 1950 et [4] en 1960 ont exposé les idées qu'on pouvait, à

\* Service Géologique de Belgique. Rue Jenner 13, B-1040 Bruxelles.

Al verscheidene malen hebben geologen van de Belgische Geologische Dienst getracht de kansen op het vinden van koolwaterstoffen in de Belgische ondergrond nader te bepalen. E. Asselberghs [1] in 1921, A. Renier [2] in 1937 en R. Legrand [3] in 1950 en [4] in 1960 hebben de opvattingen, die men

\* Belgische Geologische Dienst. Jennerstraat 13, 1040 Brussel.

l'époque, se faire du problème. Chaque essai élimine des possibilités reconnues favorables antérieurement, creuse certaines autres et en fait surgir de nouvelles. Tout compte fait, l'impression générale reste pessimiste ; il n'y a que peu d'espoir de voir jaillir un jour des hydrocarbures de notre sol. C'est que la couverture postpaléozoïque est trop mince, les roches paléozoïques trop évoluées, leur perméabilité est trop faible pour constituer un réservoir et, en même temps, trop forte pour avoir empêché toute fuite de gisement.

Effectivement, du pétrole méso- ou cénozoïque semble bien définitivement exclu. D'autre part, la règle du « carbon-ratio » rend la présence d'hydrocarbures liquides peu vraisemblable.

Si nous revenons aujourd'hui à cette question des hydrocarbures dans le sous-sol belge, c'est que des observations récentes ont modifié fondamentalement les données du problème en l'éclairant de façon bien plus optimiste.

Depuis 1953, le Service Géologique de Belgique prospecte le sous-sol profond du pays. C'est ainsi que dix sondages ont été exécutés au-delà de 2.000 mètres de profondeur. Ce sont ceux de :

St-Ghislain (1972, encore en cours)	4.437,25 m
Grand Halleux (1963-1964)	3.225,46 m
Martouzin-Neuville (1967-1973)	3.208,00 m
Bolland (1962)	3.001,30 m
Rosée (**) (1964)	2.964,00 m
Turnhout (1953-1955)	2.705,55 m
Soumagne (1956-1959)	2.528,25 m
Wépion (1953-1956)	2.310,00 m
Epinois (1959-1960)	2.009,11 m
Pâturages (1957)	2.000,64 m
Soiron (1958-1960)	2.000,00 m

Quelle a été la philosophie de cette prospection et quels sont les objectifs atteints ?

Les gouvernements ont le devoir de faire l'inventaire de leur environnement naturel dont un volet important est le sous-sol. Or, les levés géologiques superficiels, menés dans notre pays depuis 1840, ont révélé et précisé au fil des ans une structure géologique fort complexe qu'il est difficile d'extrapoler en profondeur en certaines régions. Plusieurs solutions ont donc été imaginées pour prolonger dans la troisième dimension des structures connues en surface et il est peu probable que de nouvelles observations de surface parviennent à départager des thèses le plus souvent inconciliables. Les philosophes désignent sous le nom d'indécidable une question où des arguments d'égale valeur apparente défendent deux thèses irréductibles. Le plus souvent, cette situation en

destijds over het probleem kon hebben, uiteengezet. Bij iedere poging worden mogelijkheden die vroeger gunstig geacht werden uitgeschakeld, worden andere mogelijkheden uitgediept en duiken nieuwe mogelijkheden op. Al bij al blijft de algemene indruk pessimistisch ; de kans is klein dat in ons land ooit koolwaterstoffen zullen ontgonnen worden. Dit komt omdat de postpaleozoïsche deklaag te dun is, de paleozoïsche gesteenten te ver geëvolueerd zijn, de doorlatendheid ervan te klein is om een reservoir te vormen en tevens te groot om alle lekken in de afzetting te hebben verhinderd.

In feite lijkt meso- of kenozoïsche aardolie wel definitief uitgesloten te zijn. Verder maakt de « carbon-ratio »-regel de aanwezigheid van vloeibare koolwaterstoffen weinig waarschijnlijk.

Dat wij de kwestie van de koolwaterstoffen in de Belgische bodem nu opnieuw ter sprake brengen, is toe te schrijven aan het feit dat recente waarnemingen het vraagstuk grondig gewijzigd hebben en het in een veel gunstiger daglicht stellen.

Sinds 1953 is de Belgische Geologische Dienst bezig met de verkenning van de diepe ondergrond van het land. Hiervoor werden tien boringen van meer dan 2.000 m diepte uitgevoerd, met name te :

St-Ghislain (1972, nog aan de gang)	4.437,25 m
Grand Halleux (1963-1964)	3.225,46 m
Martouzin-Neuville (1967-1973)	3.208,00 m
Bolland (1962)	3.001,30 m
Rosée (**) (1964)	2.964,00 m
Turnhout (1953-1955)	2.705,55 m
Soumagne (1956-1959)	2.528,25 m
Wépion (1953-1956)	2.310,00 m
Epinois (1959-1960)	2.009,11 m
Pâturages (1957)	2.000,64 m
Soiron (1958-1960)	2.000,00 m

Welke opvattingen liggen aan de basis van deze prospectie en wat heeft ze opgeleverd ?

Het is de plicht van iedere regering de inventaris van de natuurlijke omgeving op te maken en daarin bekleedt de ondergrond een belangrijke plaats. Nu hebben de oppervlakkige geologische verkenningen die sinds 1840 in ons land worden uitgevoerd, in de loop der jaren een bijzonder ingewikkelde structuur aan het licht gebracht en verduidelijkt, een structuur die in sommige streken moeilijk tot de diepere formaties kan worden doorgetrokken. Daarom werden verscheidene oplossingen uitgedacht om de aan de oppervlakte bekende structuren in de derde dimensie door te trekken en er bestaat weinig kans toe dat nieuwe waarnemingen op de begane grond een antwoord zouden kunnen geven op stellingen die meestal niet met elkaar te verenigen zijn. Een kwestie

\*\* Exécuté à l'initiative de la Belgian Shell.

\*\* Op initiatief van Belgian Shell uitgevoerd.



impasse résulte d'une méthode d'étude mal adaptée à laquelle manque le modèle adéquat. Nous estimons que la tectonique hercynienne dans notre pays est le type même d'un indécidable. Rien d'étonnant dans ces conditions que les études de tectonique, si florissantes dans notre pays au début du siècle, ne retiennent plus fort aujourd'hui l'intérêt des chercheurs, découragés. Certains esprits perspicaces ont senti cette situation. Nous aimerions citer, parmi les disparus, Félix Kaisin qui, dès 1924, se refusait à admettre les idées communément admises et réclamait une expérience cruciale. André Grosjean a eu le grand mérite d'engager le gouvernement dans la voie nouvelle de recherches profondes. Sérier les problèmes importants, distinguer ceux qui sont bien posés, comme disent les mathématiciens, et déterminer la nature et l'emplacement d'une recherche susceptible de les résoudre, telle est la doctrine qui a conduit le Service Géologique à implanter les sondages cités plus haut. Les résultats prouvent qu'il ne s'agit pas là d'une méthode de facilité mais qu'en de nombreux cas, des horizons stratigraphiques découverts en sondages ont été retrouvés par après en surface. C'est en partie à ce fait qu'est dû ce renouvellement des études de cartographie superficielle auquel on assiste maintenant.

Mais, que devient la question des hydrocarbures dans une recherche structurale dont l'intérêt paraît à première vue théorique. Le contribuable a peut-être d'autres soucis que celui de satisfaire la curiosité de quelques chercheurs au langage si ésotérique que le commun n'y voit même pas de quoi il s'agit. Effectivement, en voyant s'élever une tour de forage quelque part dans le pays, le passant nourrit tout naturellement le secret espoir qu'il en sortira une substance utile. Pour être naturelle, cette réaction méconnaît le cheminement de la recherche. La découverte de ces matières utiles n'est pas le résultat d'une loterie, mais bien celui de raisonnements qui se font tous par voie analogique. Le Massif du Brabant, sorte d'échine dorsale de notre pays, nous prive de couvertures épaisses et nous contraint dès maintenant à prospecter le Paléozoïque en partie tectonisé, alors que nos voisins ne devront y venir que plus tard après avoir épuisé les possibilités des couvertures tabulaires souvent épaisses. Débrouiller les structures profondes, connaître l'ordre de superposition des massifs et leur extension en profondeur est donc un préalable dont peuvent se passer les recherches en terrains tabulaires et précisément ce préalable est ce

waarin twee vastgelopen stellingen met argumenten van blijkbaar dezelfde waarde verdedigd worden, wordt door, de filosofen als « onbeslechtbaar » bestempeld.

Meestal is deze impasse het gevolg van een slecht aangepaste studiemethode waarvoor het geschikte model ontbreekt. Naar onze mening is de hercynische tektoniek in ons land een schoolvoorbeeld van iets onbeslechtbaars. Het is dan ook niet te verwonderen dat de tektoniekstudies die in het begin van deze eeuw zo welig bloeiden in ons land thans nog maar een flauwe belangstelling krijgen vanwege de vorsers, die ontmoedigd zijn. Sommige schrandere geesten hebben die toestand zien aankomen. Onder degenen die overleden zijn vermelden wij Felix Kaisin, die in 1924 al niet meer bereid was de algemene gangbare opvattingen te aanvaarden en een beslissend experiment eiste. André Grosjean heeft de grote verdienste gehad de Regering te hebben aangezet de nieuwe weg van diepe verkenningen op te gaan. De grote problemen indelen, diegene die, zoals de wiskundigen zeggen, goed gesteld zijn eruit halen en de aard en de plaats bepalen van een verkenning die ze zou kunnen oplossen, dat is de leidraad die de Geologische Dienst gevolgd heeft bij de inplanting van de hierboven vermelde boringen. De resultaten tonen aan dat deze methode niet door gemakzucht was ingegeven, maar in heel wat gevallen zijn door middel van boringen ontdekte stratigrafische horizonten daarna aan de oppervlakte teruggevonden. De hervatting van de studies op het gebied van de oppervlaktekartografie die thans wordt vastgesteld is ten dele aan dit feit toe te schrijven.

Maar wat komt de kwestie van de koolwaterstoffen doen in een structuurverkenning die op het eerste gezicht slechts een theoretisch belang heeft. De belastingbetaler heeft misschien andere zorgen dan de nieuwsgierigheid van enkele vorsers te bevredigen, die zo'n gesloten taal gebruiken dat de gewone man zelfs niet begrijpt waarover het gaat. Wie ergens in het land een boortoren ziet verrijzen, hoopt natuurlijk dat dit een nuttige stof zal opleveren. Dit is een natuurlijke reactie, die evenwel de paden van het onderzoek miskent. Het ontdekken van die nuttige stoffen is niet het gevolg van het toeval, maar wel van analoge redeneringen. Door het Massief van Brabant, een soort ruggegraat van ons land, bezitten wij geen dikke deklagen en zijn wij nu reeds verplicht het gedeeltelijk getektoniseerde Paleozoïcum te verkennen, terwijl onze burens dit pas later zullen moeten doen wanneer de mogelijkheden van de vaak dikke tafelvormige deklagen zullen uitgeput zijn.

De diepe structuren ontwarren, de volgorde waarin de massieven elkaar overdekken, de uitgestrektheid en de diepte ervan kennen, dat is een voorafgaande vereiste, die niet noodzakelijk is voor opsporingen in tafelvormige terreinen en dat is nu precies het moei-

qu'il y a de plus difficile en géologie, demande le plus d'imagination et des contrôles incessants sur le terrain. La reconstitution du puzzle architectonique se double d'une autre reconstitution de nature paléogéographique celle-ci.

Très brièvement commentés, nous donnons ci-dessous les résultats des dix recherches profondes déjà exécutées.

L'étude du Calédonien au sondage de *Grand Halleux*, pour fondamentale qu'elle est, reste en dehors, au moins pour le moment, du problème des hydrocarbures. La recherche d'un véritable socle infracaledonien est un objectif qu'on reprendra bien certainement, ne serait-ce que pour les enseignements qu'il pourrait fournir au point de vue métallogénie.

Les sondages d'*Epinois* et de *Pâturages* avaient pour but la reconnaissance méridionale des massifs houillers connus plus au nord par les exploitations. Sans doute n'intéressent-ils pas directement notre problème, encore que la tectonique houillère reste à l'origine de toute compréhension de la tectonique hercynienne. L'arrêt des exploitations des gisements houillers méridionaux ne devrait pas interrompre pour autant l'étude de ces gisements qui seront mis à fruit un jour ou l'autre, d'une façon ou d'une autre.

Le sondage de *Turnhout* apporte une contribution fondamentale à la connaissance du Dinantien campinois moins uniforme dans l'ensemble de la région qu'il n'y paraît au premier abord. Il est regrettable que le sondage n'a pas été poussé suffisamment profondément pour donner une définition complète du Dinantien.

Les trois sondages de *Soumagne*, de *Soiron* et de *Bolland* ont confirmé en la précisant la thèse d'un d'entre nous (J.M. Graulich) sur la structure et la signification du Massif de Herve. Ce problème, intimement lié à l'orogène varisque, est fondamental pour l'objet de cette note. D'autre part, l'étude des faciès conduit à des reconstitutions paléogéographiques nouvelles.

Le sondage de *Rosée* ne nous a rien appris que nous ne soupçonnions déjà.

Restent les recherches que le Service a plantées à *Wépion*, à *Martouzin-Neuville* et à *St.-Ghislain*.

Tenus pour décevants, les résultats structuraux de la première recherche, placée de façon encore timorée à *Wépion*, sont en réalité peu déterminants. S'il est relativement facile de conduire une coupe entre *Wépion* et Namur par interpolation, il est bien plus hasardeux de la prolonger vers le sud en extrapolation. Le flanc sud d'un synclinal est-il en même temps le flanc nord d'un anticlinal qui le suit? Par contre, la découverte de Trémadocien dans la bande du Con-

lijkste in de geologie, datgene wat de sterkste verbeeldingskracht en voortdurende controles op het terrein vergt. Het reconstitueren van de architectonische puzzel gaat gepaard met het reconstitueren van een andere paleogeografische puzzel.

De uitslagen van de tien reeds uitgevoerde diepe boringen worden hierna met een zeer korte commentaar weergegeven.

De studie van de Caledonische formaties in de boring van *Grand Halleux*, die wel fundamenteel is blijft op dit ogenblik althans, buiten het probleem van de koolwaterstoffen. Het zoeken naar een infracaledonische sokkel zal zeker hervat worden, al was het maar voor de lessen die het voor de geologie der ertsafzettingen zou kunnen opleveren.

De boringen van *Epinois* en *Pâturages* hadden tot doel de steenkoolformaties die meer naar het noorden door de ontginningen bekend waren, ook in het zuiden te verkennen. Ze hebben wellicht geen rechtstreeks belang voor ons probleem, hoewel de tektoniek van de kolenformaties nog steeds onmisbaar is om de hercynische tektoniek te begrijpen.

Dat de ontginning van de zuidelijke steenkoolafzettingen stopgezet is, zou nog niet tot gevolg mogen hebben dat de studie van die afzettingen onderbroken wordt; eens zullen deze afzettingen op de ene of andere manier geëxploiteerd worden.

De boring van *Turnhout* levert een fundamentele bijdrage tot de kennis van het Kempense Dinantiaan, dat voor heel de streek minder eenvormig is dan het op het eerste gezicht lijkt. Het is jammer dat de boring niet diep genoeg doorgedreven werd om het Dinantiaan volledig te definiëren.

De drie boringen van *Soumagne*, *Soiron* en *Bolland* hebben de door een onder ons (J.M. Graulich) vooropgestelde thesise over de structuur en de betekenis van het Massief van Herve bevestigd en verduidelijkt. Dit probleem, dat nauw verbonden is met de variskische orogenesis, is fundamenteel voor het probleem dat hier behandeld wordt. Verder leidt de studie van de faciès tot nieuwe paleogeografische reconstituties.

De boring van *Rosée* heeft ons niets geleerd wat wij al niet eerder vermoedden. Dan zijn er nog de verkenningen die de Dienst te *Wépion*, te *Martouzin-Neuville* en te *Saint-Ghislain* uitgevoerd heeft.

De teleurstellend geachte structuurresultaten van de eerste verkenning, die op een nog schuchtere manier te *Wépion* ingeplant werd, zijn in werkelijkheid niet zeer beslissend. Tussen *Wépion* en Namen kan nog vrij gemakkelijk een profiel getekend worden door interpolatie maar dat profiel door extrapolatie naar het zuiden doortrekken is heel wat riskanter. Is de zuidelijke flank van een synclinaal tevens de noordelijke flank van een anticlinal die erop volgt? De

droz (J.M. Graulich) est un élément capital de notre compréhension encore incomplète de cette bande siluro-ordovicienne.

Le sondage de *Martouzin-Neuville* planté dans la plaine de Focant devait vérifier qu'à 500 mètres de profondeur il n'atteignait pas encore les calcaires du Dévonien moyen. La démonstration fut si brillante qu'à 3.000 mètres de profondeur, le sondage ne les avait pas encore touchés mais avait traversé de très nombreux massifs répétant en droit ou en plat les mêmes stampes du Frasnien supérieur. Cette complication inouïe du Bassin de Dinant en Famenne contraste avec les allures relativement calmes du Dévonien inférieur qui borde la Famenne vers le midi. A la suite du forage qu'il n'était plus possible techniquement de prolonger, une campagne sismique essaya de faire tâche d'huile autour du sondage. Le résultat le plus étonnant est d'enregistrer des allures paraissant tranquilles entre 5 et 6.000 mètres. Suivies vers le nord, ces allures montrent lentement vers Houyet où elles forment un dôme. A ces profondeurs, dans le Bassin de Dinant, on devrait se trouver dans le Calédonien où des allures tranquilles sont invraisemblables. Dès lors, nous estimons que ces larges plateaux appartiennent au Bassin de Namur. Ceci repose toute la question de la Faille du Midi à quarante kilomètres au sud de son affleurement. Notons enfin qu'à partir de 1.500 mètres et ce jusqu'au fond du sondage, quelques pour-cent de méthane étaient enregistrés en permanence dans le gaz occlus dans la boue de forage. En l'absence de roches tant soit peu perméables, ces traces plus importantes que s'il s'agissait de gaz dispersé, ont été interprétées comme des fuites à travers des fissures communiquant, on ne sait dans quelle direction, avec une roche réservoir.

On connaît la liaison fréquente des évaporites avec les gisements d'hydrocarbures, association bien naturelle si on songe à leur rôle de « cap rock » en raison d'une imperméabilité quasi parfaite. Un de nous (R. Legrand) avait identifié des lits épais de un à plusieurs mètres d'anhydrite dans le Dévonien supérieur et dans le Dévonien moyen du sondage de Vieux-Leuze ; dès lors, il devenait tentant d'expliquer la structure énigmatique du bassin crétacique de la vallée de la Haine en imaginant un bassin évaporitique dans le Dévonien sous-jacent. Cette hypothèse de travail justifia le choix du dôme d'Hornu et de la commune de *St.-Ghislain* pour emplacement du sondage toujours en cours de creusement et arrivé à la profondeur de 4.437,25 m.

ontdekking van Tremadoc in de strook van de Condroz (J.M. Graulich) is van het grootste belang voor het nog steeds onvolledig begrip van deze siluro-ordovicische strook.

De boring van *Martouzin-Neuville* in de vlakte van Focant moest aantonen dat de kalksteen van het Midden-Devoon op 500 m diepte, nog niet zou bereikt zijn. Het bewijs was zo overtuigend dat de boring deze formatie op 3.000 m diepte nog niet bereikt had ; wel werden een groot aantal massieven doorboord die recht of plat dezelfde lagen van het Boven-Fransiaan herhaalden. Deze ongehoorde complicatie van het Bekken van Dinant in de Famenne steekt scherp af tegen de betrekkelijk kalme allures van het Onder-Devoon dat de zuidelijke zoom van de Famenne uitmaakt.

Na de boring, die om technische redenen niet meer kon verlengd worden, werd getracht de omgeving van de boring door middel van een seismische campagne te verkennen. Het meest verbazende resultaat was dat tussen 5 en 6.000 meter blijkbaar rustige allures opgetekend werden. Naar het noorden toe stijgen deze allures langzaam naar Houyet waar ze een koepel vormen. In het bekken van Dinant zou men op zulke diepten in Caledonische formaties moeten zitten, waar rustige allures onwaarschijnlijk zijn. Wij menen dan ook dat deze brede vlakke lagen tot het Bekken van Namen behoren. Dit brengt heel de kwestie van de « Faille du Midi » op veertig kilometer ten zuiden van haar ontsluiting opnieuw aan de orde. Ten slotte vermelden wij dat van 1.500 m af en tot op de bodem van de boring voortdurend enkele percenten methaan werden waargenomen in het gas dat in het spoelwater opgesloten zat. Bij afwezigheid van ietwat doorlatende gesteenten, werden deze sporen, die belangrijker waren dan wanneer het over verspreid gas ging, geïnterpreteerd als lekken door spleten die, men weet niet in welke richting, in verbinding staan met een reservoirgesteente.

Het vaak voorkomend samengaan van evaporieten met koolwaterstofafzettingen is bekend; het is een heel natuurlijk verband als men bedenkt dat deze evaporieten haast volkomen ondoorlatend zijn en hierdoor de rol van cap-rock spelen. Een van ons (R. Legrand) had in het Boven-Devoon en in het Midden-Devoon van de boring van Vieux-Leuze van een tot verscheidene meters dikke anhydrietlagen geïdentificeerd ; vandaar de verleiding de raadselachtige structuur van het krijtbekken van de vallei van de Haine te verklaren door te veronderstellen dat in het daaronder liggende Devoon een evaporietbekken bestond. Op grond van deze werkhypothese werden de koepel van Hornu en de gemeente Saint-Ghislain uitgekozen voor de boring die er nog steeds aan de gang is en nu een diepte van 4.437,25 m bereikt heeft.

La coupe, résumée au maximum, se présente comme suit :

Cénozoïque et Mésozoïque	0 à 123,30 m
Terrain Houiller	jusqu'à 1.750,00 m
Calcaire Carbonifère (Dinantien)	jusqu'à 4.300,00 m
Strunien et/ou Famennien	jusqu'à 4.437,00 m

Le Dinantien se présente sous un faciès essentiellement carbonaté, sauf de 1900 à 2500 où l'anhydrite constitue en moyenne 60 % du volume total de la roche. Sous ces 600 mètres de roches évaporitiques, la sonde a traversé, sur 130 mètres, un karst, avec circulation artésienne d'eau, dont les caractéristiques sont :

niveau statique de l'eau : 40 m au-dessus du sol  
débit artésien au niveau du sol : 100 m<sup>3</sup>/heure  
température : 70°C.

composition chimique (et comparaison avec celle des eaux des tunnels de Baudour et avec celles de St.-Amand-les-Eaux).

	St.-Ghislain	Tunnels de Baudour	Evêque d'Arras St.-Amand-les-Eaux
mCO <sub>2</sub>	2.95	3.13	3.30
mSO <sub>4</sub>	23.80	17.00	16.89
mCl	2.65	2.14	1.93
	<u>29.40</u>	<u>22.27</u>	<u>22.12</u>
mCa	20.56	15.78	13.27
mMg	4.24	4.26	6.15
m(Na+K)	4.56	2.23	2.70
	<u>29.36</u>	<u>22.27</u>	<u>22.12</u>

A partir de 4.300 mètres, la sonde entre dans une roche schistogréseuse avec passages quartzitiques et un banc de 6 mètres d'oligiste oolithique calcaire. Dans la même stampe, la couronne traverse, sur un mètre de hauteur, un filon d'anhydrite confirmant ainsi que des épisodes évaporitiques doivent encore se trouver plus bas dans le Dévonien supérieur ou dans le Dévonien moyen.

C'est à ce moment que la diagraphie gazométrique, c'est-à-dire la détection des hydrocarbures gazeux dans les boues de forage, a indiqué des teneurs en méthane de plus en plus élevées. La teneur a dépassé plusieurs fois 40 %, limite supérieure de l'appareil, tandis qu'on notait une diminution notable du poids spécifique des boues de forage. A ce moment, on ancre un « plug » à la base des tubes 9'' 5/8 en attendant la mise en place des organes de sécurité qu'exige la situation. On prépare les tests habituels en pareils cas mais, quels qu'en soient les résultats, on

Zo kort mogelijk samengevat, ziet het profiel er als volgt uit :

Kenozoïcum en Mesozoïcum	0 tot 123,30 m
Steenkoolterrein	tot 1.750 m
Kolenkalk (Dinantiaan)	tot 4.300 m
Struniaan en / of Famenniaan	tot 4.437 m

Het Dinantiaan doet zich voor onder een hoofdzakelijk carbonaat-faciës, behalve van 1.900 tot 2.500 m waar gemiddeld 60 % van het totale volume van het gesteente uit anhydriet bestaat. Onder deze 600 meter evaporitische gesteenten werd over een lengte van 130 meter een karst met artesische watercirculatie doorboord, met de volgende kenmerken :

statisch peil van het water : 40 m boven de grond  
artesisch debiet ter hoogte van de grond : 100 m<sup>3</sup>/uur  
temperatuur : 70° C.

Chemische samenstelling (vergelijken met die van het water van de tunnels van Beaudour en van Saint-Amand-les-Eaux).

	St.-Ghislain	Tunnels van Beaudour	Evêque d'Arras St.-Amand-les-Eaux
mCO <sub>2</sub>	2,95	3,13	3,30
mSO <sub>4</sub>	23,80	17,00	16,89
mCl	2,65	2,14	1,93
	<u>29,40</u>	<u>22,27</u>	<u>22,12</u>
mCa	20,56	15,78	13,27
mMg	4,24	4,26	6,15
m(Na+K)	4,56	2,23	2,70
	<u>29,36</u>	<u>22,27</u>	<u>22,12</u>

Van 4.300 m af komt de boor in een lei- en zandsteenformatie met kwartzietgangen en een bank van 6 meter oölitische kalksteen oligist. In dezelfde laag gaat de kroon door een anhydrietader van 1 meter dikte, wat bevestigt dat op grotere diepte nog evaporitische episoden moeten aanwezig zijn in het Boven-Devoon of in het Midden-Devoon.

Op dat moment heeft de gazometrische diagrafie, d.i. de detectie van gasvormige koolwaterstoffen in de boorspoeling, voortdurend hogere methaangehalten opgeleverd. Het gehalte was meermaals boven 40 %, d.i. de maximumgrens van het meettoestel, terwijl een merkelijke daling van het soortelijk gewicht van de boorspoeling werd waargenomen. Toen werd een « plug » aan de basis van de buizen 9'' 5/8 verankerd, in afwachting dat de door de omstandigheden vereiste veiligheidsapparatuur wordt aangebracht. Nu worden de tests voorbereid die in

peut dès à présent interpréter les observations dans un contexte géologique plus général.

Et tout d'abord, il serait pour le moins exceptionnel de trouver à St.-Ghislain un gisement de gaz sous un karst (situé quelque 2000 mètres plus haut, il est vrai). Vers le sud, par contre, la circulation de l'eau cesse vraisemblablement et l'anhydrite y joue son rôle de couverture parfaitement étanche. Il reste à trouver les structures favorables.

Le sondage de St.-Ghislain nous apprend que le Dinantien qu'on savait déjà très épais mais incomplet dans le Tournaisis, possède 2.550 mètres au moins de puissance et qu'il renferme en son sommet un épisode évaporitique de  $600 + (130 \times 100)/40$  soit 900 mètres d'épaisseur.

La dissolution de la zone évaporitique en sous-sol est soulignée en surface, au moins dans la partie septentrionale, par la présence des puits naturels que les exploitations houillères ont fait connaître. C'est dire que la zone évaporitique se confond avec le bassin crétacique de la vallée de la Haine. Vers le sud, cette zone s'étend vraisemblablement sous le Bassin de Dinant, ce qui rend compte des déformations de la surface de la Faille du Midi. Ainsi, les données du sondage de St.-Ghislain confirment l'interprétation que nous avons donnée des résultats encore fragmentaires de la campagne sismique en Famenne.

La tectonique hercynienne dans notre pays est dominée par des actions posthumes qui en ont oblitéré les caractères originaux tels qu'on les trouve en dehors de nos frontières. Les nappes hercyniennes de notre pays sont des « nappes de recouvrement » formées sous l'effet de la pesanteur qui provoque un étalement lent et progressif des roches du côté de la dépression voisine qu'elles surmontent par suite d'un soulèvement » (V. Belousov). La « dépression voisine » est due au départ de sel et toute l'explication tient dans ce qu'on a appelé tectonique salifère ou halocinèse. Cette dernière n'a pas encore fini de provoquer des déformations, ainsi que le suggère une tentative de coupe verticale menée du sondage de St.-Ghislain vers les tunnels de Baudour. La dissolution des 600 mètres d'anhydrite reconnus au sondage réduit la stampe à quelque 240 mètres en provoquant des tassements et une discordance angulaire. Combien plus brutales et spectaculaires doivent être les déformations engendrées par le départ du sel. Notons au passage une explication possible à l'origine de certaines brèches qui seraient le résidu de la dissolution de l'anhydrite. On sait d'ailleurs qu'une épaisseur originelle de 100 mètres de gypse se réduit

zulke gevallen gebruikelijk zijn, maar wat de uitslagen ook zijn mogen, nu kunnen de waarnemingen al in een meer algemeen geologisch verband geïnterpreteerd worden.

Vooreerst zou het op zijn minst uitzonderlijk zijn indien in Saint-Ghislain een gasbel onder een (weliswaar 2.000 m hoger gelegen) karst werd aangetroffen. Naar het zuiden daarentegen houdt de watercirculatie waarschijnlijk op en daar speelt het anhydriet zijn rol van volkomen dichte deklaag. De gunstige structuren moeten nog gevonden worden.

De boring van Saint-Ghislain leert ons dat het Dinantiaan waarvan al geweten was dat het in de streek van Doornik zeer dik maar onvolledig is, ten minste 2.550 meter dik is en dat het in zijn top een evaporietische episode van  $600 + (130 \times 100)/40$  d.i. 900 meter dikte bevat.

De oplossing van de evaporietische zone in de ondergrond wordt, althans in het noordelijk gedeelte, aan de oppervlakte onderlijnd door de aanwezigheid van de natuurlijke putten die door de exploitatie van de steenkolen bekend geraakt zijn. Dat wil zeggen dat de evaporietische zone samenvalt met het krijtbekken van de vallei van de Haine. Naar het zuiden strekt deze zone zich waarschijnlijk uit onder het Bekken van Dinant, wat de vervormingen van het breukvlak van de « Faille du Midi » verklaart. Aldus wordt de interpretatie die wij van de nog gedeeltelijke resultaten van de seismische campagne in de Famenne gegeven hebben, door de gegevens van de boring van Saint-Ghislain bevestigd.

In ons land wordt de hercynische tektoniek beheerst door posthume acties die de originele kenmerken ervan, zoals die buiten onze grenzen worden aangetroffen, te niet gedaan hebben. De hercynische dekbladen van ons land zijn gevormd door de zwaartekracht die, na een opheffing, een langzame en geleidelijke verplaatsing van het gesteente naar de naburige depressie toe veroorzaakt, zodat deze laatste door het gesteente overdekt wordt. (V. Bellousov). De « naburige depressie » is ontstaan door het wegtrekken van zout en de gehele uitleg is gelegen in wat men de zouttektoniek of halokiniese genoemd heeft. Deze laatste veroorzaakt nog altijd vervormingen, zoals gesuggereerd wordt door een poging tot een vertikaal profiel vanuit de boring van Saint-Ghislain naar de tunnels van Baudour. Door oplossing van de in de boring herkende 600 meter anhydriet wordt de laag tot nagenoeg 240 meter beperkt, waarbij zich zettingen en een hoek-diskordantie voordoen. Hoeveel brutaler en opzienbarender moeten de vervormingen zijn die door het wegtrekken van het zout veroorzaakt worden. Terloops stippen wij aan dat dit een mogelijke uitleg kan zijn voor de oorsprong van sommige breccies die dan na de oplossing van het anhydriet zouden overgebleven zijn. Men weet

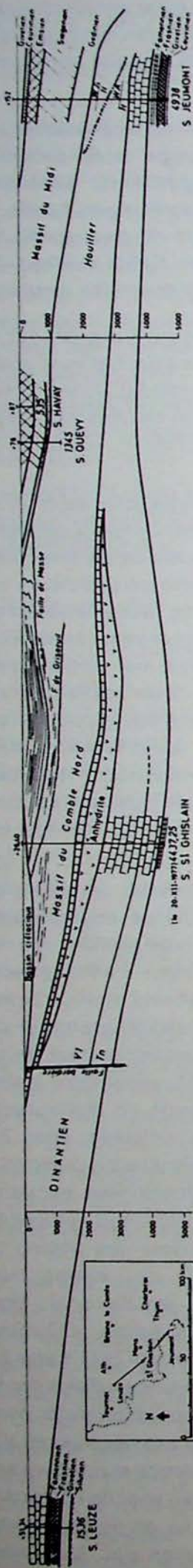


Fig. 1

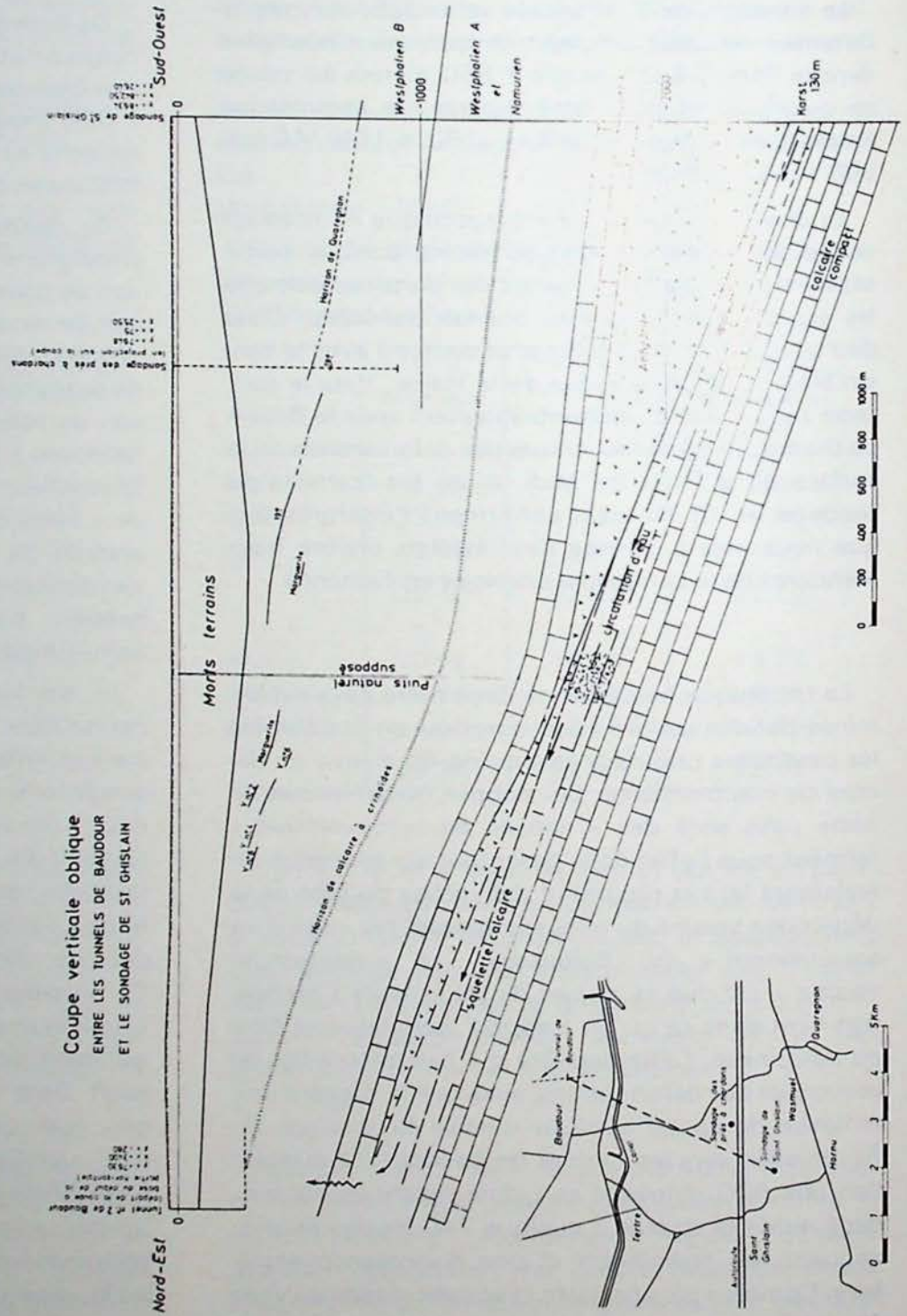


Fig. 2

à 62 mètres après sa transformation en anhydrite (fig. 1).

Une autre tentative de coupe schématique met en place les sondages de Vieux-Leuze, de St.-Ghislain et de Jeumont. Ce dernier sondage est en dehors du sillon évaporitique alors que les deux premiers le jalonnent (fig. 2).

L'importance qu'un de nous accorde à la tectonique salifère n'est pas encore partagée par l'ensemble des géologues de ce pays, nous le reconnaissons volontiers. On voudra bien admettre cependant qu'on ne peut plus se passer des observations du sondage de St.-Ghislain dans une compréhension rationnelle de la tectonique varisque en Belgique.

Nous retrouverons l'unanimité entre les géologues de ce pays en affirmant :

1. Il n'est plus déraisonnable d'imaginer des nappes d'hydrocarbures gazeux dans le Bassin de Namur enfoui sous le Bassin de Dinant maintenant qu'on sait que des séries peuvent y acquérir de telles épaisseurs et qu'elles sont sans doute surmontées par une couverture imperméable d'évaporites.
2. Un gisement de gaz naturel, s'il existe, ne peut se trouver dans notre pays qu'à grande profondeur. Le moment est venu d'implanter, après géophysique appropriée, un véritable sondage pétrolier. C'est une deuxième phase de la recherche qui s'amorce en ce domaine.
3. Les gisements de gaz naturel, s'ils existent, ne révéleront leur présence qu'à ceux qui voudront bien les chercher. Et pour ce faire, il faudra fournir encore beaucoup de travail, faire preuve d'une grande imagination, multiplier les vérifications sur le terrain et obtenir un tout petit peu de moyens.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. Asselberghs, 1921. Comment se pose la question des gisements de pétrole en Belgique (*Ann. des Mines de Belgique*, t. XXII, pp. 579-599).
- [2] A. Renier, 1937. Quelles chances reste-t-il de découvrir en Belgique des gisements pétrolifères ? (2ème Congrès mondial du Pétrole, Paris t. 1, pp. 487-492).
- [3] R. Legrand, 1950. Les possibilités pétrolifères du sous-sol belge (*Ann. des Mines de Belgique*, t. 49, pp. 12-21).
- [4] R. Legrand, 1960. Les récents forages profonds et la question du pétrole en Belgique (*Ann. des Mines de Belgique*, 1960 n° 9, pp. 875-883).

Décembre 1977.

trouwens dat een oorspronkelijk 100 meter dikke gipslaag na omzetting in anhydriet tot 62 meter daalt (fig. 1).

Een andere poging tot een schematisch profiel geeft de boringen van Vieux-Leuze, Saint-Ghislain en Jeumont weer. Deze laatste boring ligt buiten de evaporietische zone, terwijl de twee eerste ze afbakenen (fig. 2).

Het belang dat door een van ons aan de zouttektoniek gehecht wordt, wordt nog niet door al de geologen van ons land gedeeld ; dit geven wij gaarne toe. Toch moet toegegeven worden dat de waarnemingen van de boring van Saint-Ghislain voor een rationeel begrip van de varistische tektoniek in België onmisbaar geworden zijn.

Alle geologen van ons land zullen het eens zijn om te stellen :

1. dat het niet meer onredelijk is te denken dat lagen van gasvormige koolwaterstoffen kunnen aanwezig zijn in het Bekken van Namen dat onder het bekken van Dinant bedolven is, nu men weet dat de series er zulke dikten kunnen bereiken en dat er wellicht een ondoorlatende deklaag van evaporieten boven ligt.
2. Als er een aardgasveld bestaat, kan het in ons land alleen op grote diepte gelegen zijn. Het ogenblik is gekomen om, na een passende geofysische studie, een echte aardolieboring uit te voeren. Het is een tweede fase van het onderzoek die op dit gebied aanvangt.
3. Als er aardgasvelden zijn, zullen deze hun aanwezigheid enkel openbaren aan degenen die er willen naar zoeken. Om dat te doen zal nog veel werk moeten geleverd worden, zal men blijk moeten geven van een grote verbeelding, de verificaties op het terrein moeten vermenigvuldigen en een heel klein beetje middelen moeten krijgen.

LITERATUUR

- [1] E. Asselberghs, 1921. Comment se pose la question des gisements de pétrole en Belgique. (*Annalen der Mijnen van België*, boekdeel XXII, pp. 579-599).
- [2] A. Renier, 1937. Quelles chances reste-t-il de découvrir en Belgique des gisements pétrolifères ? (2ème Congrès mondial du Pétrole, Parijs, boekdeel 1, pp. 487-492).
- [3] R. Legrand, 1950. Les possibilités pétrolifères du sous-sol belge. (*Annalen der Mijnen van België*, boekdeel 49, pp. 12-21).
- [4] R. Legrand, 1960. Les récents forages profonds et la question du pétrole en Belgique. (*Annalen der Mijnen van België*, 1960, nr 9, pp. 875-883).

December 1977.

Subscription prices: Single copies, 15 cents; 1 year, \$4.50; 3 years, \$12.50. Advance payment is required. All subscriptions are entered on a non-refundable basis.

Published by the American Medical Association, 535 North Dearborn Street, Chicago, Ill. 60610. Second-class postage paid at Chicago, Ill., and at additional mailing offices. Postmaster: Send address changes in this journal to THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, 535 North Dearborn Street, Chicago, Ill. 60610.

Copyright © 1977 by American Medical Association. All rights reserved. Reproduction of this journal is prohibited without permission of the American Medical Association.

Reproduction of this journal is prohibited without permission of the American Medical Association. For more information, contact the American Medical Association, 535 North Dearborn Street, Chicago, Ill. 60610.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

Advertising rates: Single copy, 15 cents; 1 year, \$4.50; 3 years, \$12.50.

Advertising rates: Single copy, 15 cents; 1 year, \$4.50; 3 years, \$12.50.

For more information, contact the American Medical Association, 535 North Dearborn Street, Chicago, Ill. 60610.

For more information, contact the American Medical Association, 535 North Dearborn Street, Chicago, Ill. 60610.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.

The American Medical Association is an equal opportunity organization. It does not discriminate on the basis of race, sex, or religion in its membership, in the granting of fellowships, or in the awarding of prizes.



# Etude de la réduction des oxydes de fer lors de la fabrication de ferrocoke

Claire SOUDAN-MOINET \*

## RESUME

*L'étude de la pyrolyse de mélanges de charbon et d'oxydes de fer par thermogravimétrie et analyse des gaz dégagés avait laissé supposer que les oxydes de fer étaient réduits par les sous-produits de pyrolyse du charbon, entre 600° et 1000°C. Ces études portaient sur des mélanges d'un charbon gras et de 30 % en poids d'oxydes de fer chauffés de 25° à 1000°C à raison de 3,2°C/min.*

*La détermination de l'état du fer dans le résidu solide, lors de pyrolyses dans des conditions analogues, confirme bien ces suppositions. Elle a été effectuée par diffraction des rayons X.*

*Sauf pour la réduction de l'hématite en magnétite, de 400° à 550°C, la réduction importante ne commence que vers 600°C. La magnétite se réduit alors en wustite, qui se réduit elle-même progressivement, surtout à partir de 800°C, en fer métallique. Ce fer se carbure partiellement. La réduction progresse plus rapidement dans le mélange qui contenait au départ de l'hématite, pour des raisons d'ordre granulométrique et cristallographique. La carburation du fer, pour les mêmes raisons, y est aussi plus importante.*

*On retrouve une analogie certaine entre les vitesses de réduction ainsi établies et les courbes thermogravimétriques dérivées correspondantes.*

*L'examen microscopique des mélanges en cours de réduction montre que les méthodes précédentes ne donnent qu'une évolution moyenne. En fait, la réduction dans les différents grains progresse d'une manière fort inégale, suivant leur dimensions, leur forme, leur porosité et probablement aussi la proximité de certains constituants microscopiques du charbon. Cependant, localement, la réduction progresse toujours suivant la même séquence :  $Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ , créant des couches successives visibles sur les plus gros grains.*

## SAMENVATTING

*De studie van de pyrolyse van mengsels van steenkool en ijzeroxyden door thermogravimetrie en analyse van de uitgewasemde gassen liet veronderstellen dat de ijzeroxyden gereduceerd werden door de bijproducten van steenkoolpyrolyse, tussen 600°C en 1000°C. Die studies hadden betrekking op mengsels van vette steenkool en 30 % in gewicht van ijzeroxyden verwarmd van 25° tot 1000°C naar rata van 3,2°C/min.*

*De bepaling van de toestand van het ijzer in het vaste residu, tijdens pyrolyses in analoge omstandigheden, bevestigt wel degelijk die veronderstellingen. Zij werd uitgevoerd door breking van de X-stralen.*

*Uitgezonderd voor de reductie van het hematiet tot magnetiet, van 400° tot 550°C, begint de belangrijke reductie pas rond 600°C. Het magnetiet reduceert zich dan tot wustiet, dat zich dan op zijn beurt geleidelijk reduceert, vooral vanaf 800°C, tot metaalachtig ijzer. Dat ijzer cementeert gedeeltelijk. De reductie vordert vlugger in het mengsel dat bij het begin hematiet bevatte, om redenen die betrekking hebben op korrelgrootte en kristallografie. De cementering van ijzer is er, om dezelfde redenen, belangrijker.*

*Men vindt een bepaalde analogie terug tussen de aldus gevormde reductiesnelheden en de overeenkomstige afgeleide thermogravimetrische curven.*

*Het microscopisch onderzoek van de mengsels die gereduceerd worden toont dat de vorige methodes slechts een gemiddelde evolutie geven. Feitelijk vordert de reductie in de diverse korrels op zeer ongelijke wijze, volgens hun afmetingen, hun vorm, hun porositeit en waarschijnlijk ook volgens de nabijheid van bepaalde microscopische steenkoolbestanddelen. Nochtans vordert de reductie plaatselijk steeds volgens dezelfde sequentie :  $Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$  waarbij opeenvolgende lagen gevormd worden die zichtbaar zijn op de dikste korrels.*

\* Assistante à l'Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences Appliquées, Service de Chimie Générale et Radioactivation, av. F.D. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles.

*La réduction est effectuée simultanément par l'hydrogène, dégagé en quantités importantes lors de la pyrolyse du charbon, et par le monoxyde de carbone, produit surtout par la réaction de Boudouard. Quand la température augmente, la réduction par le CO prend une importance croissante.*

*Les bonnes qualités réductrices du charbon dépendent donc simultanément de l'existence d'un dégagement de gaz réducteur (surtout H<sub>2</sub>) à des températures favorables, et de la bonne réactivité de son coke, permettant la régénération de CO, et donc une réduction indirecte par le carbone du coke importante.*

### ÜBERSICHT

*Die Untersuchung über die Pyrolyse von Gemischen aus Kohle und Eisenoxyden durch die Thermogravimetrie bzw. die Analyse der entweichenden Gase ließ durchblicken, daß die Eisenoxyde zwischen 600° und 1000° durch die Nebenprodukte aus der Kohlepyrolyse reduziert wurden. Diese Untersuchungsarbeiten bezogen sich auf Gemische aus Fettkohle bzw. aus 30 Gewichtsprozent Eisenoxyden, die von 25° auf 1000°C, d. h. um 3,2°C/min erhitzt wurden.*

*Die Ermittlung des Eisenzustandes im festen Rückstand bei Pyrolysen, die unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt wurden, bestätigt diese Annahme. Sie wurde durch Röntgenstrahlenbeugung durchgeführt.*

*Abgesehen von der Reduktion des Hämatits in Magnetit von 400°C an bis 550°C, beginnt der Hauptreduktionsvorgang erst bei 600°C. Magnetit wird dann zu Wüstit reduziert, das wiederum schrittweise zu metallischem Eisen, vor allem ab 800°C reduziert wird. Dieses Eisen wird teilweise aufgekohlt. Die Reduktion entwickelt sich schneller im Gemisch, das ursprünglich Hämatit enthielt, und zwar aus Gründen der Korngröße und der Kristallographie. Die Aufkohlung des Eisens ist aus denselben Gründen auch bedeutender dort.*

*Gewiß gibt es eine Analogie zwischen den auf diese Art und Weise ermittelten Reduktionsgeschwindigkeiten und den entsprechenden, abgeleiteten thermogravimetrischen Kurven.*

*Die Untersuchung der Gemische unter dem Mikroskop während des Reduktionsvorgangs zeigt, daß die vorhergehenden Verfahren nur eine mittlere Entwicklung ergeben. In Wirklichkeit ist der Reduktionsfortschritt in den verschiedenen Körnern stark unausgeglichen, und zwar aufgrund deren Größe, Gestalt, Porosität und wahrscheinlich auch wegen gewisser, naheliegender, mikroskopischer Kohlebestandteile. Allerdings entwickelt sich die Reduktion*

*De reductie wordt gelijktijdig uitgevoerd door de waterstof, afgescheiden in grote hoeveelheden tijdens de pyrolyse van de steenkool, en door het koolmonoxyde, vooral gevormd door de reactie van Boudouard. Wanneer de temperatuur stijgt, neemt de reductie door het CO aanzienlijk toe.*

*De goede reductie-eigenschappen van de steenkool zijn dus gelijktijdig afhankelijk van het bestaan van een afscheiding van reductiegas (vooral H<sub>2</sub>) op gunstige temperaturen, en van de goede reactiviteit van zijn cokes, waardoor de CO-regeneratie en bijgevolg een belangrijke onrechtstreekse reductie door de cokes-koolstof mogelijk wordt.*

### SUMMARY

*In a previous paper, mixtures of bituminous coal and 30 % by weight of iron oxides, heated from 25° to 1000°C, at a heating rate of 3,2°C/min, have been studied by thermogravimetry and evolved gas analysis. The results led to the assumption that the iron oxides were reduced by the products resulting from coal pyrolysis between 600° and 1000°C.*

*X-rays diffraction used to determine the oxidation step in the solid residue of pyrolysis, in similar conditions, confirms these assumptions.*

*Except for reduction of hematite in magnetite, between 400° and 550°C, the important reduction begins only around 600°C. The magnetite is then reduced to wustite, which is in turn gradually reduced — specially above 800°C — to metallic iron. This iron is partly carburized. The hematite containing mixture is reduced more rapidly because of the particle size and the cristallographic structure of this oxide. The iron carburization is also more important for the same reasons.*

*A certain similarity is observed between the reduction rates and the corresponding thermogravimetric curves.*

*Microscopic examination of the mixtures during reduction shows that the above-mentioned methods give only an average development pattern. The reduction in the different particles progresses very irregularly according to their size, shape and porosity, and also probably to the proximity of certain microscopic constituents of the coal. However, locally the reduction always follows the same sequence :*

örtlich immer nach dem gleichen Schema:  $Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ , und so entstehen einander folgende Schichten, die auf den größeren Körnern sichtbar werden.

Die Reduktion erfolgt gleichzeitig aufgrund des bei der Kohlepyrolyse in großen Mengen entweichenden Wasserstoffs und des vor allem durch die Boudouardsche Reaktion erzeugten Kohlenmonoxids. Bei steigender Temperatur gewinnt die Reduktion durch CO mehr und mehr an Bedeutung.

Die guten reduktionsfähigen Eigenschaften der Kohle hängen somit zugleich von dem Vorhandensein eines entweichenden Reduktionsgases (vor allem  $H_2$ ) bei günstigen Temperaturen sowie von der guten Reaktionsfähigkeit deren Kokes ab, der die Regenerierung von CO ermöglicht und deshalb eine bedeutende bzw. indirekte Reduktion durch den Kokskohlenstoff.

$Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ . Successive layers which can be seen on the coarsest particles are then obtained.

The reduction is produced simultaneously by the hydrogen evolved in large quantities during coal pyrolysis, and by the carbon monoxide, principally produced by Boudouard's reaction. The reduction by CO increases with the temperature.

The coal reducing properties are simultaneously due to the presence of a release of reducing gas (mainly  $H_2$ ) at favourable temperatures, and to the reactivity of the resulting coke responsible of CO production and of indirect reduction by the coke.

Lors de la fabrication de ferrocoke, c'est-à-dire de la cokéfaction de mélanges de charbon et d'oxydes de fer, on réalise, en plus de la pyrolyse du charbon, la réduction du minerai introduit.

Le déroulement de cette réduction n'a jamais été étudié.

Lors de certains essais, à l'échelle pilote, de fabrication de ferrocoke, le taux final de réduction des oxydes de fer a été établi, mais ce n'est jamais le cas pour la progression de cette réduction. Elle n'a jamais, non plus, été mise en parallèle avec le dégagement des matières volatiles et leur caractère plus ou moins réducteur.

Le pourcentage de réduction des oxydes de fer à la fin de la cuisson du ferrocoke est très élevé. Beaucoup de chercheurs estiment qu'à l'origine il atteint 100 % [1-4]. Mais le fer peut se réoxyder lors du stockage et surtout de l'extinction humide du ferrocoke [2-5]. La réoxydation diminue nettement si on réalise l'extinction du coke par voie sèche. Si le ferrocoke est de bonne qualité, il est bien homogène et en gros morceaux peu fissurés, la réoxydation à l'air lors du stockage n'est que superficielle, et affecte très peu les propriétés mécaniques [2-4]. Le taux moyen de préréduction reste alors également assez élevé. Cependant, si le ferrocoke de départ est fort fissuré, la rouille pénètre au cœur des morceaux et provoque une destruction du squelette du coke lors de son chargement en haut fourneau [3]. Nous voyons donc que même les renseignements connus sur le taux final de réduction des oxydes de fer n'ont pas grande signification.

Lors d'une étude précédente sur la pyrolyse de mélanges d'un charbon gras A de Winterslag et de

30 % en poids d'oxydes de fer, par thermogravimétrie et analyse des gaz dégagés [6], nous avons recueilli certains indices quant au déroulement de la réduction. Les courbes thermogravimétriques à haute température (600°-1000°C) montraient une perte de poids nettement plus importante pour les mélanges que pour le charbon, qui ne pouvait être attribuée qu'à la réduction des oxydes de fer. Simultanément, les dégagements de CO et de  $CO_2$  augmentaient et la production de  $H_2$  diminuait.

Il était cependant nécessaire de confirmer ces indices par une étude analytique directe de l'état d'oxydation du fer dans le ferrocoke en formation. Pour cela, nous avons préparé une série d'échantillons partiellement pyrolysés et nous les avons soumis à une analyse par diffraction des rayons X et un examen microscopique.

## 1. TECHNIQUES EXPERIMENTALES

L'installation de thermogravimétrie et les caractéristiques des mélanges étudiés sont décrites dans une publication précédente [6]. Nous ne rappellerons que l'essentiel.

Le charbon est un charbon gras A de Winterslag, à 24,6 % de matières volatiles, sur sec et sans cendres. Il est mélangé, soit à de la magnétite, soit à de l'hématite, à raison de 30 % en poids d'oxyde. Les échantillons se présentent sous forme de pastilles de 1 g préparées par compression de poudres de granulométrie inférieure à 250 microns.

Ces échantillons ont été pyrolysés dans un appareil de thermogravimétrie, sous courant d'azote, avec une

vitesse de chauffage de 3,2°C/min. Pour une série de températures choisies d'après l'aspect de la courbe thermogravimétrique dérivée, la pyrolyse a été stoppée le plus rapidement possible en coupant le chauffage et en augmentant fortement le débit de gaz inerte. L'aspect de la courbe thermogravimétrique a montré que, dans ces conditions, la décomposition des échantillons cessait presque complètement.

Les échantillons refroidis ont été séparés en deux parties : on a prélevé un fragment compact, destiné à être examiné par microscopie, et le reste a été broyé finement pour être analysé par diffraction des rayons X. Entre le moment de l'obtention des échantillons et leur broyage, ils ont été conservés à l'abri de l'air. Pour diminuer les risques de réoxydation, le broyage a été effectué juste avant l'analyse.

L'appareil de diffraction des rayons X utilisé est muni d'une anticathode de cuivre et d'un filtre en nickel garantissant un faisceau incident monochromatique de longueur d'onde 1,5418 Å. Nous désirions avoir une idée non seulement qualitative, mais également aussi quantitative que possible de la proportion des différents composés du fer présents dans les poudres examinées. Pour cela, nous avons choisi pour chacun une raie caractéristique et pour chaque poudre nous avons comparé entre elles les intensités des pics caractéristiques des composés présents. Un des constituants, le plus souvent le fer, était choisi comme référence, et la formule (1) appliquée :

$$\frac{I_i}{I_r} = K_i \frac{y_i}{y_r} \quad (1)$$

avec :

$y_i$  : quantité de fer sous la forme  $i$  par rapport à la quantité totale de fer ( $i = r$  pour le constituant de référence)

$K_i$  : coefficient d'étalonnage.

Dans des conditions idéales, les coefficients  $K_i$  ne dépendent pas des caractéristiques de l'échantillon, puisqu'il s'agit de pics fournis par une même analyse, donc en présence d'un coefficient d'absorption et de caractéristiques géométriques identiques.

En plus de pics de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{FeO}$  et  $\text{Fe}$ , nous avons trouvé à haute température des pics indiquant la présence d'austénite. En principe l'austénite n'est pas stable à température ambiante, mais la sorte de trempe que nous avons fait subir à nos échantillons doit l'avoir fixée sous forme métastable.

Pour l'austénite, nous n'avons pas la possibilité d'évaluer le coefficient d'étalonnage  $K_i$ . Nous avons quand même réalisé le calcul avec un coefficient d'étalonnage égal à celui du fer, ce qui représente un choix tout à fait arbitraire. Les compositions des ferrocokes à haute température, ainsi déterminées, sont donc certainement inexactes et ne doivent être considérées qu'à titre indicatif.

Les fragments de pastille ayant subi une pyrolyse partielle ont été enrobés à chaud et sous vide dans de l'araldite. Les échantillons enrobés ont été polis et examinés au microscope, sous immersion d'huile, par technique de réflexion. En complément de l'examen visuel, une photographie d'une zone caractéristique a été réalisée pour chaque échantillon.

## 2. EVOLUTION DE L'ETAT D'OXYDATION DU FER DANS LE FERROCOKE EN FORMATION

L'évolution de l'état d'oxydation du fer au cours de la pyrolyse des mélanges de charbon et d'oxydes de fer est représentée sur les figures 1 et 2. Sur ces diagrammes, on a indiqué également en traits interrompus les courbes thermogravimétriques dérivées (TGD) correspondantes.

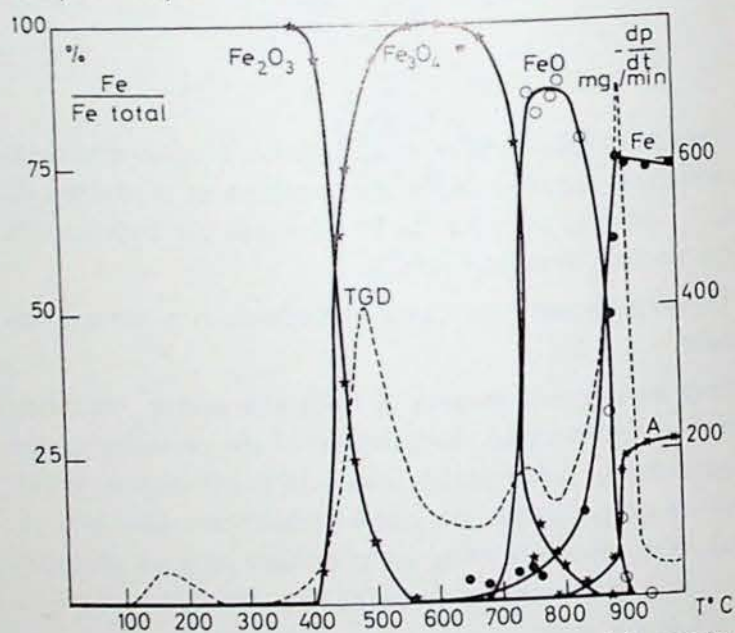


Fig. 1 — Evolution de l'état d'oxydation du fer dans le ferrocake en formation mélange charbon -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

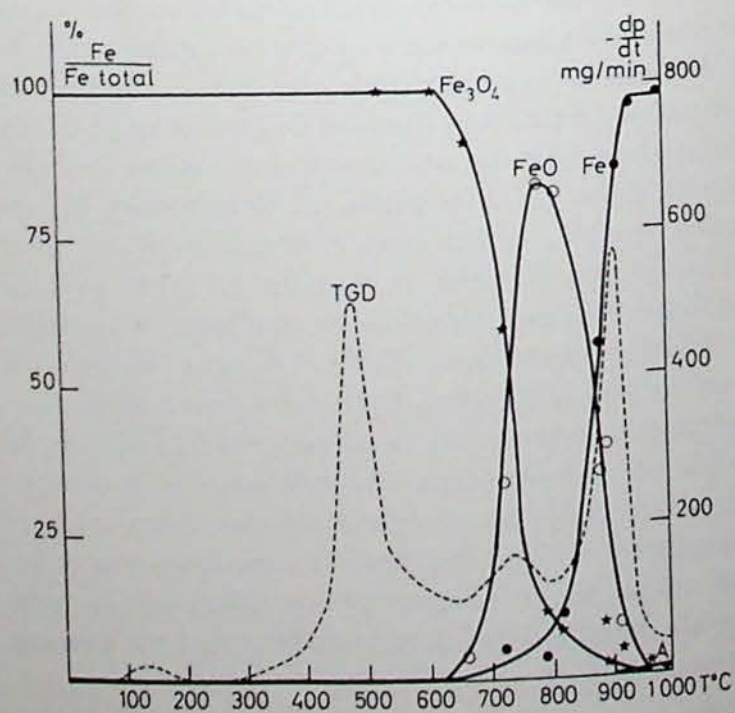


Fig. 2. — Evolution de l'état d'oxydation du fer dans le ferrocake en formation mélange charbon -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Pour le mélange charbon-magnétite, on voit que la réduction ne commence que vers 620°C. C'est également vers cette température que la courbe TGD commence à remonter. Dès le début, en plus de la wustite, qui est le produit de la réduction directe, on détecte un peu de fer. Au cours de la réduction de la magnétite en wustite, la précision de l'installation de diffractométrie X utilisée ne nous a pas permis de déceler une variation régulière de la composition stoechiométrique de la wustite. La réduction de  $Fe_3O_4$  en  $Fe_{1-x}O$  est d'abord fort rapide, ce qui explique la vitesse de perte de poids croissante de 640° à 750°C. A 750°C la vitesse de perte de poids passe par un maximum, et les courbes représentant les teneurs en  $Fe_3O_4$  et  $Fe_{1-x}O$  présentent un point d'inflexion. De 750°C à 800°C, la réduction continue un peu moins rapidement et la vitesse de perte de poids diminue. A 800°C, la wustite atteint sa teneur maximale. Elle se réduit ensuite rapidement en fer, la pente positive de la courbe représentative de la teneur en fer augmente nettement, et la vitesse de perte de poids s'accroît fortement. A 970°C, on ne détecte plus de  $Fe_{1-x}O$ , la réduction est achevée, la vitesse de perte de poids est presque nulle. On peut remarquer qu'il faut également attendre cette température pour ne plus détecter de magnétite. Dans le cas de ce mélange, la carburation est faible et n'est visible qu'à partir de 950°C environ, c'est-à-dire quand la réduction en fer est quasi achevée.

Nous voyons que l'hypothèse, faite au début [6], selon laquelle à haute température les variations de la vitesse de perte de poids correspondent à celle de la vitesse de réduction, s'avère exacte.

Dans le cas du mélange charbon-hématite, la réduction de  $Fe_2O_3$  en  $Fe_3O_4$  commence après 400°C. Sur la courbe thermogravimétrique dérivée, elle est donc masquée par la volatilisation primaire du charbon. Cette réduction est assez rapide et, à 570°C, on ne détecte plus que  $Fe_3O_4$ . Entre 570° et 670°C, on ne décele pas de wustite mais un léger début de réduction de la magnétite en fer. En principe à partir de 570°C, la réduction de la magnétite en fer doit se faire par passage au stade intermédiaire de la wustite. Le fait qu'on n'en détecte cependant pas en dessous de 670°C peut trouver plusieurs explications. Il est possible que la wustite formée par réduction de la magnétite se réduise rapidement en fer, et que la quantité résiduelle présente soit alors inférieure au seuil de détection de la méthode de mesure, ce seuil est d'ailleurs assez élevé pour la wustite. Il est aussi possible que, du moins pour les températures les plus basses, la température au cœur de l'échantillon soit inférieure à celle mesurée dans le four, et qu'ainsi une partie de la magnétite puisse se réduire directement en fer.

De toute manière, ce n'est qu'à partir de 670°C que la réduction de  $Fe_3O_4$  prend de l'importance et, à ce

moment, le produit principal de réduction est la wustite. La quantité de wustite augmente d'abord très rapidement, ce qui explique l'accroissement de la vitesse de perte de poids jusqu'à 750°C. Cette dernière redescend ensuite jusqu'à 790°C, température qui correspond à peu près à la teneur maximale en wustite, puis elle croît rapidement tandis que la wustite se réduit en fer. Dès 800°C, une partie du fer commence à se carburer. A partir de 860°C, on ne détecte plus de magnétite. A 885°C, la vitesse de perte de poids subit un accroissement encore plus rapide avant de passer par un maximum aigu et de redescendre brutalement. Ce phénomène correspond à une disparition plus rapide de la wustite tout à la fin, et une production de fer, et surtout d'austénite, accrue. A 900°C, la réduction de la wustite est terminée, la quantité de fer formé atteint son maximum. De 900°C à 1000°C, le fer continue lentement à se carburer. Il faut rappeler à ce sujet qu'à partir de 800°C, quand apparaît l'austénite, le diagramme perd toute valeur quantitative exacte.

Si on compare la réduction de  $Fe_3O_4$  dans les deux types de mélanges, on constate que la magnétite et la wustite formées au départ de l'hématite se caractérisent surtout par une réduction progressant très rapidement une fois qu'elle s'est amorcée. Cette constatation explique l'allure différente de la courbe TGD pour les deux types de mélanges.

Pour avoir une idée de cette concordance entre la réduction des oxydes de fer et l'allure des courbes thermogravimétriques à haute température, nous avons représenté, sur la figure 3, la vitesse moyenne

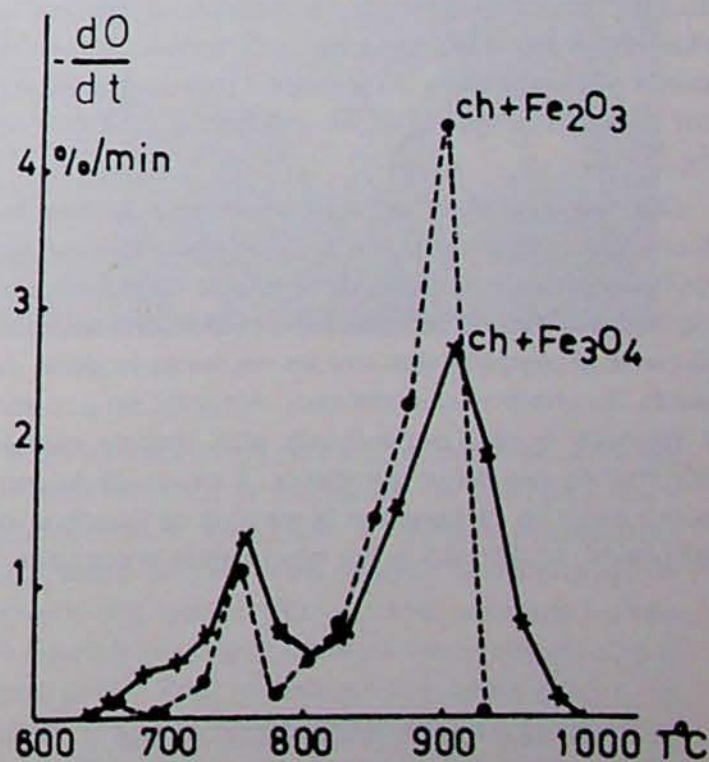


Fig. 3 — Vitesse de réduction moyenne de la magnétite.

(pour des intervalles de 25°C) de départ de l'oxygène contenu à 600°C dans  $Fe_3O_4$  (en atomes d'oxygène pour 100 atomes de départ) et, sur les figures 4, la

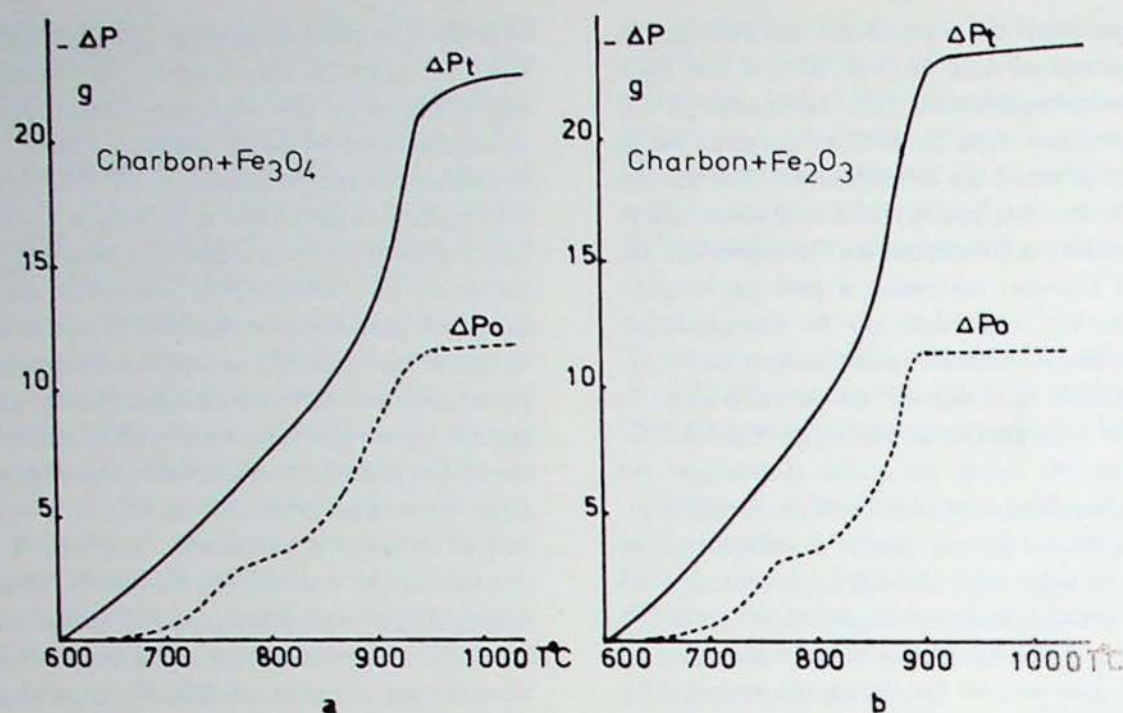


Fig. 4. — Pertes de poids à partir de 600°C (pour 100 g de charbon de départ).

perte de poids causée par le départ de l'oxygène des oxydes de fer en comparaison avec celle de la totalité du mélange, à partir de 600°C.

Nous voyons que la figure 3 offre une ressemblance certaine avec les courbes TGD. Il est donc exact de dire que, à haute température, la thermogravimétrie dérivée donne une idée de la vitesse de réduction de l'ensemble des oxydes de fer. Il ne faut cependant pas oublier que la vitesse de perte de poids tient compte aussi du dégazage secondaire du charbon et de la perte de carbone causée par la réaction de Boudouard. La figure 3 montre clairement que la réduction dans le mélange 2 (charbon +  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) est plus étalée que dans le mélange 3 (charbon +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Sur les figures 4 apparaît également la ressemblance entre la perte massique d'oxygène des oxydes de fer et la perte de poids de la totalité du mélange. Il ne faut cependant pas attribuer un caractère additif à la perte d'oxygène des oxydes de fer et la perte de poids du charbon chauffé seul. Alors qu'on pourrait s'attendre à une perte totale plus grande que la somme de ces deux grandeurs, à cause de la consommation en carbone par la réaction de Boudouard, en réalité, sauf tout à la fin, on constate le contraire.

### 3. EXAMEN MICROSCOPIQUE DU FERROCOKE EN FORMATION

Les photographies 5 à 20 montrent l'aspect microscopique du ferrocoke en formation pour les étapes les plus caractéristiques de la réduction.



Fig. 5. — Charbon +  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — Mélange cru ( $\times 492$ )

Les figures 5 et 6, se rapportant aux mélanges crus, montrent l'aspect très différent des deux types d'oxydes dès le départ.

Les grains de magnétite sont compacts, présentent peu de pores et de fissures et sont disséminés parmi les grains de charbon. Ils sont de dimensions assez



Fig. 6. — Charbon +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — Mélange cru ( $\times 492$ )

variables. Les grains d'hématite, par contre, semblent être soit très poreux, présentant un aspect d'« éponges », soit en réalité un agglomérat de fines poussières. Cette dernière hypothèse est la plus plausible, car les différentes photographies montrent que l'oxyde vient entourer les grains du charbon. Les grains d'hématite seraient donc en réalité formés d'une fine poussière légèrement frittée, qui, lors de la compression des pastilles, se désagrège et vient entourer les grains du charbon.

Cette structure très différente des deux oxydes de fer leur confère des densités apparentes différentes, et donc une proportion en volume également différente. Rien que l'aspect des mélanges crus permet donc de prévoir une diversité de comportement des deux mélanges lors de leur pyrolyse.

Dans le mélange charbon-magnétite, après pyrolyse jusqu'à 590°C (fig. 7), l'aspect du charbon a changé, mais pas celui de la magnétite qui, comme on l'a déterminé par diffraction des rayons X, n'a pas encore subi de réduction. On remarque cependant la soudure des grains de charbon grâce au passage à l'état plastique. A 735°C, d'après l'estimation par diffraction des rayons X, la magnétite est réduite à 40 % et il y a un faible début de réduction en fer, le reste étant constitué de wustite. La présence de wustite à certains endroits des bords des grains de magnétite est visible en plus clair sur la figure 8,



Fig. 7. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, — 590°C (× 400)

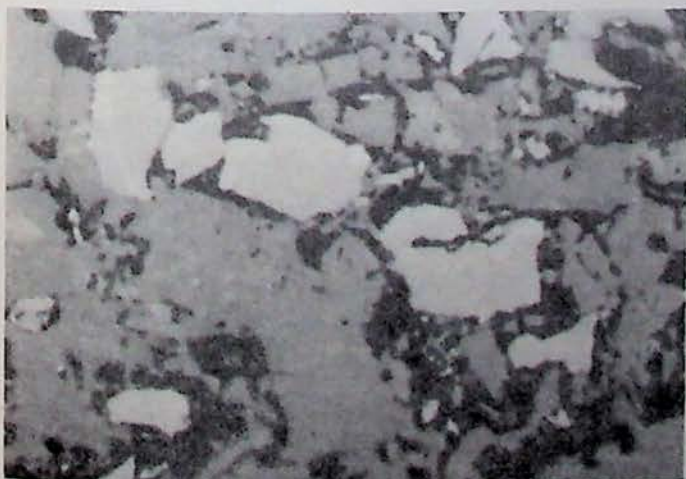


Fig. 8. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, — 735°C (× 1.100)

fortement agrandie, car il s'agit de petits grains. La réduction progresse également le long de certaines fissures. Des points brillants, à la surface de certains grains, pourraient être du fer métallique. Nous voyons que la réduction ne progresse pas d'une manière homogène pour tous les grains, elle dépend de la grosseur et de la forme des fissures éventuelles, mais également probablement de la proximité et de la nature des grains de charbon environnants.

A plus haute température, la réduction de la magnétite en wustite progresse, surtout pour les grains les plus fins, et la wustite se réduit d'une manière importante en fer. Après pyrolyse jusqu'à 890°C (fig. 9 et 10), en moyenne, il ne reste plus que

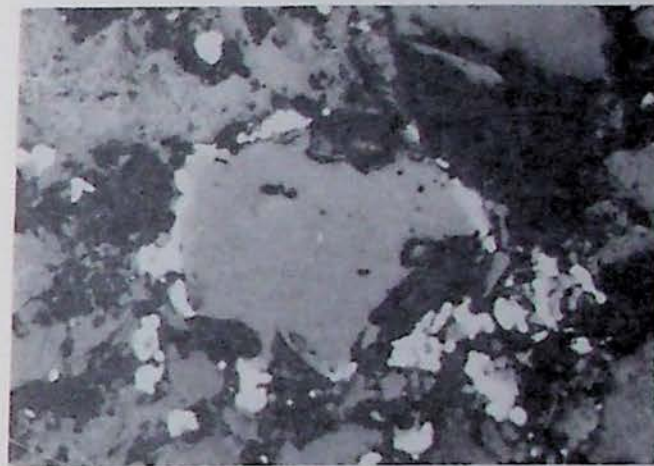


Fig. 9. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, — 890°C (× 735)



Fig. 10. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, — 890°C (× 1.377)

10 % du fer sous forme de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> et 35 % sous forme de wustite. Plus de la moitié du fer est donc sous forme métallique. En réalité, à l'échelle microscopique, le degré de réduction dépend beaucoup de la dimension des grains. Ceci est spécialement visible sur la figure 9 où un gros grain de magnétite en côtoie de plus petits. Pour la plupart des petits grains, la réduction en fer est quasi totale. Pour le gros grain (environ 50 microns), par contre, la réduction est très peu avancée et ce n'est que par endroits que la magnétite est recouverte d'une couche de wustite, puis d'une couche de fer. La réduction en wustite s'amorce aussi là où la magnétite présente des pores.

Il est difficile de préciser, seulement à l'aide de ces photos, pourquoi la réduction s'amorce à certains endroits de la surface et pas à d'autres. Il semble que la proximité entre les grains de charbon et les grains de charbon et les grains de magnétite joue un rôle et il est possible que la présence dans le charbon de plusieurs macéraux ait aussi son importance.

Quand la température augmente, la réduction progresse (fig. 11 et 12) toujours de la même manière : elle dépend de la dimension, la forme et l'environnement des grains. La proportion de grains réduits en fer augmente et les couches de wustite et de fer prennent une importance croissante dans les grains partiellement réduits. A 1000°C (fig. 13), on ne distingue plus que du fer.

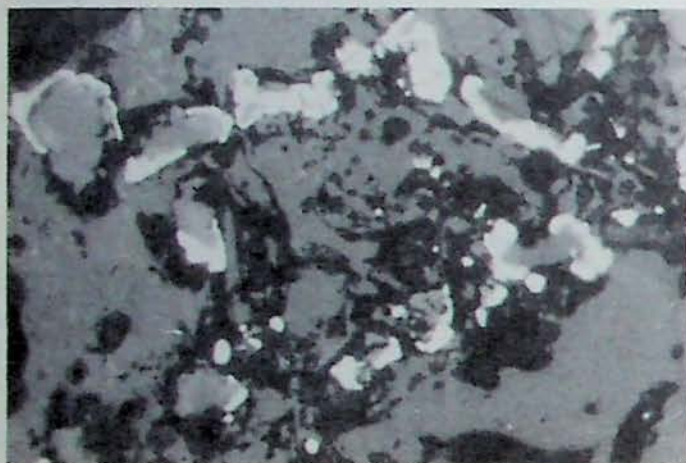


Fig. 11. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 890°C (× 944)



Fig. 12. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 920°C (× 855)

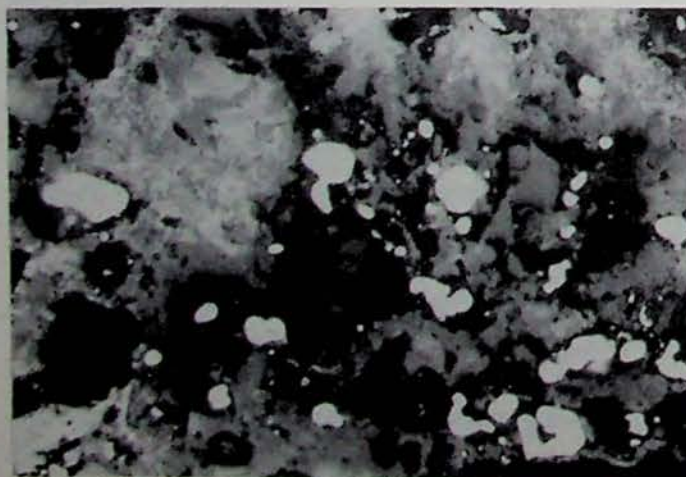


Fig. 13. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 1000°C (× 492)

La réduction des grains de magnétite se fait donc localement d'une manière topo-chimique, mais ne progresse pas de façon uniforme à toute la surface des grains. Le taux de réduction donné par la diffraction des rayons X représente une moyenne entre ceux des différents grains. Pour chaque grain, le taux de réduction dépend surtout des dimensions, mais aussi d'une éventuelle porosité et de la proximité des grains de charbon.

Dans le cas de l'hématite, l'oxyde est constitué de particules si petites qu'il est impossible de distinguer la progression de la réduction dans les grains comme dans le cas de la magnétite. Après pyrolyse jusqu'à 540°C (fig. 14), l'aspect du charbon s'est modifié et l'hématite s'est transformée intégralement en magnétite comme le montre un changement de couleur lors de l'examen visuel au microscope.

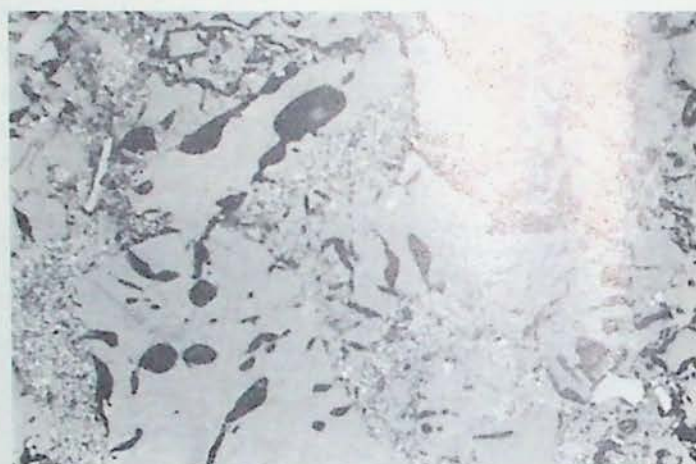
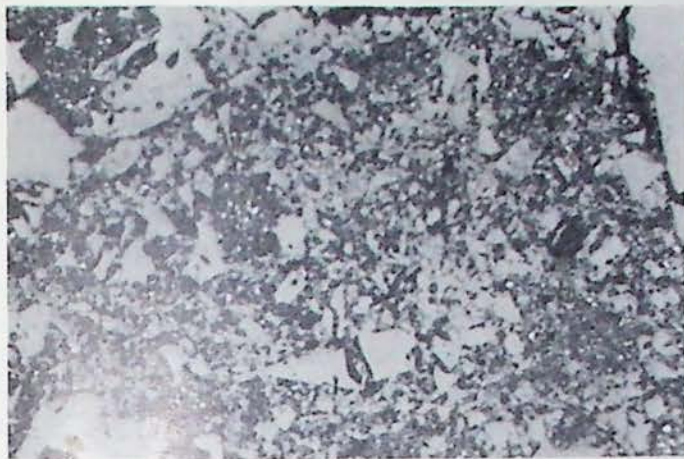
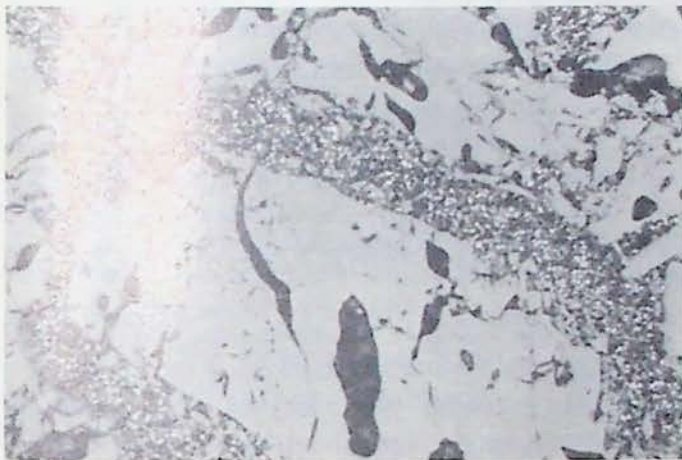


Fig. 14. — Charbon + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 540°C (× 399)

L'aspect de la magnétite à ce stade est évidemment très différent de ce qu'il était dans le mélange précédent. On est ici en présence d'agglomérats de grains très fins marquant les contours qu'avaient les grains de charbon avant pyrolyse. Quand la température augmente, la diffraction des rayons X montre que la magnétite se réduit partiellement en wustite, mais il est impossible d'observer cette transformation sur nos photographies. L'apparition de fer, par contre, est décelable grâce à l'aspect très brillant de cet élément. Ceci est très visible sur les figures 15 et 16 correspondant aux températures de 775° et 864°C et à une proportion croissante de fer. Le fer apparaît un peu partout dans les zones d'oxyde sous forme de petits points brillants de dimensions peu différentes. Quand la teneur en fer croît, le nombre de ces grains de fer augmente. A 1000°C, le ferrocake est constitué de grains de coke et de sortes d'« éponges de fer » occupant principalement les pores et les interstices entre les grains de charbon de départ. La carburation du fer n'est pas visible, la dimension des grains étant trop faible (fig. 17).

L'aspect très différent des grains d'oxyde de fer dans les deux sortes de mélanges a sans aucun doute



Fig. 15. — Charbon +  $Fe_2O_3$  — 775°C (× 492)Fig. 16. — Charbon +  $Fe_2O_3$  — 864°C (× 399)Fig. 17. — Charbon +  $Fe_2O_3$  — 1000°C (× 417)

une importance non négligeable dans l'explication du déroulement différent de la réduction des deux sortes d'oxydes de fer.

Du point de vue de la texture microscopique du coke, la présence des oxydes de fer lors de la pyrolyse amène des modifications. L'examen microscopique avec un faible grossissement montre une diminution nette de la dimension moyenne des pores du coke en présence d'oxyde de fer, et surtout d'hématite.

#### 4. DISCUSSION

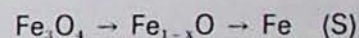
L'étude directe de la réduction des oxydes de fer lors de la fabrication du ferrocoke confirme et précise ce que la thermogravimétrie et l'analyse des gaz dégagés [6] nous avaient fait supposer.

Sauf pour la transformation de  $Fe_2O_3$  en  $Fe_3O_4$ , la réduction des oxydes de fer, pour la vitesse de chauffage choisie, ne commence que vers 600°C.

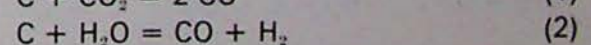
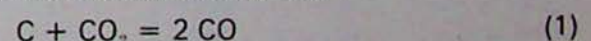
L'analyse des gaz dégagés nous a montré que la première étape de réduction de  $Fe_2O_3$  en  $Fe_3O_4$ , qui se produit entre 400° et 550°C, se fait principalement par l'hydrogène, ce qui produit de l'eau. On a aussi une réduction plus minime par le CO, se transformant en  $CO_2$ . La thermogravimétrie ne montre pas cette première étape de la réduction, car elle est masquée par la volatilisation primaire du charbon qui provoque une importante perte de poids, également entre 400° et 550°C.

A partir de 600°C, dans le charbon, le semi-coke se transforme en coke, un nombre croissant de cellules aromatiques se condensent, les chaînes latérales et les parties alicycliques qui persistaient disparaissent et on assiste à un dégagement gazeux, surtout d'hydrogène, qui modifie peu le poids. De 600° à 1000°C, dans les mélanges, la réduction devient le phénomène prépondérant.

A 600°C, dans les deux types de mélanges, le fer se trouve sous forme de magnétite. La réduction de cette magnétite commence peu après. On a, localement, la séquence de réduction :



Pour les plus gros grains, dans le mélange 2 (charbon + magnétite), les trois couches successives sont bien visibles par examen microscopique. On remarque également que la réduction progresse d'une manière fort variable en divers endroits d'un même grain, et également d'un grain à l'autre. La cinétique de réduction des oxydes de fer lors de la formation du ferrocoke est certainement fort complexe. La vitesse locale de réduction dépend d'abord de l'apport de gaz réducteur à la surface extérieure du grain. Si l'on considère que la production de gaz réducteur se fait à la surface des grains de charbon, le transfert de ces gaz dépend de la distance entre grains de charbon et grains d'oxyde, du coefficient de diffusion de ces gaz en phase gazeuse et du gradient de concentration existant entre les deux sortes de grains. Ce gradient dépend lui-même des vitesses relatives de production et de consommation des gaz. La production des gaz réducteurs est de deux types : une partie est fournie par la pyrolyse des grains de charbon, et l'autre par des réactions secondaires du type :



La pyrolyse du charbon produit surtout de l'hydrogène, en quantité qui dépend de la température et de la nature macérale des grains de charbon (l'inertinite, par exemple, dégage nettement moins de gaz que l'exinite et la vitrinite). Les réactions secondaires dépendent de la réactivité du carbone des grains de coke et de l'apport de gaz oxydés ( $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$ ) à leur surface. Cet apport, à nouveau, est conditionné par les distances intergranulaires, les coefficients de diffusion et les gradients de concentration. Il y a ainsi une interdépendance étroite entre la vitesse de la réaction de réduction par le CO et celle de la réaction principale de production de ce gaz (1). Il faut remarquer également que les composés du fer, et surtout le fer lui-même, sont connus comme ayant un rôle catalytique favorable aux réactions (1) et (2).

Quand les gaz réducteurs ont atteint les grains d'oxyde de fer, il faut tenir compte, pour que la réduction se propage, de la diffusion à l'état solide ou à l'état gazeux dans les différentes couches (suivant qu'elles sont ou non poreuses) et de la vitesse des réactions chimiques aux interfaces. La forme et la dimension des grains d'oxyde jouent un grand rôle à ce stade, ainsi que l'état plus ou moins dense des couches de wustite ou de fer.

Enfin, pour l'élimination des gaz oxydés, il faut tenir compte, en sens inverse, de tous les facteurs envisagés pour l'apport de gaz réducteur.

Il est impossible de déterminer quel est, de ces nombreux facteurs, parfois interdépendants, celui, ou ceux, qui fixe la vitesse de réduction, même en un point donné d'un grain. On peut cependant citer certains moyens de modifier la vitesse globale de réduction : en utilisant des grains d'oxyde plus fins, et entourant les grains de charbon, comme c'est le cas dans le mélange 3 (charbon +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), on accélère, bien évidemment, la réduction. Par contre, des expériences nous ont montré que la compression initiale des pastilles, probablement en bouchant les pores intergranulaires et ainsi en freinant le départ des gaz oxydés, ralentit la réduction, surtout à la fin où la production de gaz est importante.

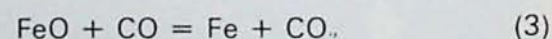
La température joue également un rôle important. Une augmentation de température est favorable aux

vitesse des réactions chimiques mises en jeu (décomposition du charbon, réactions secondaires de production de CO et  $\text{H}_2$  et réactions de réduction des oxydes de fer).

L'examen de l'état d'avancement de la réduction dans le résidu solide de pyrolyse permet de remarquer que, à chaque stade de la séquence (S), la réduction dans le mélange 3 se termine beaucoup plus rapidement que dans l'autre mélange. Chaque fois que la réduction d'un des oxydes est amorcée, du fait de la structure microscopique plus fine de l'hématite, elle évolue beaucoup plus vite dans le mélange 3. L'amorçage également, surtout pour la réduction de la wustite en fer, est plus tardif dans le mélange 2. Le début de chaque stade de réduction dépend cependant plus de la température atteinte que de l'abondance de gaz réducteurs.

En ce qui concerne la réduction par l'hydrogène, qui provient principalement de la décomposition du charbon, la quantité de gaz réducteur disponible est importante de 600° à 1000°C, et passe par un maximum vers 800°C, ce qui doit faciliter la réduction de la wustite en fer, qui devient importante à cette température.

A haute température, CO est le principal réducteur. C'est ce que montre le tableau I qui a été construit au départ des résultats des analyses de gaz dégagés pendant la pyrolyse, en considérant, en première approximation, que tout l'oxygène contenu dans CO et  $\text{CO}_2$ , en excès dans les mélanges, provient des oxydes de fer, et que tout l'hydrogène disparu s'est transformé en eau. Or, la production de CO dépend presque uniquement de réactions secondaires du type (1) et (2). En moyenne, à partir de 800°C, la proportion de CO par rapport à l'ensemble des oxydes de carbone joue un rôle limitatif, car elle reste très proche de la valeur correspondant à l'équilibre de la réaction :



En dessous de 800°C, pour le mélange 3, elle est même trop faible. C'est ce que montrent les figures (18) qui comparent les proportions de CO et  $\text{CO}_2$  dans les gaz dégagés aux proportions d'équilibre de réduction des oxydes de fer par le monoxyde de

TABLEAU I. — Participation estimée de C et H à la réduction des oxydes de fer.

Températures	Charbon + $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (30 % pds)		Charbon + $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (30 % pds)	
	O enlevé par C (g)	O enlevé par H (g)	O enlevé par C (g)	O enlevé par H (g)
600 — 700	0,17	0,16	0,27	0,56
700 — 800	0,61	1,28	0,80	1,76
800 — 900	1,73	0,80	3,26	0,96
900 — 1000	4,03	0,40	2,68	0,48

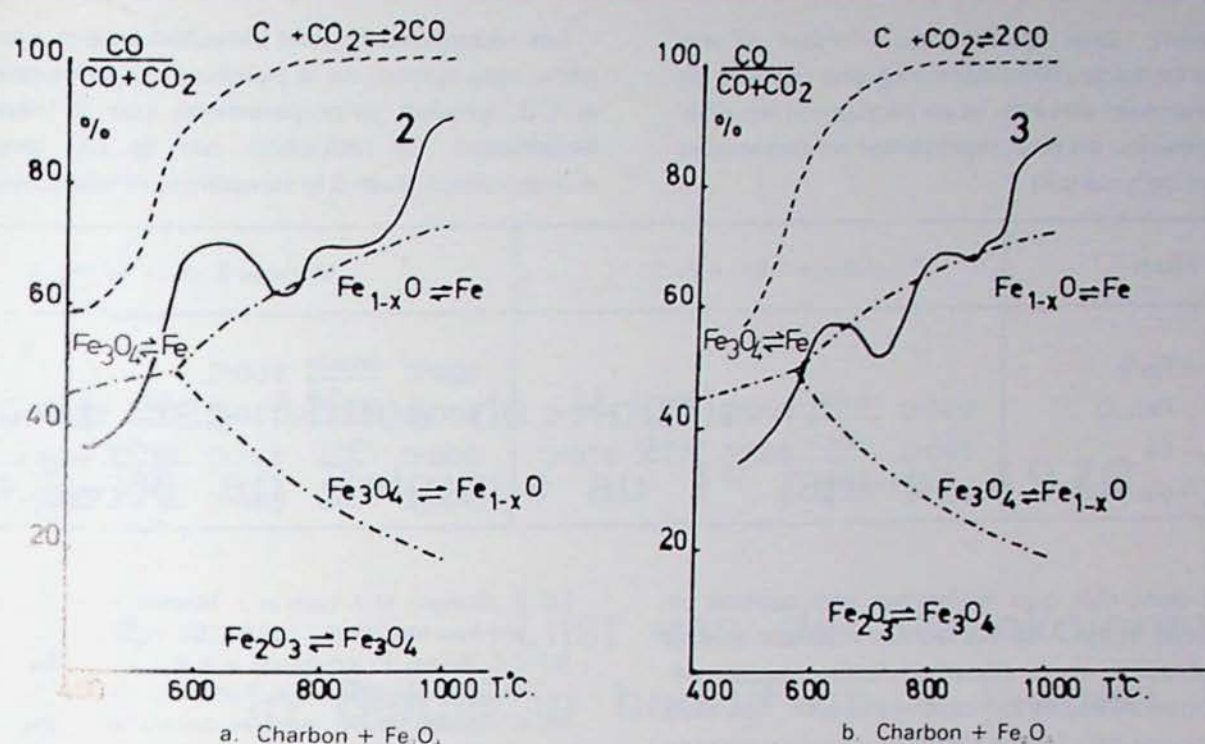


Fig. 18. — Comparaison entre la proportion de CO dans les gaz et les valeurs d'équilibre.

carbone. Pour la réaction de Boudouard, les proportions d'équilibre indiquées tiennent compte de la dilution des oxydes de carbone dans les gaz.

On peut donc affirmer que, à haute température surtout, la réactivité du carbone joue un rôle important.

Une différence importante entre les deux mélanges est la carburation plus élevée que subit le fer du mélange 3 dès 800°C. Cette carburation progresse lentement jusqu'à 880°C, subit une brusque augmentation à cette température, puis continue assez lentement, même quand la réduction en fer est devenue totale. A 880°C, la vitesse de perte de poids enregistre aussi une brusque augmentation, il semble que la wustite devienne brusquement plus réductible et qu'une importante quantité du fer ainsi formé se carbure immédiatement. Il est probable que ce soudain changement soit dû au passage du fer partiellement carburé de l'état  $\alpha$  à l'état  $\gamma$ . La température de ce changement de réseau cristallin dépend en effet du degré de carburation atteint par le fer. Il est connu que le fer  $\gamma$  accepte une proportion plus importante de carbone que le fer  $\alpha$ , ce qui explique l'augmentation de la carburation. Il est vraisemblable aussi que le changement de réseau cristallin facilite la réduction, peut-être par une porosité plus grande de cette nouvelle forme de la couche externe des grains, de volume spécifique moindre ( $0,123 \text{ cm}^3/\text{g}$  plutôt que  $0,127 \text{ cm}^3/\text{g}$ ) [7] ou, si cette couche est dense, par une possibilité plus importante de diffusion des ions oxygènes grâce au paramètre cristallin plus élevé du fer  $\gamma$  ( $3,57 \text{ \AA}$  au lieu de  $2,87 \text{ \AA}$ ) [7].

Pour le mélange 2, la carburation du fer n'est visible qu'à partir de 920°C, quand la réduction en fer est presque totale.

La carburation plus aisée dans le mélange 3 peut partiellement s'expliquer par l'état finement divisé des grains métalliques dans ce mélange, augmentant la surface de réaction. Il est possible aussi que le réseau cristallin du fer issu de l'hématite présente un plus grand nombre d'imperfections, facilitant l'insertion du carbone.

La réduction plus rapide de la magnétite dans le mélange 3 peut, en plus des raisons granulométriques déjà invoquées, s'expliquer aussi partiellement par l'existence d'un plus grand nombre d'imperfections dans son réseau cristallin. Pour cette raison, il est connu que la magnétite issue directement de l'hématite, sans traitement thermique intermédiaire, est plus réactive [8-11].

## CONCLUSIONS

L'étude analytique directe de la réduction des oxydes de fer lors de la fabrication de ferrocoke a donc confirmé, pour l'essentiel, l'image qu'on pouvait s'en faire au départ des études thermogravimétriques et thermovolumétriques. Elle a cependant permis de la préciser nettement.

L'étude par diffraction des rayons X a montré la progression moyenne de la réduction, et l'examen microscopique nous a révélé que cette moyenne résultait d'avancements parfois fort différents des réactions dans les divers grains, et au sein d'un même grain. L'état d'avancement de la réduction dépend de la taille du grain, de sa forme, des fissures éventuelles et des grains de carbone voisins. La structure fine des grains d'hématite notamment facilite sa réduction et sa carburation.

Globalement, sans oublier qu'il s'agit d'une moyenne de ce qui se passe dans un grand nombre de grains diversement atteints, et en négligeant les phénomènes mineurs, on peut représenter les séquences de réduction comme suit :

Les réductions se font simultanément par l'hydrogène, issu surtout de la pyrolyse du semi-coke, et par le CO, produit principalement par la réaction de Boudouard. La réduction par le CO prend plus d'importance quand la température augmente.

Etapes	Mélange 2 (ch. + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Mélange 3 (ch. + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> → Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		400°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 550°C
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> → Fe <sub>1-x</sub> O	600°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 800°C $\xrightarrow{\text{lent}}$ 970°C	600°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 770°C $\xrightarrow{\text{lent}}$ 850°C
Fe <sub>1-x</sub> O → Fe	600°C $\xrightarrow{\text{lent}}$ 800°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 970°C	600°C $\xrightarrow{\text{lent}}$ 775°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 900°C
Fe → (Fe — C)	920°C $\xrightarrow{\text{lent}}$	800°C $\xrightarrow{\text{lent}}$ 880°C $\xrightarrow{\text{rapide}}$ 885°C $\xrightarrow{\text{lent}}$

On peut donc dire que le charbon agit comme un bon réducteur et qu'il sera d'autant meilleur que sa déshydrogénation et sa décarboxylation seront précoces et importantes, et son carbone réactif. Ces deux facteurs doivent être favorables à un charbon de rang assez bas.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Auerbach. Stahl und Eisen, 1906, 26(8), 475-478.
- [2] H. Barking et C. Eymann. Glückauf, 1952, 88, 1090-1094.
- [3] H. Barking et C. Eymann. Stahl und Eisen, 1955, 75(7), 386-391.
- [4] G. Granger, M.J. Lach et J. Mitchell. Blast Furn., Coke Ov. and Raw Mat. Conf., 1959, 152-166.
- [5] C.C. Russel, P. Whitstone et R.P. Liggett. Blast Furn., Coke Ov. and Raw Mat. Conf., 1955, 93-111.
- [6] C. Soudan-Moinet. Annales des Mines de Belgique, 1974, 10, 977-988.
- [7] T.S. Yun. Trans. of the A.S.M., 1962, 54, 129-142.
- [8] U. Colombo, F. Gazzarrani et G. Lanzarotti. Mat. Science and Eng. 1967, 2(3), 125-135.
- [9] J.M. Quets, M.E. Wadsworth et J.R. Lewis. Trans. of the Met. Soc. of AIME, 1960, 218, 545-550.
- [10] R.D. Walker, N.S. Ford et D.L. Carpenter. Proc. Int. Conf. Sci. Technol. Iron Steel, 1970, 1, 474-477.
- [11] A.V. Bradshaw et A.G. Matyas. Met. Trans. B, 1976, 7, 81-87.

Tableau des Mines de Houille  
en activité en Belgique au 1<sup>er</sup> janvier 1978 ✓

Lijst van de Steenkolenmijnen  
in België in bedrijf op 1 januari 1978

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>BASSIN DE</b>					
<b>Monceau-Fontaine Marcinelle et Nord de Charleroi</b> 7374 ha 99 a 54 ca	Anderlues, Chapelle-lez-Herlaimont, Charleroi, Courcelles, Fontaine-l'Evêque, Gerpennes, Montigny-le-Tilleul, Morlanwelz	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine	Charleroi	Modeste Alexis Administrateur Direct. Gérant	Charleroi
<b>Tergnée, Aiseau-Preisle</b> 926 ha 56 a 29 ca	Aiseau-Preisle, Farciennes, (prov. du Hainaut) Basse-Sambre Fosses-la-Ville (prov. de Namur)	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Preisle	Farciennes	Claude Daniel Direct. Gérant	Farciennes
<b>Roton Ste-Catherine</b> 404 ha 79 a 37 ca	Farciennes, Fleurus	Société anonyme des Charb. Réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau	Basse- Sambre	Pierre Moulard Adm.-Délégué	Rhode- St-Genèse
<b>BASSIN DE</b>					
<b>Hasard-Cheratte</b> 3406 ha 66 a 48 ca	Beyne-Heusay, Blegny, Fléron, Liège, Olne, Soumagne, Visé	Société anonyme des Charbonnages du Hasard	Soumagne	Paul Carpay Direct. Gérant	Soumagne
<b>Argenteau- Trembleur</b> 964 ha 90 a 87 ca	Blegny, Dalhem, Visé	Société anonyme des Charbonnages d'Argenteau	Blegny	Jacques Ausselet Adm.-Délégué	Lodelinsart

(\*) Explication concernant le classement : Sg = siège ou partie de siège (étage, quartier) sans grisou. — 1 = siège ou partie ou partie de siège (étage, quartier) de 3<sup>ème</sup> catégorie (dégagements instantanés).

(1) Extraction arrêtée le 31.3.1976.

(2) Extraction arrêtée le 31.10.1977.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1977 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrés en 1977
NOMS ou NUMEROS	Classement (*)	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	

## CHARLEROI-NAMUR

Section Ouest n° 17	2	Chapelle-lez-Herlaimont	Maurice France (Fond)	Fontaine-l'Evêque	80.285	278.430	1.160
Section Est n° 18 n° 19	2 2	Charleroi Charleroi	Jean Ghilain (Surface)	Charleroi	75.885 122.260		
Tergnée (1)	1	Farciennes	Raymond Hardenne (Fond) Robert Fautre (Surface)	Farciennes  Basse-Sambre	7.010	7.010	278
Ste-Catherine	1	Farciennes	Georges Leclerq (Fond) André Demoulin (Surface)	Fleurus  Charleroi	342.100	342.100	1.069

## LIEGE

Cheratte (2)	1	Visé	Gérard Séquaris (Fond et Surf.)	Soumagne	70.701	70.701	428
Marie	1	Blegny	Jean Defer (Fond et Surf.)	Blegny	97.500	97.500	499

de siège (étage, quartier) de 1ère catégorie — 2 = siège ou partie de siège (étage, quartier) de 2ème catégorie — 3 = siège

CONCESSIES		Vergunninghoudende Vennootschappen		Gevolmachtigde personen	
NAAM EN OPPERVLAKTE	GEMEENTEN waaronder zij zich uitstrekken	NAAM	MAATSCHAPPELIJKE ZETEL	NAAM, VOORNAMEN EN TITEL	WOONPLAATS
<b>KEMPENS</b>					
« Concessie van het Kempens Bekken » 35.710 ha	As, Beringen, Dilsen, Genk, Ham, Hasselt, Heusden-Zolder, Houthalen-Helchteren, Leopoldsborg, Lummen, Maaseik, Maasmechelen, Meeuwen-Gruitrode, Opglabbeek, Tessenderlo, Zonhoven, Zutendaal	Naamloze Vennootschap Kempense Steenkolenmijnen	Grote Baan, 27, Houthalen-Helchteren	Louis Lycops Directeur-Generaal	Heusden-Zolder

(1) Uitleg aangaande de indeling : 1 = zetel of gedeelte van een zetel (verdieping, afdeling) van de 1ste categorie.



Ontginningszetel			Verantwoordelijke leiders		Nettoproductie in 1977		Gemiddeld aantal aanwezigheden op de gewerkte dagen in 1977
NAAM	Indeling (1)	GEMEENTE	NAAM EN VOORNAMEN	WOON-PLAATS	PER ZETEL	PER CONCESSIE	

**BEKKEN**

Beringen	1	Koersel	Gilbert Goddeeris (Ondergrond)	Beringen	993.130		2.543
			Albert Van Damme (Bovengrond)	Houthalen-Helchteren			
Zolder	1	Zolder	Joseph Legrand (Ondergrond)	Heusden-Zolder	2.277.857	6.272.300	4.389
			Albert Van Damme (Bovengrond)	Houthalen-Helchteren			
Winterslag	1	Genk	Francis Verhees (Ondergrond)	Genk	869.775		2.408
			Ludovicus Van Rompaey (Bovengrond)	Genk			
Waterschei	1	Genk	Willy Gyselinck (Ondergrond)	Genk	1.179.538		2.721
			Firmin Verhaeghe (Bovengrond)	Genk			
Eisden	1	Maasmechelen	Guillaume Van den Bosch (Ondergrond)	Houthalen-Helchteren	952.000		2.025
			Firmin Verhaeghe (Bovengrond)	Genk			

Date	Description	Amount	Debit	Credit	Balance	Notes
------	-------------	--------	-------	--------	---------	-------

ACOUNTS

1911	Jan 1	100.00			100.00	
1912	Feb 1	150.00			250.00	
1913	Mar 1	200.00			450.00	
1914	Apr 1	250.00			700.00	
1915	May 1	300.00			1000.00	
1916	Jun 1	350.00			1350.00	
1917	Jul 1	400.00			1750.00	
1918	Aug 1	450.00			2200.00	
1919	Sep 1	500.00			2700.00	
1920	Oct 1	550.00			3250.00	
1921	Nov 1	600.00			3850.00	

## Sélection des fiches d'INIEX

INIEX 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 24

Fiche n. 66.679

**K. BURGER.** 1. Internationales Kolloquium über Kohlentonsteine in Ostrau. *1er Colloque international sur les tonsteins à Ostrava.* — **Glückauf**, 1977, 1er décembre, p. 1135/1137.

Le 1er Colloque international sur les tonsteins s'est tenu à Ostrava (Tchécoslovaquie) du 31 mai au 3 juin 1977. Les travaux de recherche ont démontré l'importance des nombreux tonsteins houillers qui se présentent dans presque tous les gisements de la terre, du Dévonien supérieur au Tertiaire. Ils constituent surtout des horizons pétrographiques importants pour l'identification et la corrélation des couches de charbon et des terrains. Présentation des résultats des recherches sur les tonsteins dans les bassins de Silésie et du Donetz, la genèse des tonsteins, la composition chimique des produits volcaniques du bassin d'Ostrava-Karvina, caractéristiques des horizons tuffitiques, relations entre tonsteins et horizons tuffitiques concernant les roches avoisinantes des couches de charbon.

IND. A 352

Fiche n. 66.573

**J.C. ROBERT, A. LHOMER et Coll.** Interaction entre géologie, minéralogie et minéralurgie. Exemple des grès armoricains à titane et zirconium. — **Industrie Minérale. Minéralurgie**, 1977, octobre, n° 4, p. 265/279, 9 fig., 7 tabl.

Les grès armoricains contiennent des quantités importantes de titane, de zirconium et de terres rares. Les travaux préliminaires avaient démontré que le problème majeur de mise en valeur de ces gisements serait le traitement minéralurgique nécessaire afin de produire des concentrés acceptables par les industries chimiques du pigment de titane ou céramique de réfractaires au zirconium. Une étude géologique a permis d'établir la position des principaux bancs au sein des grès ordoviciens, ainsi que les profils détritiques des principaux gîtes minéralisés. Une étude minéralogique a permis de préciser la nature minéralogique des différents minéraux titanifères et de classer les grès en différents types. On présente les problèmes du traitement de ces minerais potentiels et l'interaction nécessaire entre les études géologiques, minéralogiques et minéralurgiques pour définir les zones-types sur lesquelles les efforts de prospection

doivent se concentrer dans les travaux de mise en valeur de ce type de gisement.

IND. A 352 Fiche n. 66.574

**Y. CHAMPETIER et R. HOUOT.** Guides sédimentologiques et paléogéographiques en domaine margino-littoral et infra-littoral ; incidences sur les procédés de valorisation. — **Industries Minérale. Minéralurgie**, 1977, octobre, n° 4, p. 281/289, 9 fig., 3 tabl.

L'étude de la variation des microfaciès dans le plan vertical (enregistrement sédimentaire séquentiel) et le plan horizontal (évolution paléogéographique) est présentée comme guide d'optimisation des gisements sédimentaires marins et de détermination des limites possibles d'exploitation en fonction des procédés de valorisation. Résumé de la Revue. Biblio. : 24 réf.

#### B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. B 31 Fiche n. 66.404 III

**J.F. BOUGARD, P. FRANÇOIS et R. LONGELIN.** Le prédécoupage mécanique. — **Tunnels et Ouvrages Souterrains**, 1977, novembre-décembre, n° 24, p. 264/272, 11 fig.

Application du prédécoupage mécanique en terrain meuble. Le 1<sup>er</sup> objectif fut d'utiliser la saignée pour la mise en place du blindage. Une série d'essais confirma de nouvelles possibilités et, en particulier, celle consistant à remplir la saignée de béton pour obtenir dans le terrain une « prévoûte » à l'abri de laquelle les autres opérations se dérouleraient en toute sécurité. Application à la ligne Marne-la-Vallée : principe de la méthode, contexte géologique, différentes phases successives d'exécution, description de la machine, organisation du chantier, rendement et données techniques, mesures de contrôle (tassement, convergence et contraintes). Les avantages de ce procédé de prédécoupage mécanique sont : aucune décompression du terrain et rapidité d'exécution.

IND. B 31 Fiche n. 66.675

**B. MAIDL et D. ARMON.** Wasserstollen vom Mittelmeer zum Toten Meer. *Tunnel d'eau de la méditerranée à la Mer Morte.* — **Glückauf**, 1977, 17 novembre, p. 1095/1097, 2 fig., 2 tabl.

Le projet d'un tunnel entre la Méditerranée et la Mer Morte, avec possibilité de construction d'une

centrale électrique souterraine, est à l'étude. Conséquences à envisager des points de vue salinité des eaux, tourisme, industrie, politique... Examen de divers projets. Biblio. : 2 réf.

IND. B 4110 Fiche n. 66.608

**K.H. VOSS et H.D. SIELAFF.** Die vollmechanische Kohलगewinnung mit Vollversatz in mächtigen Flözen auf der Zeche Nordstern. *Abattage complètement mécanisé du charbon avec un remblayage complet en couches puissantes au Charbonnage Nordstern.* — **Glückauf**, 1977, 6 octobre, p. 933/937, 6 fig., 2 tabl. n° 19.

En 1968, au Charbonnage Nordstern, a démarré un projet de recherche pour la mise au point d'un équipement inédit de taille en couches en plateures de 2 à 4 m d'ouverture, dont l'exploitation serait réalisée par haveuses-chargeuses et remblayage complet. Analyse des problèmes d'exploitation des couches puissantes et résultats de celle-ci. Equipement utilisé : haveuse-chargeuse EDW 300 L, convoyeur à raclettes EKF 3 et soutènement marchant avec tuyauterie ripable pour le remblayage pneumatique. Quelques renseignements concernant la voie de déblocage qui présente un soufflage important. Résultats d'exploitation : 2350 t nettes/jour et 28 t de rendement taille.

IND. B 4113 Fiche n. 66.610

**T.L. CARR.** Mechanisierung der Arbeiten am Übergang Streb-Strecke im britischen Steinkohlenbergbau. *Mécanisation des travaux à la jonction taille-voie dans les exploitations houillères britanniques.* — **Glückauf**, 1977, 6 octobre, p. 940/946, 13 fig., 2 tabl.

Evolution des améliorations apportées à la mécanisation des travaux en taille et surtout aux travaux de la jonction taille-voie pour l'élimination des niches par l'amélioration des systèmes de creusement des voies et par une mise en place mécanisée du remblai des voies. Progrès réalisés dans ces systèmes : machines de creusement à attaque partielle avec déversement latéral pour le remblayage, système Campacker, système à air comprimé Hölter et système Dowty. Description de quelques systèmes d'extrémités de taille associant le creusement et le remblayage.

IND. B 512 Fiche n. 65.468 II

**W.A. RUNDQUIST.** Excavator controls. Part II : hydraulic systems. *Commande des excavatrices. 2<sup>ème</sup> partie : les systèmes hydrauliques.* — **Pit and Quarry**, 1976, novembre, p. 70/74, 3 fig., 1 tabl.

Ces excavatrices ou pelles hydrauliques sont alimentées par des pompes hydrauliques. Présentation des principaux composants mécaniques d'un système hydraulique et leurs fonctions. Schéma d'un système hydraulique. Tableau présentant une liste de pannes, leurs causes et comment y remédier. Comment entretenir un système hydraulique.

### C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. C 230

Fiche n. 66.582

**O. LISTH.** Essais d'activation par effet de recul (Set-Back-Test) de l'ANFO et d'explosifs aqueux. — **Explosifs**, 1977, octobre-décembre, n° 4, p. 104/112. 7 fig., 7 tabl.

Au National Defense Research Institute, on utilise un test réalisé par le « simulateur d'activation par effet de recul » (Set-Back-Test) pour les essais de sensibilité de l'ANFO et des explosifs aqueux. Le principe de l'essai consiste, à l'aide d'une charge de poudre de fusil, à propulser un échantillon d'explosif, fortement confiné, contre un percuteur statique afin de simuler l'effort auquel est soumise une charge explosive dans une douille pendant l'accélération. Montage expérimental. Premiers essais avec différentes versions du propulseur. Essais sur des explosifs à base de nitrate d'ammonium. Résultats obtenus. Théories expliquant l'initiation de l'échantillon dans l'essai « Set-Back ». Conclusions. Biblio. : 8 réf.

IND. C 233

Fiche n. 66.584

**M. KLUNSCH et P. LINGENS.** Méthode d'essai de la capacité de détonation des bouillies explosives (slurries). — **Explosifs**, 1977, octobre-décembre, n° 4, p. 117/120, 1 fig., 2 tabl.

La méthode traditionnelle de détermination de la capacité de détonation d'un explosif à usage industriel consiste à déterminer la propagation de la détonation entre une cartouche initiatrice et une cartouche réceptrice. La capacité de propager la détonation d'une colonne de bouillie explosive peut être déterminée en définissant le diamètre critique (diamètre minimal pour lequel la détonation d'une colonne de charge est encore garantie dans des conditions de confinement déterminées). La méthode d'essai repose sur la sollicitation d'une plaque d'acier par l'explosif qui est introduit dans un tube d'acier placé verticalement sur la plaque ; il est amorcé, depuis la partie supérieure du tube, au moyen d'une charge de renforcement. L'empreinte ou la perforation ainsi créée sur la plaque permet d'évaluer la bouillie explosive testée. Description de l'appareillage.

IND. C 234

Fiche n. 66.583

**R. HERMANN.** Perspectives d'application de la nouvelle méthode d'essai de détonateurs du Dr. Prior et de détonateurs d'essais PETN comme étalons. — **Explosifs**, 1977, octobre-décembre, n° 4, p. 113/116, 3 fig., 1 tabl.

Le Dr Prior vient de présenter à la Commission sur la Normalisation des Essais d'Explosifs une « nouvelle méthode de détermination du pouvoir d'amorçage des amorces et détonateurs » qui est d'un emploi plus facile et permet, manifestement, d'éviter un certain nombre d'inconvénients de la méthode au bloc de plomb. En même temps, le détonateur d'essai PETN peut être utilisé comme étalon d'essai en remplacement du détonateur normalisé n° 8. On a déterminé au total 73 unités d'écrasement et 28 évasements du bloc de plomb. Tableau récapitulatif des essais.

IND. C 243

Fiche n. 66.580

**P. CYBULSKY et J. SOBALA.** Quelques problèmes relatifs aux fumées de tir. — **Explosifs**, 1977, octobre-décembre, n° 4, p. 97/100, 1 tabl.

Travail de recherche, réalisé en Pologne, sur la composition quantitative des fumées de tir des explosifs de base utilisés dans le minage. Les explosifs ont été mis à feu dans des conditions de laboratoire de même que dans des fourneaux forés en souterrain, dans la mine, dans le charbon et la roche. Résultats des essais concernant les concentrations maximales et le temps nécessaire pour atteindre les concentrations de fumées réglementaires et influence de la ventilation sur ces concentrations.

IND. C 4215

Fiche n. 66.619

**S. PIRKBAUER et K.H. WEBER.** Elektronisch geregelter Walzenschrämlader im Braunkohlentiefbau Trimmelkan. *Haveuse-chargeuse à régulation électronique à la mine souterraine de lignite de Trimmelkan.* — **Glückauf**, 1977, 20 octobre, p. 983/987, 9 fig., 2 tabl.

Exploitation aux Charbonnages de Salzach (Autriche) d'une couche de lignite à 100/160 m de profondeur, de 1,5 m à 2,2 m d'ouverture et de 4,6 kN/m<sup>2</sup> de dureté, au moyen d'une haveuse-chargeuse Eickhoff à double tambour EDW 150 - 2 L, installée dans une taille de 110 m de longueur. Description de la haveuse-chargeuse, du treuil de halage, de la commande par thyristor, des dispositifs de mesure et de surveillance électriques et thermiques. Types de commande de la machine : manuelle, radio et télécommande. Le rendement en taille a varié

de 41,4 à 48,6 t/HP sur une période de plusieurs mois. Biblio. : 4 réf.

#### D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN — SOUTÈNEMENT

IND. D 62                                      Fiche n. 66.673

**H. BÜRCEL et H.C. STEGEMANN.** Das Standzeitverhalten von Verzugmatten in Grubenbetrieben. *Le comportement dans le temps des grillages métalliques dans les travaux souterrains.* — **Glückauf**, 1977, 17 novembre, p. 1086/1091, 4 fig., 4 tabl.

Des études, réalisées à la mine expérimentale de Tremonia et dans divers charbonnages, ont montré qu'il est rentable d'utiliser des grillages métalliques traités contre la corrosion dans des voies dont la durée de service est supérieure à 2 ans. Etude des effets de la corrosion sur la résistance mécanique du grillage, en fonction de sa durée de vie. Observations visuelles et essais statiques. Conditions nécessaires pour la mise en place d'une couche anti-corrosive.

#### E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. E 1310                                      Fiche n. 66.639

**E. KLAER et H. HASSDENTEUFEL.** 10 Jahre Betriebserfahrung mit dem Zugseilgurttörderer auf der Grube Luisenthal. *10 ans d'expérience d'exploitation avec le convoyeur à bande sur câbles d'acier à la mine de Luisenthal.* — **Glückauf**, 1977, 3 novembre, n° 21, p. 1036/1039, 4 fig., 4 tabl.

C'est en novembre 1967 que fut placé à la mine de Luisenthal un convoyeur à bande sur câbles d'acier d'une longueur de 5600 m et franchissant une dénivellation de 733 m. Caractéristiques du convoyeur qui a une tête motrice, au jour, à 2 moteurs de 1600 kW de puissance en marche continue (2000 kW en pointe). Depuis sa mise en service, il a transporté 14 Mio.t de charbon brut à la vitesse de 1,8 m/s et, depuis 1969, la vitesse est de 2,5 m/s. On a placé des nouveaux câbles en août 1970 et en décembre 1975. Améliorations importantes apportées depuis sa mise en route. Un incident de marche en 1977. Qualités de ce convoyeur. Station de renvoi. Rentabilité. Utilisation de ce type de convoyeur dans le monde. Biblio. : 5 réf.

IND. E 1316                                      Fiche n. 66.567

**D.C. TORRE.** Continuous face haulage for high production miners. *Transport continu en taille pour des mineurs continus à forte production.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 64/66, 4 fig.

Description d'un système de transport continu — the long Airdox full dimension continuous haulage — utilisé dans les exploitations par chambres et piliers avec abattage du charbon par mineur continu. Disposition en cascade d'un mineur continu, convoyeur pont Piggyback (déplacement réglable), d'un convoyeur pont mobile, d'un autre convoyeur pont Piggyback et du convoyeur principal. Schémas descriptifs et diverses combinaisons d'utilisation de ce système de transport continu. Résultats obtenus sur une période de 27 mois : 340 t/poste contre 238,5 avec le camion-navette. Ce système long Airdox ne peut être utilisé que dans des ouvertures supérieures à 1,07 m.

#### F. AERAGE — ECLAIRAGE HYGIENE DU FOND

IND F 120                                      Fiche n. 66.625

**X.** US Bureau of Mines : mine ventilation research produces two promising concepts. *Recherche de l'US Bureau of Mines : deux nouveaux concepts prometteurs.* — **Mining Engineering**, 1977, octobre, n° 19, Vol. 29, p. 11, 2 fig.

Des recherches conduites par l'US Bureau of Mines ont permis la mise au point de 2 innovations concernant l'aérage. 1. Une cloison d'aérage résistant au tir : séries de panneaux verticaux reliés entre eux par des agrafes Welcro et se dégrafant sans dommage lors du souffle provenant de l'explosion du minage. Cette cloison supporte le souffle provenant d'un minage de 320 kg d'ANFO à 90 m de distance. Le réagrafage se fait rapidement. 2. Pulvérisateurs d'eau placés sur un mineur et entraînant l'air jusqu'à la tête d'abattage. Suivant l'US Bureau of Mines, ce système est plus efficace que des ventilateurs auxiliaires.

IND. F 21                                      Fiche n. 66.627

**P.C. THAKUR et J.G. DAVIS.** How to plan for methane control in underground coal mines. *Comment organiser le contrôle du grisou dans les mines souterraines de charbon.* — **Mining Engineering**, 1977, octobre, n° 10, Vol. 29, p. 41/45, 7 fig., 1 tabl., 23 réf.

Recherches entreprises par la Continental Oil Co (Cononco) pour maîtriser les problèmes posés par les dégagements de grisou dans les mines de charbon. Le programme de recherche a porté sur les nouvelles techniques de dégazage des zones vierges et sur le contrôle du grisou dans l'arrière-taille. On a étudié : la pression du réservoir constitué par la couche de charbon, l'influence de la profondeur sur la quantité de grisou contenu dans la couche, les facteurs in-

fluencant le dégagement de grisou de la couche, les propriétés du réservoir constitué par la couche et les pressions de terrains, les caractéristiques de la couche et le prédégazage, le contrôle du grisou dans l'arrière-taille, l'influence des méthodes d'exploitation et des conditions géologiques.

IND. F 21

Fiche n. 66.678

**A. von TRESKOW et G. FITZNER.** Das Absaugen von Methan im deutschen Steinkohlenbergbau im Jahre 1976 und in den EG-Ländern in den Jahren 1968 bis 1976. *Le captage du grisou dans les exploitations houillères allemandes en 1976 et dans les pays de la Communauté de 1968 à 1976.* — **Glückauf**, 1977, 1<sup>er</sup> décembre, p. 1129/1130, 4 fig., 1 tabl.

En 1976, dans les charbonnages de la RFA, il y a eu diminution de 10 %, par rapport à 1975, du grisou capté qui s'est élevé à  $555.10^6$  m<sup>3</sup> ; toutefois, le grisou valorisé a augmenté de 9 % et a été de  $364.10^6$  m<sup>3</sup>. Un tableau nous donne l'évolution par bassin du grisou capté, du grisou valorisé, du nombre de sondages, de la longueur des sondages... Pour les autres pays de la Communauté, on remarque en Grande-Bretagne une diminution du grisou capté jusqu'en 1974 (avec une légère reprise en 1973), puis augmentation jusqu'en 1976 sans toutefois revenir aux niveaux antérieurs. En France, diminution de 1969 à 1974, mais augmentation en 1975. En Belgique, diminution de 1968 à 1970, mais légère augmentation à partir de 1971 jusqu'en 1974, ensuite diminution jusqu'en 1976. Concernant le grisou valorisé, baisse marquée en France à partir de 1974, mais moins marquée en Belgique et en Grande-Bretagne. Graphiques illustrant ces évolutions.

IND. F 24

Fiche n. 66.674

**U. KOPPE et W. STEGMANN.** Verbesserung der Gasabsaugung durch gezieltes Abdichten der Verrohrung. *Amélioration du dégazage par une bonne étanchéification du tubage.* — **Glückauf**, 1977, 17 novembre, p. 1091/1094, 4 fig., 1 tabl.

Des mesures réalisées au fond sur des trous de dégazage ont montré que l'espace annulaire entre la paroi du sondage et le tubage est à l'origine de courts-circuits d'air. Des améliorations pouvant aller jusque 50 % dans la teneur en méthane, ainsi que des augmentations de dépression sur les trous de dégazage peuvent être obtenues à condition de remplir l'espace annulaire par de la mousse de polyuréthane. Des tubes minces — 10 mm de diamètre intérieur — sont placés en même temps que le tu-

bage et servent à l'injection de la mousse. Biblio. : 2 réf.

IND. F 25

Fiche n. 66.622

**K. KÖWING.** Zusammenhänge zwischen dem geologischen Bau des Gebirges und dem Auftreten von Gasausbrüchen. *Relations entre la structure géologique des terrains et les manifestations des dégagements instantanés.* — **Glückauf**, 1977, 20 octobre, p. 996/999, 5 fig., 2 tabl.

Les dégagements instantanés sont liés et influencés par les conditions géologiques et les paramètres d'exploitation. Le danger d'un dégagement instantané augmente avec la profondeur d'exploitation et la présence d'intercalaires stériles dans la couche. Des couches de charbon se trouvant dans des régions dérangées et contenant 9 m<sup>3</sup>/t de gaz sont plus particulièrement sujettes à des dégagements instantanés. Ceux-ci ne sont pas liés à l'importance du dérangement mais le sont plutôt aux conditions des roches. Exemple : une roche gréseuse pouvant conserver de fortes pressions gazeuses suite à sa constitution poreuse augmente le risque de dégagement instantané. Biblio. : 8 réf.

## H. ENERGIE

IND. H 0

Fiche n. 66.568

**R. ROSSEEL.** Utilisation des calories rejetées par les centrales électriques. Cycle « Les économies d'énergie domestique et industrielle ». — **A.I.Lg.**, 19 p., 3 fig.

Les recherches menées dans les principaux pays industrialisés sur l'utilisation de la chaleur rejetée à bas niveau par les centrales électriques suscitent l'espoir de voir naître prochainement des applications rentables à grande échelle, principalement dans les domaines de la culture d'algues, de la pisciculture intensive et de l'horticulture. La dissipation complète de la chaleur résiduelle des centrales par échange dans un réseau de tuyaux enterrés en plein champ est également à l'étude, mais son intérêt économique reste à démontrer. L'article décrit les moyens par lesquels la Belgique entend contribuer au développement de ces techniques nouvelles, ainsi que les premiers résultats obtenus. Résumé de la Revue. Biblio. : 5 réf.

IND. H 30

Fiche n. 66.549

**FEDERATION DE L'INDUSTRIE DU GAZ - FIGAZ.** Bulletin d'information. Textes français et néerlandais. — **Figaz**, 1977, octobre, n° 10, 12 p., 6 tabl.

A. Informations diverses : nécessité de coordonner la recherche sur l'énergie dans la CEE et perspectives d'investissements dans le domaine de l'énergie ; l'échéancier des mises en service des usines algériennes de liquéfaction du gaz naturel ; le développement des gisements de gaz naturel offshore en Australie ; projet de construction d'un gazoduc transcanadien de 4345 km permettant l'acheminement vers les USA du gaz naturel de l'Alaska ; exportation de gaz naturel en Iran ; gaz naturel de la Mer du Nord dans les eaux néerlandaises ; situation de l'industrie gazière en Suisse (évolution des émissions de gaz, recherche d'un stockage souterrain, la politique à long terme, résultats d'exploitation de l'année 1976). B. Informations statistiques : émissions de gaz, production et consommation intérieure de pétrole. C. Informations climatologiques (septembre 1977).

### I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. I 35

Fiche n. 66.612

**M. BECKER.** Der Weg zu den Grossraumflottationsanlagen bei der Ruhrkohle AG. *Les installations de flottation à grande échelle à la Ruhrkohle AG.* — **Glückauf**, 1977, 6 octobre, p. 952/955, 3 fig., 5 tabl.

L'augmentation de la teneur en cendres dans les fines (charbon) a nécessité le recours à la flottation des schlamms. Dans beaucoup d'installations de flottation, les débits sont au moins de 100 t/h et parfois 200 t/h. En 1977, la capacité totale des installations de flottation de la Ruhrkohle AG s'est élevée à 20.000 t/jour. Le débit horaire d'une installation est de 100 à 130 t/h. Il y a quelques années le volume d'une cellule était de 4 m<sup>3</sup>, maintenant celui-ci peut atteindre 16 m<sup>3</sup> et dans une telle cellule il y a 5 à 6 agitateurs mécaniques. Avantages de ces grandes cellules. Description de ces installations de flottation à grande échelle de la Rheinpreussen (type Agitair), Lohberg (type Denver) et Friedrich Heinrich (type Wemco). Tableaux montrant les résultats obtenus.

IND. I 62

Fiche n. 66.569

**P. CAMMACK et A. BALINT.** On stream ash in coal monitoring for profit. *Analyse en continu des*

*cendres dans le charbon.* — **Society of Mining Engineers AIME**, 1976, décembre. Vol 260, 6 p., 9 fig., 1 tabl. **Transactions.**

Quand du charbon est irradié par des rayons X émis par un isotope de plutonium 238, la radiation absorbée par des éléments de nombre atomique faible (carbone et hydrogène) est plus basse que celle absorbée par des éléments de nombre atomique élevé (silicium, aluminium, fer) qui forment les cendres du charbon. Les différences sont reproductibles et rapidement mesurables. On décrit comment cette technique est utilisée pour déterminer la teneur en cendres des charbons et pour obtenir la précision optimum des mesures. Comment utiliser les signaux de sortie et exemple d'un circuit de contrôle. Avantages de la mesure instantanée des cendres.

### J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 10

Fiche n. 66.630

**X.** Who will move the coal? *Qui transportera le charbon?* — **Mining Engineering**, 1977, octobre, n° 10. Vol. 29, p. 49/50, 2 fig.

Analyse économique-financière du transport par pipelines du charbon de l'Ouest des USA et implications économiques, financières et socio-politiques de ce mode de transport du charbon sur le transport traditionnel par chemin de fer. Comparaison au point de vue environnement entre les 2 transports.

### K. CARBONISATION

IND. K 118

Fiche n. 66.620

**J.G. MUNSON, W.L. McHENRY et Coll.** Das Vorerhitzen von Koks kohle zur Erzeugung eines besseren Hochofenkokes. *Le préchauffage du charbon à coke pour la fabrication d'un meilleur coke de haut fourneau.* — **Glückauf**, 1977, 20 octobre, p. 987/993, 8 fig., 2 tabl.

L'usine de Gary de l'United States Steel Corporation, en utilisant le préchauffage du coke, avait comme but d'obtenir un coke à haute résistance, en partant de charbons de qualités moyennes tout en réduisant les frais d'investissements et d'exploitation et, en plus, arriver à réduire les émissions de gaz. Caractéristiques mécaniques de la nouvelle batterie à coke. Le procédé « Precarbon » pour le préchauffage du charbon. Expérience d'exploitation où l'on a obtenu un coke à haute résistance et influence de celui-ci sur la capacité de production du haut fourneau ; le problème d'émission de gaz n'a pas



encore été résolu. En conclusion, quoiqu'une évaluation économique réelle de ce procédé « Precarbon » ne soit pas encore possible, la Steel Corporation en prévoit l'utilisation pour les nouvelles cokeries. Biblio. : 3 réf.

### Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. Q 1100 Fiche n. 66.565

**D. EZRA.** U.K. coal stands ready to face the 21st century challenge. *Le charbon du Royaume-Uni est prêt à affronter le 21ème siècle.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 52/53, 1 fig.

Après quelques considérations sur l'avenir du charbon en tant que source primaire d'énergie, sur les réserves mondiales de charbon, sur le rôle du pétrole et du gaz naturel, l'auteur examine l'avenir de l'industrie du charbon qui contribuera à l'indépendance énergétique du Royaume-Uni. Programme de prospection du NCB et projets de construction de nouvelles mines. Recherches technologiques pour minimiser les coûts de production et maintenir ainsi la compétitivité du charbon et recherches concernant l'utilisation du charbon et notamment la combustion de celui-ci pour en améliorer le rendement.

IND. Q 1100 Fiche n. 66.566

**K.H. BUND.** Federal Republic of Germany looks to the future. *La République Fédérale d'Allemagne envisage l'avenir.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 55.

En RFA, tous les producteurs d'énergie ont actuellement des surcapacités de production et de fournitures, suite à la situation économique défavorable. L'industrie charbonnière est particulièrement marquée par cette situation et en plus par la crise sévissant dans l'industrie sidérurgique. Examen à moyen et à long terme de l'avenir du charbon qui, avec l'énergie nucléaire, sera la pierre angulaire de l'approvisionnement en énergie de la RFA. On peut donc prévoir un renouveau important de l'industrie du charbon.

IND. Q 1100 Fiche n. 66.613

**H.B. GIESEL.** Vor einem neuen Kohlezeitalter? *A la veille d'une nouvelle ère pour le charbon?* — **Glückauf**, 1977, 6 octobre, p. 963/972, 8 fig.

Les tendances du marché mondial de l'énergie : pétrole, gaz naturel, nouvelles sources d'énergie, énergie nucléaire, charbon. La demande d'énergie dans le monde et plus particulièrement en RFA, con-

cernant les centrales électriques, l'industrie de l'acier et les autres utilisateurs. Les conséquences pour l'industrie charbonnière allemande : nécessité de garantir les capacités nationales, ce que lui permettent ses réserves importantes et ses charbonnages modernes ; à plus long terme, demande élevée en charbons importés. Biblio. : 11 réf.

IND. Q 1100 Fiche n. 66.687

**R. CYPRES.** Les problèmes de l'énergie et le rapport de la Commission des Sages. — **Revue de l'Institut Belge de Science Politique**, 1977, n° 2, Vol. XIX, p. 323/344, 4 tabl.

Le rapport de la « Commission des Sages » a examiné le problème des applications de l'énergie nucléaire et l'auteur apporte, en complément à cette étude, quelques éléments nouveaux touchant un autre aspect de l'avenir énergétique de la Belgique, à savoir la place du charbon et de la carbochimie. Après avoir rappelé que toute société industrielle est totalement dépendante de sa production d'énergie, examen des sources d'énergie et ressources en matières premières énergétiques. Les réserves de charbon en Belgique et dans le monde sont très grandes et en l'an 2000, seulement 2 % de ces réserves seront consommées. L'emploi du charbon belge ou importé pour la production d'électricité implique d'étudier le développement d'une carbochimie moderne qui fournira des combustibles synthétiques remplaçant le pétrole et le gaz naturel dont 87,2 et 72,5 % des réserves disponibles seront consommées en l'an 2000. Intérêt du méthanol en remplacement de l'essence et de la gazéification souterraine du charbon qui permettra l'exploitation des couches profondes et des couches trop minces non exploitables par les méthodes traditionnelles. Contribution de la gazéification souterraine aux problèmes d'énergie.

IND. Q 1101 Fiche n. 66.614

**C.D. STORRAR.** South African mine valuation. *L'évaluation des exploitations minières sud-africaines.* — **Chamber of Mines of South Africa. Johannesburg**, 1977, 472 p. Nomb. fig. et tabl.

Le but de l'évaluation d'une exploitation minière, où les risques sont toujours plus élevés que dans n'importe quelle autre entreprise, est l'estimation détaillée de tous les facteurs qui permettent de juger s'il est possible ou non d'obtenir une rémunération intéressante des capitaux investis. L'évaluation minière est liée étroitement aux conditions économiques du moment et l'auteur expose les principes de base qui sont immuables. Les problèmes concernant l'exploitation de l'or sont très largement discutés, car

ce métal intervient pour 50 % dans les ventes totales des produits miniers d'Afrique du Sud. La qualité et la quantité du minerai à exploiter et à valoriser sont des facteurs très importants pour l'estimation de la valeur d'un gisement, aussi la réalisation des sondages, la prise d'échantillons, l'interprétation des sondages, la teneur du minerai, le tonnage à exploiter sont largement discutés et des exemples sont présentés. On traite également du calcul des réserves, de la durée de vie des exploitations, des problèmes juridiques concernant le droit minier et de la part de l'Etat sur les bénéficiaires. Cet ouvrage intéresse aussi bien les ingénieurs des mines que les administrateurs de sociétés prêts à s'aventurer dans l'exploitation minière en Afrique du Sud. Biblio. : nombr. réf.

IND. Q 1140                      Fiche n. 66.672

**H. KUNDEL.** Die Strebtechnik im deutschen Steinkohlenbergbau im Jahre 1976. *La technique en taille dans les charbonnages allemands en 1976.* — **Glückauf**, 1977, 17 novembre, p. 1078/1086, 9 fig., 8 tabl.

Augmentation en 1976 de la production moyenne et du rendement dans les tailles dans les charbonnages de la RFA, grâce à l'utilisation plus grande des abatteuses-chargeuses à tambour, au détriment du rabot, et à l'amélioration des possibilités de production des installations. Utilisation des transports à raclette à double chaîne centrale. 85 % de la production proviennent des tailles utilisant le soutènement marchant. Le foudroyage est pratiqué dans 93 % des tailles, mais regain d'intérêt pour le remblayage pneumatique. Le taux d'utilisation des installations n'a pratiquement pas changé par rapport à l'année précédente. Nombreux tableaux statistiques et graphiques sur l'évolution de la production, les techniques d'abattage, sur les 10 meilleures tailles dans diverses ouvertures, le soutènement... Quelques renseignements sur la recherche. Biblio. : 30 réf.

IND. Q 1153                      Fiche n. 66.563

**X.** Review of the Soviet deep mine and open pit coal industry. *Revue de l'industrie du charbon en URSS.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 42/43, 1 fig., 2 tabl.

En 1976, la production totale de charbon (y compris le lignite) en URSS a été de 712 Mio.t, soit 1,5 % de plus qu'en 1975. Répartition de la production par bassin. La production de charbon provenant des exploitations à ciel ouvert s'est élevée à 232 Mio.t et représente 32,6 % de la production totale, contre 32,2 % en 1975. Répartition de la production

de charbon et du lignite, ainsi que de la production de charbon provenant des mines souterraines et à ciel ouvert. Quelques données sur le traitement du charbon, les conditions de travail des mineurs, la répartition géographique des bassins houillers et l'avenir du charbon. L'expansion de l'industrie du charbon en URSS n'a pas été sans problèmes : présentation de ceux-ci et solutions apportées.

IND. Q 1154                      Fiche n. 66.564

**X.** More Polish coal-mines needed. *Pour une production plus élevée de charbon, en Pologne, de nouvelles mines sont nécessaires.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 50.

L'économie polonaise est dépendante, pour une grande part de l'exploitation, de ses grandes réserves de charbon qui nécessiteront l'ouverture de nouvelles mines et la modernisation des mines existantes. En 1980, la production de charbon devrait atteindre les 210 Mio.t et celle de lignite 40 Mio.t. Si en 1975, la part du charbon pour la production de l'énergie électrique était de 94 %, en se basant sur les prévisions de consommation d'énergie électrique, elle ne sera plus, en 1985, que de 65 %. Entre 1980 et 1990, il y a un risque de baisse de la production de charbon : comment y remédier, considérations sur les nouveaux investissements à réaliser et coûts de ceux-ci.

IND. Q 121                      Fiche n. 66.602

**W. TILMAN.** Le lignite : l'exploitation à ciel ouvert atteint un nouvel ordre de grandeur. — **Industrie Minérale**, 1977, novembre, n° 11, p. 537/542, Vol. 59.

La production de lignite, dans les pays de la Communauté, est passée de 128,7 Mio.t en 1975 à 139,6 Mio.t en 1976. Cette production est absorbée presque exclusivement par les centrales thermiques. L'auteur examine le cas des pays producteurs de la Communauté : France, Italie et principalement Allemagne Fédérale où le lignite fournit 10 % de la consommation d'énergie primaire et où l'on a mis en service des roues-pelles d'une capacité de 200.000 t/jour. On étudie également les productions des pays suivants : Autriche, Grèce, Espagne, Yougoslavie et Turquie. Résumé de la Revue.

IND. Q 124                      Fiche n. 66.600

**X.** La station sous-marine expérimentale de Grondin Nord-Est. — **Industrie Minérale**, 1977, novembre, n° 11, p. 517/524, 11 fig., Vol. 59.

Il s'agit d'étudier et de mettre au point une solution d'avenir pour l'exploitation des gisements en eau profonde. On a mis en place et testé une tête de puits, entièrement sous-marine et automatisée, sur le gisement gabonais de Grondin, situé en mer calme et peu profonde (60 m). Cet article décrit les travaux de mise en place, les appareillages nouveaux qui ont été nécessaires, les systèmes de télécommande expérimentés. Résumé de la Revue.

IND. Q 130

Fiche n. 66.638

**J. PFEUTER.** Montanwirtschaftliche Entwicklungen und ihre Auswirkungen auf den Eisenerzbergbau der Bundesrepublik Deutschland. *Evolution en économie minière et ses conséquences sur l'exploitation du minerai de fer en République Fédérale d'Allemagne.* — **Glückauf**, 1977, 3 novembre, n° 21, p. 1027/1035, 3 fig.

Prévisions 1957 de la production nationale du minerai de fer. Evolution en économie minière durant les 20 dernières années et évolution de l'exploitation du minerai de fer d'outre-mer. Avantages des minerais riches d'outre-mer en matière de prix et en traitement métallurgique. Conséquences en découlant pour l'exploitation du minerai de fer national : concentration par fermetures de mines, modifications des méthodes d'exploitation pour améliorer la rentabilité des mines, essais d'agglomération pour valoriser les fines, agglomération en briquettes, production de loupes, frittage et pelletisation. Mise en valeur du minerai de fer d'outre-mer par la préparation et la pelletisation. Evolution et changements dans l'industrie sidérurgique mondiale. Perspectives pour les exploitations de fer encore en activité. Biblio. : 10 réf.

IND. Q 130

Fiche n. 66.662

**D. ALTHAUS, T. BAACK et Coll.** Lead : Material with a future. *Le plomb : un matériau d'avenir.* — **Metallgesellschaft AG. Edition 20**, 1977, 119 p., 80 fig., 25 tabl.

Cet ouvrage sur le plomb devrait être considéré comme une contribution à une synthèse des connaissances actuelles sur ce métal. L'image du plomb. Développement de l'industrie internationale du plomb. Changements dans la structure du marché du plomb. Points de vue de l'acheteur et du fournisseur. Revue de l'évolution de la fonderie de la Metallgesellschaft AG. Avenir de la récupération du plomb et problèmes d'environnement. Considérations sur la localisation et la structure des fonderies. Recherches sur le plomb à la Metallgesellschaft AG. Le plomb dans la technologie moderne. Changements intervenus dans l'utilisation des sous-produits du plomb. Le

plomb et la tradition. Utilisation des composés du plomb dans la technologie moderne des plastiques. Influence du plomb sur l'organisme humain. Renseignements statistiques divers : production du monde occidental, réserves mondiales de plomb, capacités de production des différents pays, importations et exportations de plomb, consommation de plomb en 1974, 1975 et 1976, marché des produits dérivés du plomb, critères pour l'établissement d'une fonderie... Biblio. : 132 réf.

IND. Q 134

Fiche n. 66.554

**J.G. GEORGE.** Silver in Canada in international perspective. *L'argent au Canada dans une perspective internationale.* — **CIM Bulletin**, 1977, octobre, n° 786, p. 74/80, 5 fig., 4 tabl.

Brève revue de l'industrie de l'argent au Canada. Répartition des sources de production — carte montrant les principales mines canadiennes. Pour la période 1966-1975, diminution continue de la teneur en argent des gisements. L'examen de la production et de la consommation mondiale et canadienne d'argent montre qu'au cours des 10 prochaines années, la production augmentera peu et qu'il y aura un déficit entre consommation et production et que le prix de l'argent sera à la hausse. Biblio. : 17 réf.

IND. Q 2

Fiche n. 66.561

**G. MARKON.** World coal trade. *Commerce mondial du charbon.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 35/39, 1 fig., 1 tabl.

Le commerce mondial du charbon s'est élevé en 1976 à 190.057.000 t, soit 2,3 % de moins qu'en 1975. Les pays exportateurs et importateurs : situation en 1976 et comparaison avec les années 1960, 1972, 1973, 1974 et 1975. Quelques renseignements concernant les principaux pays exportateurs (USA, Pologne, Australie, URSS, RFA, Canada, Afrique du Sud) et importateurs (Japon, France, Canada, Italie, URSS et Belgique-Luxembourg).

IND. Q 2

Fiche n. 66.562

**X.** World coal resources and production. *Réserves et production mondiales de charbon.* — **World Coal**, 1977, novembre, n° 11, p. 40, 1 tabl.

Tableau donnant par continent et par pays la production 1976 de charbon de rang élevé y compris l'antracite et les réserves de ces charbons, plus les réserves des charbons de rang peu élevé comme le lignite, la tourbe... La production mondiale de charbon (lignite, tourbe... exclus) s'est élevée en

1976 à 2461 Mio.t ; les réserves mondiales économiquement récupérables s'élèvent à 476.280 Mio.t.

IND. Q 2 Fiche n. 66.601

**D. ALTHAUS et T. BAACK.** Le marché du plomb et du zinc en 1976. — **Industrie Minérale**, 1977, novembre, n° 11, p. 529/535, 6 fig., 5 tabl.

Nombreux renseignements statistiques sur la production minière, la production métallurgique, la consommation de plomb et de zinc dans le Monde Ouest, et spécialement dans la Communauté Européenne. Etude de l'évolution du marché, très lié pour le plomb, à l'évolution de l'industrie automobile et à l'introduction de techniques nouvelles (par exemple, accus, essence au plomb, tétraéthyle). Les prix, leur évolution probable. Résumé de la Revue.

IND. Q 2 Fiche n. 66.670

**J. CAMERON.** World uranium resources. *Les réserves mondiales d'uranium.* — **Berg- und Hüttenmännische Monatshefte**, 1977, juin, p. 219/232, 8 fig., 8 tabl.

Définition de l'uranium, histoire de sa découverte et quelques notions de géologie. Les principaux gisements d'uranium du monde occidental. Historique de l'industrie de l'uranium et sa position dans l'industrie minière. Les besoins futurs en uranium, prévisions de consommation jusqu'en l'an 2000. Les réserves d'uranium, d'après le prix : certaines, probables, possibles. Production. La tendance actuelle des prix. Activités d'exploration. Situation à long terme des réserves d'uranium. Rôle de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (IAEA) concernant les réserves d'uranium. Conclusion : il y a une forte probabilité pour que des réserves suffisantes d'uranium (jusque 30 \$ par livre d' $U_3O_8$ ) existent dans le monde, mais le problème est de savoir où et quand elles pourront être mises en valeur. Biblio. : 8 réf.

IND. Q 30 Fiche n. 66.668

**G.B. FETTWEIS.** Beiträge der Bergbauwissenschaften zur Lösung der Rohstoffprobleme. *Contribution de l'art de l'exploitation des mines à la solution du problème des matières premières.* — **Berg- und Hüttenmännische Monatshefte**, 1977, avril, p. 111/121, 5 fig.

Caractéristiques des matières premières minérales. Les problèmes les plus importants concernant les matières premières. Les mines en tant que systèmes dans l'industrie minière. Définition et tâches principales de l'exploitation minière. Possibilités pour résoudre les problèmes : mise au point d'une théorie — étude de l'économie minière ; instruction — but des études, transfert technologiques, articles spécialisés ; recherches — prospection, exploration, production, gestion des mines. Structure de l'ingénierie et de la recherche dans le domaine de l'exploitation des gisements. Conclusion. Biblio. : 33 réf.

IND. Q 30 Fiche n. 66.677

**B. FREUDENFELD.** Wachstum — Energie — Rohstoffe und ihre Rolle für die Wirtschaft. *Croissance — Energie — Matières premières et leurs rôles pour l'économie.* — **Glückauf**, 1977, 1<sup>er</sup> décembre, p. 1123/1127.

Conférence présentée à la session de l'exploitation minière bavaroise, à Bad Reichenhall, le 6 octobre 1977. L'auteur étudie successivement : la menace d'une disponibilité limitée des ressources essentielles ; le potentiel de crise politique en rapport avec les ressources existantes ; les facteurs rationnels et irrationnels concernant le développement de l'énergie nucléaire ; l'explosion de la prise de conscience concernant l'environnement ; les possibilités réduites des pouvoirs politiques concernant le contrôle des processus technico-économiques.

## Bibliographie

**Time- and Strata-bound ore deposits.** — Gisements métallifères liés aux strates et au temps. Éditeurs : DD. Klemm, H.J. Schneider, 1977, 444 p., 160 fig., 29 tabl. Berlin-Heidelberg-New York : Springer-Verlag. Prix 86 DM, 43 \$ US.

Le problème de la formation des gisements métallifères a été très débattu au cours de la dernière décennie. Suite aux résultats prestigieux de la prospection minérale moderne et de la recherche géophysique dans le monde, la relation entre l'histoire géologique complexe de la croûte terrestre et le développement des provinces métallogéniques a reçu beaucoup d'attention. En voyant l'histoire de la terre à la lumière de cette relation, on peut maintenant reconnaître des époques métallogéniques qui nous renseignent sur l'existence d'enrichissements minéralisés liés à l'espace temps. La connaissance de ces processus métallogéniques a commencé à partir d'observations simples et les interprétations de celles-ci étaient considérées, au début, comme hérétiques car elles allaient à l'encontre de toutes les théories de l'époque sur l'origine des gîtes métallifères. Albert Maucher, avant et après la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale, a été un des représentants de ces idées nouvelles et il a soutenu la théorie des gisements métallifères stratiformes liés aux strates sédimentaires ou non, ce qui lui a permis notamment de découvrir en 1967 le grand gisement de Sheclite de Felbertal dans les Alpes autrichiennes. La base scientifique de ce succès a été le concept génétique des formations Sb-Hg-W liées aux strates et à l'espace temps. Le titre du présent ouvrage reflète le travail scientifique d'Albert Maucher; on présente de nombreux exemples de formations métallifères liées aux strates et à l'espace temps dans différentes ères et zones géologiques. De plus les auteurs indiquent les relations mutuelles entre physico-chimie, géochimie, pétrologie, observations géologiques et géophysiques et tectoniques des plaques.

E.F. KORZINSKI. — **Instrumentation in the Mining and Metallurgy Industries.** — *Les appareillages de contrôle dans les industries minières et métallurgiques.* — Edité par E.F. Korzinski, Fisher and

Porter Co. Instrument Society of America, Pittsburgh, Pennsylvania. 1977, Vol. 5, 168 p., nombreuses figures et tabl. Prix 13,40 £.

Compte rendu de la sixième conférence internationale annuelle de la section minière et métallurgique de Instrument Society of America, qui s'est tenue à Salt Lake City, Utah (USA) du 2 au 4 novembre 1977. Le thème de cette conférence a été : « Les progrès récents en pyro- et en hydrométallurgie et la place des appareillages de contrôle ». A ce symposium 1977, les leaders internationaux en matière d'appareillages de contrôle utilisés en pyro- et hydrométallurgie étaient présents. Les conférences données à ce congrès international et réunies dans cet ouvrage signalent les progrès les plus récents réalisés dans les techniques de contrôle et de surveillance et dont les différents appareillages sont actuellement disponibles pour l'industrie métallurgique. Différents cas concrets d'utilisation et d'applications de ces techniques de contrôle et de surveillance sont présentés, notamment en hydrométallurgie de l'uranium, dans différentes installations de fonderie de cuivre, dans une installation électrolytique de zinc, dans une installation de traitement du minerai de bauxite par le procédé Bayer. Les différentes sessions ont été consacrées à l'hydrométallurgie, à la métallurgie du cuivre, du zinc, de l'aluminium et du nickel.

**Mémento des mines et carrières.** — Régie Publicité Industrielle, 36, rue du Fer-à-Moulin, 75000 Paris.

L'Edition 1978 de cet aide-mémoire technique de l'exploitant de mines et de carrières apporte les principaux renseignements suivants :

I. Mémento administratif : organigrammes simplifiés des Charbonnages de France, Mines de fer, de phosphate, d'uranium, de potasse.

II. Mémento des fournisseurs : noms, adresses et classement par fabrication de constructeurs des matériels utilisés.

III. Mémento technique : description et utilisation du matériel, statistiques sur son emploi dans les exploitations minières et carrières.

- Recherches et sondages : équipements dans le sondage d'exploration et nouveaux textes sur la recherche de l'uranium, les diagraphies différées et instantanées.
- Travaux préparatoires et abattage et nouveaux textes sur les mineurs continus, l'abattage à l'explosif (plans de tir, abattage en carrière, stockage), marteaux perforateurs.
- Extraction, câbles, machines, treuils.
- Chargement et transport : les différents matériels, leur choix et leur utilisation selon le travail à effectuer.
- Soutènement, technique d'injection à ancrages ponctuels, boulonnage, etc.
- Remblayage pneumatique, hydraulique.
- Aérage, son calcul, les ventilateurs, la ventilation des chantiers.
- Exhaure, installation, automatisation.

- Sécurité et protection individuelle.
- Préparation mécanique : concasseurs, broyeurs, cribleurs, traitement des sables, lavage, échantillonnage.
- Energie : la technologie des compresseurs, l'électrification des exploitations.
- Télécommunications : capteurs, détecteurs, transmission des informations, automatisation, télévigilés, télécontrôles, radio.
- Exploitations à ciel ouvert : méthodes d'exploitation, choix et utilisation du matériel de foration, chargement, transport. Pneumatiques utilisés, pelles hydrauliques, chaînes de manutention, de manutention, de charge.
- Transmissions hydrauliques, utilisation, choix des lubrifiants.

IV. Mémento économique : production, rendement, importations, exportations.

Soit un ouvrage de 560 pages qui sera proposé au prix de : F. 150, — + TVA = F. 176,40 + Port.