

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

Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven : Jaarverslag 1976. — G. MORTELMANS : Le Groupe Devillien : Cambrien ou Précambrien ? — INIEX : Revue de la littérature technique.

MARS 1977

Mensuel — N° 3 — Maandelijks

MAART 1977

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
SAHUT-CONREUR & C^{IE}

B. P. N° 27 - 59590 RAISMES

TÉL. 46.90.44 + - TÉLEX CONREUR-RAISMES 11847 F

Installations complètes

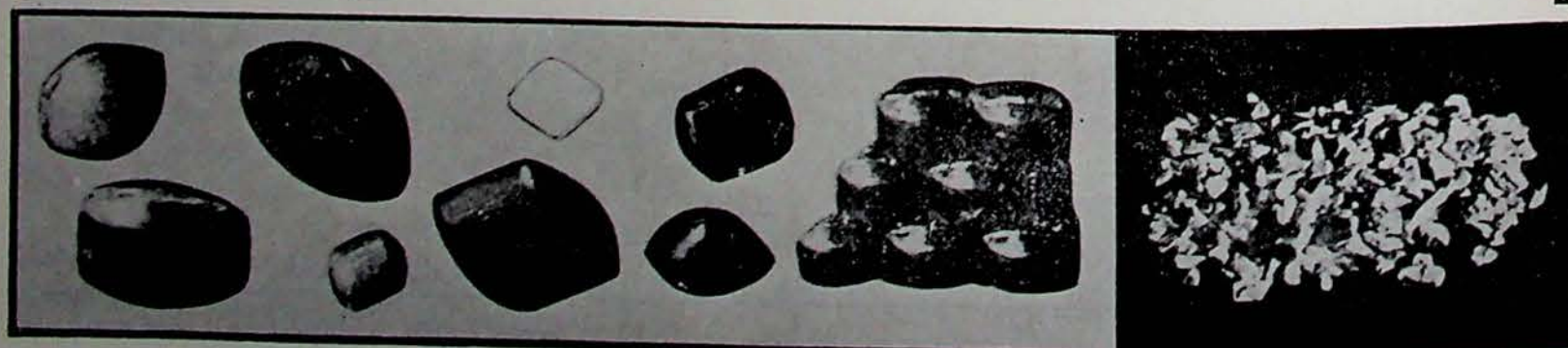
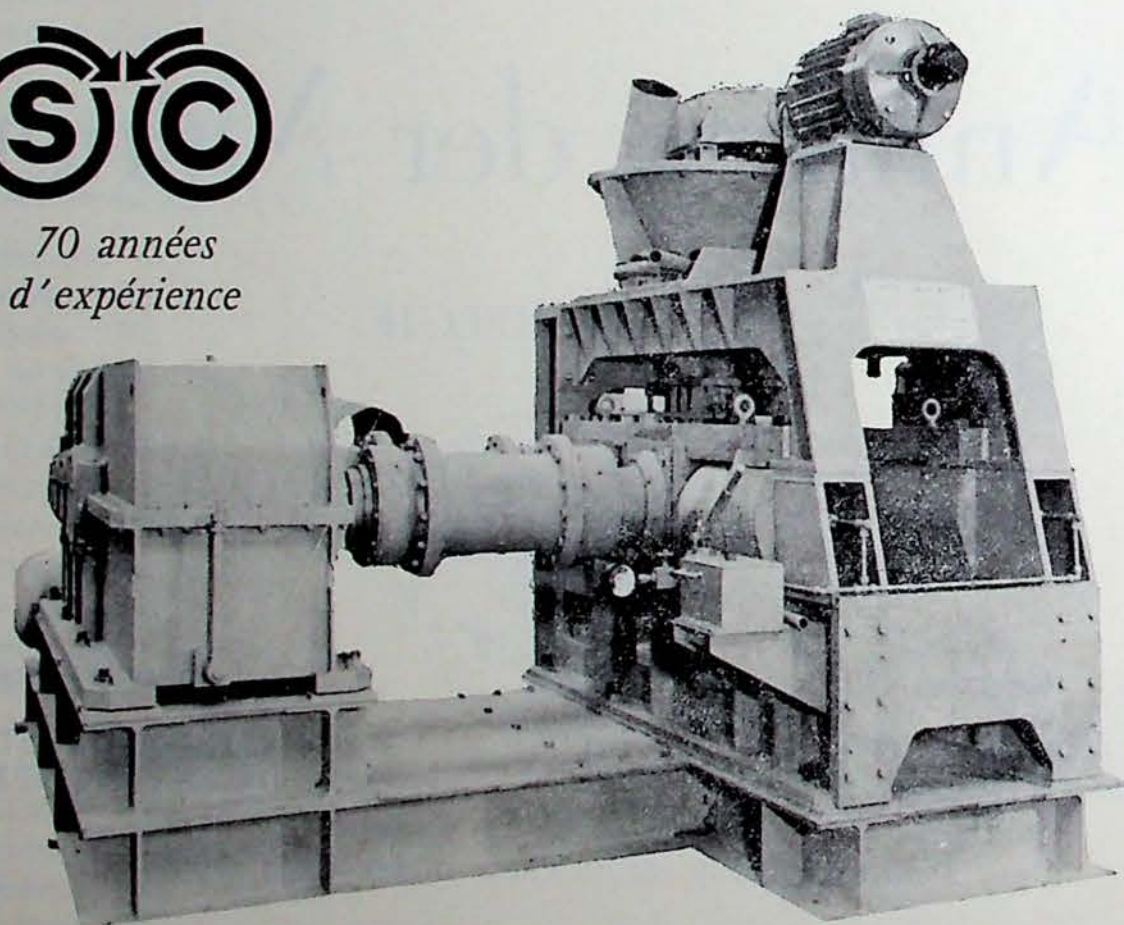
- Usines d'**AGGLOMÉRATION**
- Usines de **COMPACTAGE**
- Usines de **GRANULATION**

Presses à roues tangentes pour toutes productions à basse, moyenne et haute pression pour tous produits

SÉCHEURS - MÉLANGEURS - CRIBLES VIBREURS - MANUTENTION
USINAGE DES MÉTAUX PAR ELECTRO-CHIMIE (PUISSANCE 500 KVA)



*70 années
d'expérience*



Agents et Représentants dans de nombreux pays: ALLEMAGNE - ANGLETERRE - HOLLANDE - ESPAGNE - POLOGNE
RUSSIE - IRAN - AUSTRALIE - AFRIQUE DU SUD, etc...

CATALOGUES SUR DEMANDE

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

n° 3 — mars 1977

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

nr. 3 — maart 1977

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

Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven : Jaarverslag 1976*	229
G. MORTELMANS : Le Groupe Devillien : Cambrien ou Précambrien ?	309
INIEX : Revue de la littérature technique	335

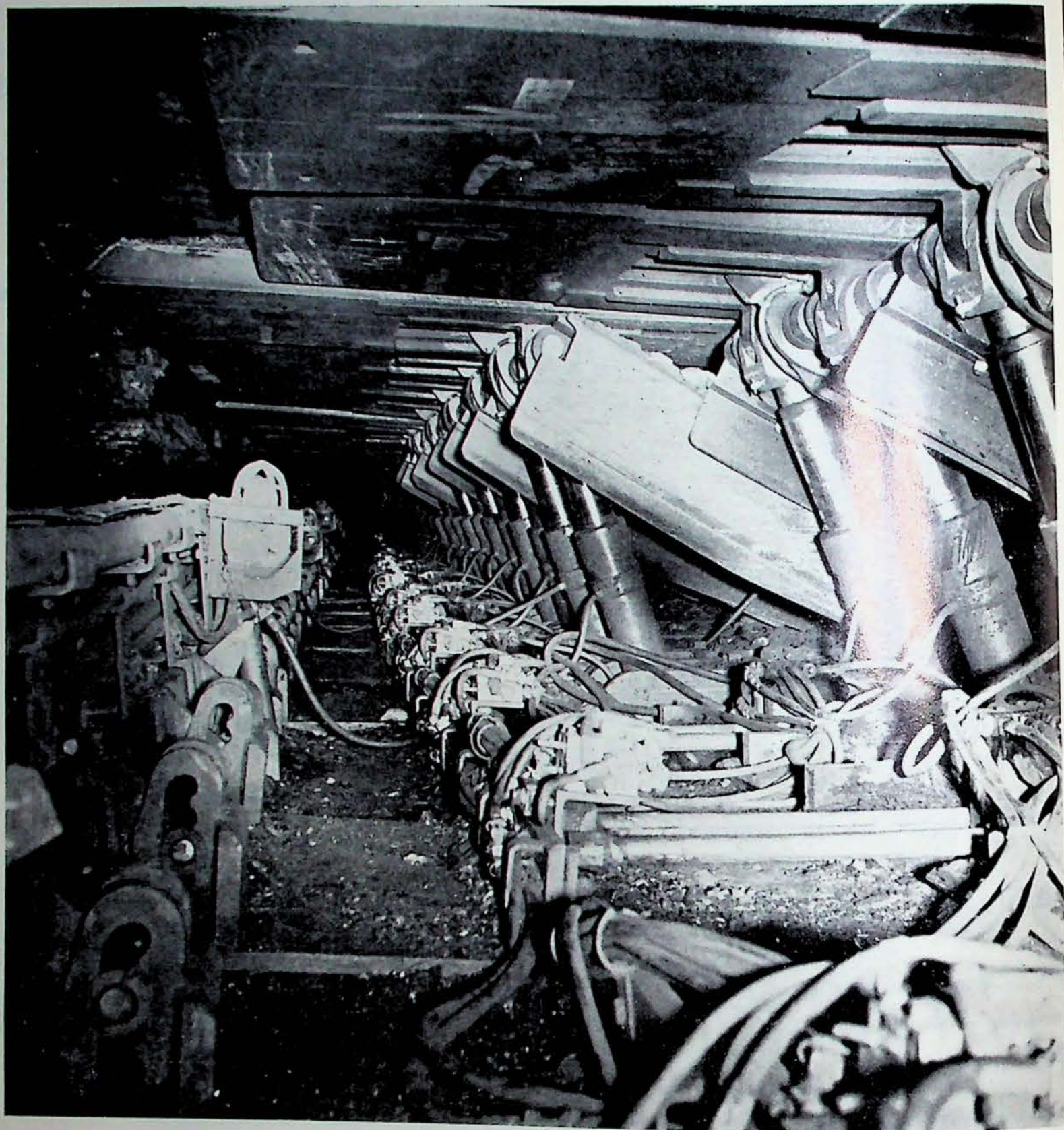
* Le texte français du rapport sur les activités de l'INIEX en 1976 paraîtra dans le numéro d'avril 1977.

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/1977/0168

Wettelijk Depot : D/1977/0168



le SCHILD Hemscheidt

Un soutènement moderne
sûr – rationnel – robuste

Av. Hamoir 74 – 1180 Bruxelles S.A.



N.V. Tél. (02) 374 58 40 Telex 24008

**Nationaal Instituut
voor de Extractiebedrijven**

Jaarverslag 1976

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

A. AFDELING LUIK

Departement Mijnen en Groeven : P. STASSEN
Sektie Voortplanting van Elektromagnetische Golven : R. LIEGEOIS
Sektie Galerijen en Schachten : H. van DUYSE
Departement Laboratoria : 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 : G. NENQUIN

Maatschappelijke zetel :

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

Afdeling Pâturages :

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 1976

VOORZITTER :

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

ONDERVOORZITTERS :

de hh. L. LYCOPS, Directeur-generaal van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, Houthalen.
R. PAQUET, 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, Divisiedirecteur der Mijnen, Hasselt.
O. de CROMBRUGGHE, Hoogleraar aan de Katholieke Universiteit van Leuven, Leuven.
E. DE RYCK, Kabinetschef van de Minister van Sociale Voorzorg, Brussel.
P. EVRARD, Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, Luik.
M. FORET, Adviseur-Kabinetssecretaris van de Staatssecretaris voor Waalse Streekeconomie, Brussel.
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, Divisiedirecteur 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 FINANCIËN :

de h. M. VALENTIN, Inspecteur-generaal van Financiën, Brussel.

inleiding

De studies welke de ontwikkeling van een nieuw ondergronds vergassingsprocédé onder hoge druk voorafgaan werden tijdens gans 1976 actief voortgezet.

De Aardkundige Dienst van België en de Geologische Dienst van de Kempense Mijnen stelden een verslag voor over de streken die door ondergrondse vergassing kunnen worden ontgonnen.

De economische mogelijkheden tot industriële valorisatie van de gewonnen energie werden binnen een werkgroep berekend die bestond uit vertegenwoordigers van gas- en elektriciteitsnijverheden, technologische onderzoekcentra (CRIF, NIEB en LABORELEC) en verschillende universiteitsfaculteiten.

Vanuit de ondergrondse werken van de Kempense steenkolenmijnen werden twee proeven « in situ » ondernomen om de mogelijkheden te bestuderen van een verbinding tussen twee parallelle boringen op 80 m afstand in een onontgonnen afzetting.

In het station van het NIEB vonden vergassingsproeven met lucht plaats bij drukken van 4 tot 28 bar en in de laboratoria van de Université Catholique de Louvain werd een studieprogramma aangevat van de vlamstabiliteit van onder hoge druk verbrande arme gassen.

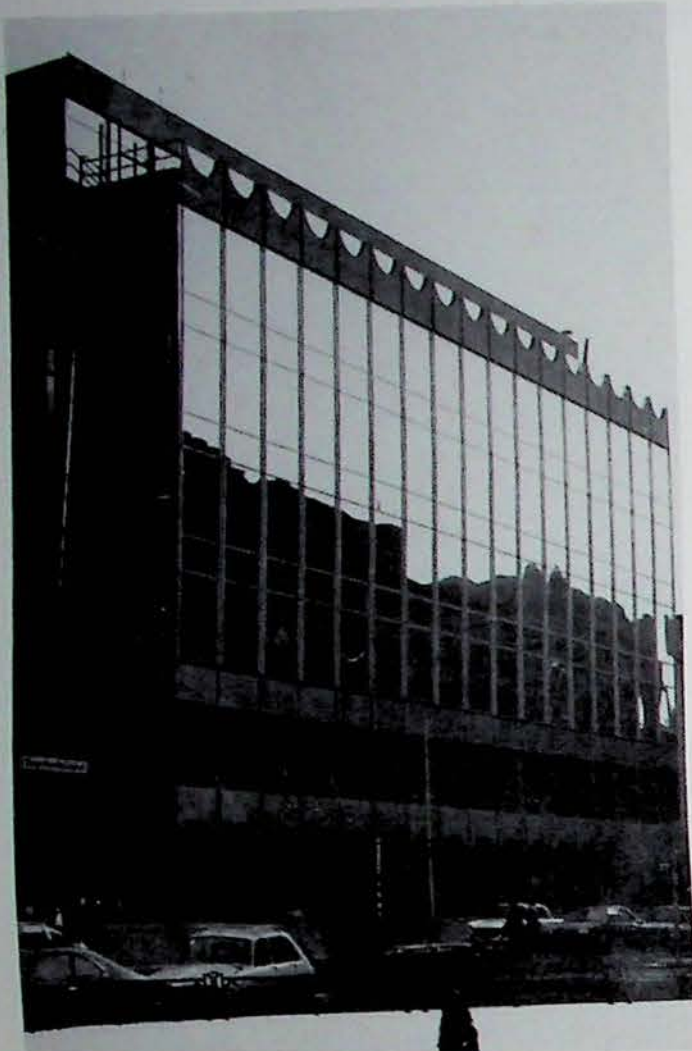
Er vonden talrijke contacten plaats tussen de Belgische vorsers en de Duitse, Franse en Britse onderzoekcentra. Deze internationale samenwerking concretiseerde zich op 1 oktober 1976 door de ondertekening van een overeenkomst tussen de regering van het Koninkrijk België en de regering van de Bondsrepubliek Duitsland voor de gemeenschappelijke verwezenlijking van een onderzoekprogramma dat kan leiden tot industriële toepassingen van methodes voor ondergrondse vergassing van steenkool en ligniet.

De totstandbrenging van de eerste vergassingsproefneming op werkelijke schaal in situ bevindt zich nog in het ontwerpstadium, maar tijdens 1977 zou een beslissing ter zake kunnen worden genomen.

De navorsingen van het NIEB in het meer klassieke domein van de mijnontginning bleven financiële steun van de Europese Gemeenschappen genieten.

Deze bedrijvigheden blijven gericht op drie hoofdthema's :

- de verbetering van de delf- en ondersteuningstechnieken van schachten, mijngangen en galerijen door het gebruik van nieuwe machines en door de beproeving van nieuwe verstevigingsmethodes voor de gesteenten en nieuwe ondersteuningstypes;



- de beheersing van de luchtverversing en de mijngasuitwasemingen;
- de ontwikkeling van afstandsbedienings- en telecommunicatiesystemen in de ondergrond.

Tijdens het tweede semester van 1976 ving een methodische prospectie aan van de steenberg van de oude steenkoolmijnen uit het zuiden van het land. Deze op initiatief van het Staatssecretariaat voor Waalse Streekeconomie aangevatte prospectie kan tijdens de komende drie jaren worden voortgezet.

Gebruik makend van de in de mijnen verworven ervaring werd de sectie van het NIEB welke gespecialiseerd is inzake ondergrondse telecommunicaties door het Ministerie van Openbare Werken belast met het ontwerpen en totstandbrengen van een prototype-installatie voor telecommunicaties tussen voertuigen en stadsnetten in de verkeerstunnels gelegen in het begin van de Louizalaan te Brussel.

Buiten het steenkooldomein bleven de NIEB-werkzaamheden zich verder ontwikkelen in drie hoofdrichtingen :

- de studie van de veiligheid ten opzichte van brand- en ontploffingsgevaar;
- de milieuproblemen en de controle op de luchtverontreiniging;
- de ontginning van groeven en de valorisatie van hun produkten.

In het domein van de veiligheid is de afdeling Pâturages zeer actief gebleven inzake de controle van de springstoffen, het nazicht van ontploffingsvaste elektrische toestellen en de aanneming van transportbanden bestemd voor ondergrondse mijnwerken. Op de afdeling Luik blijft het laboratorium voor de controle op de reactie van materialen t.o.v. vuur zijn uitrusting ontwikkelen en het aantal aanvragen voor proeven komende van de kunststofverwerkende nijverheid neemt bestendig toe.

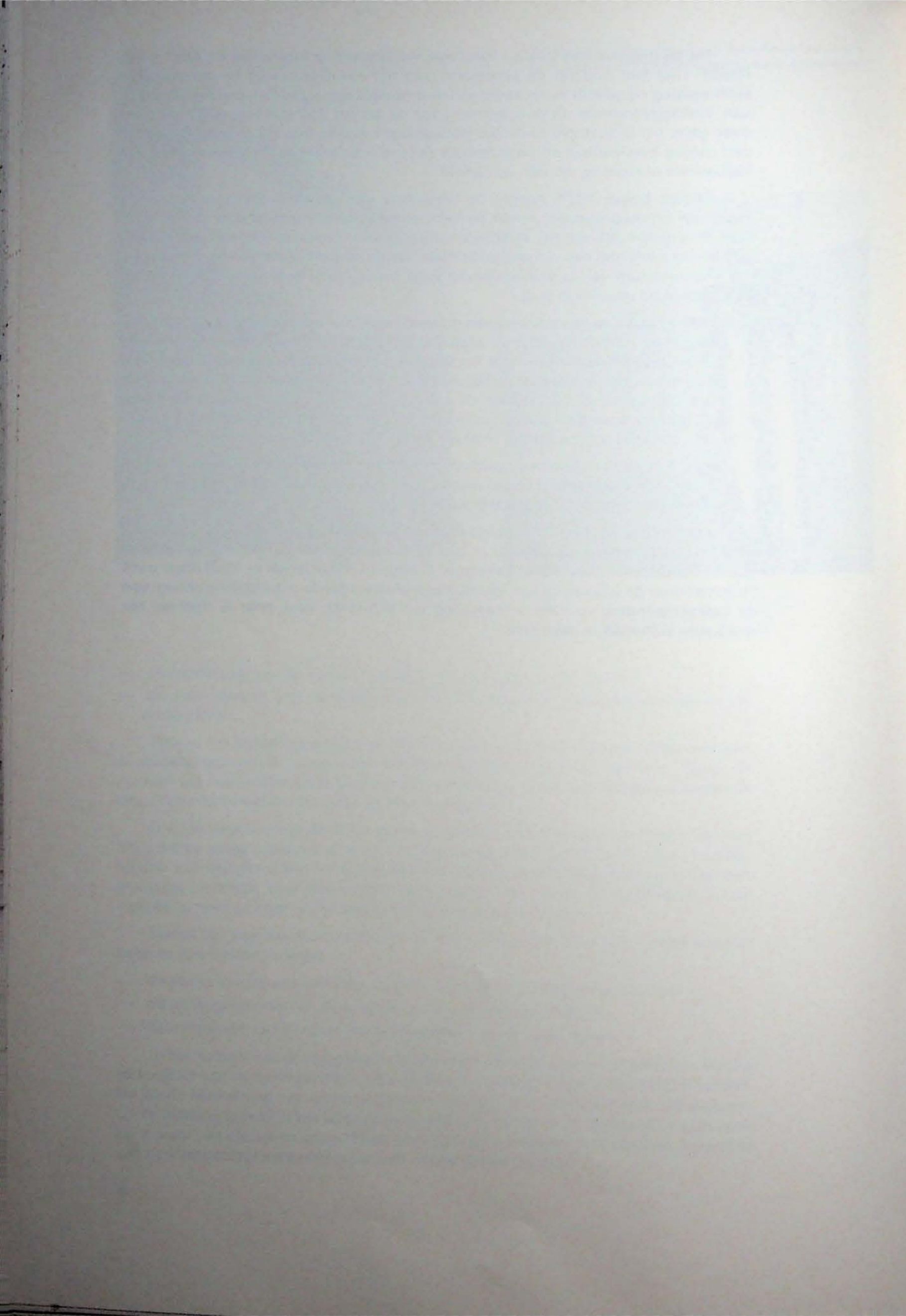
De laboratoria van Luik en Pâturages werkten verder samen met de ADEC en de IEGSP met het oog op de ontginning van het controlenet voor de atmosferische stofneerslag opgericht in het kader van de overeenkomst afgesloten met het Ministerie van Volksgezondheid. Door ontginning van dit net dat 350 stations omvat, verdeeld over gans het industriële zuidelijke landsgedeelte, tussen Doornik en Lanaye, konden een massa kwalitatieve en kwantitatieve gegevens betreffende de verontreiniging van industriële oorsprong worden verzameld.

Sedert begin 1976 nemen de laboratoria van het NIEB deel aan een nieuw nationaal studieprogramma over de luchtverontreiniging ingericht door de Diensten voor Programmatie van het Wetenschapsbeleid, waarbij het laboratorium van Pâturages belast werd met een vergelijkende studie van de controletoeestellen voor emissies en het laboratorium van Luik aangewezen werd om een inventaris op te maken van de emissies in de streek van Luik.

Op het stuk van de valorisatie van groeveprodukten werd de produktietechniek van bouwkundige elementen door de assemblage van hardsteenonderdelen, ontwikkeld door het Onderzoekcentrum voor bouwkunde en stedenbouwkunde, de Dienst voor nijverheidsbevordering en het NIEB, in het kader van een door de Groupement de Relance Economique des Vallées de l'Ourthe et de l'Amblève gepatroneerd studieprogramma, voor het eerst op grote schaal toegepast ter gelegenheid van de montage van de gevel van de nieuwe zetel van de Bank Brussel Lambert te Luik.

De in het vlak van harsbeton ondernomen studies van het NIEB liepen eveneens uit op nieuwe industriële toepassingen met de installatie van een produktiewerkplaats van gegoten elementen van « plastic marmer » bij Luik.

Het NIEB werkte verder mee aan de metingen van de grondtrillingen veroorzaakt door massaschietwerk in groeven en zijn samenwerking met de Vereniging van Belgische Producenten van Kalk, Kalksteen, Dolomiet en Aanverwante Produkten werd concreet door de uitwerking van een studieprogramma dat de ontwikkeling beoogt van de kalkaanwending voor de ontzwaveling van industriële rook door te trachten het residuaire sulfietslik te valoriseren.



Afdeling Luik

1. Sektie « Mijnen en groeven »

1.1. GALERIJEN EN SCHACHTEN

1.1.1. Steengangen

1.1.1.1. Cirkelvormige steengangen met bekleding in panelen van gewapend beton

De navorsingen om de weerstand van panelen van gewapend beton te verhogen werden dit jaar voortgezet.

De laatste proeven hadden vooral de vergelijking tot doel van verschillende assemblagetypes en -wijzen van paneelwapeningen. Zo maakten deze proeven het mogelijk de volgende problemen te onderzoeken.

a) Bevestigingswijze van de beugels aan de langsstaven

De beugels kunnen aan de langsstaven worden bevestigd door stroppen, ofwel door ze te lassen.

Een bevestiging met stroppen heeft de volgende voordelen :

- bestaan van een zeker spel tussen de beugel en de staaf ;
- betere mogelijkheid om de ijzerdraad, die de beugel vormt, rond de langsstaven te onttollen ;
- in het geval van een rond de staaf gewikkelde beugel, is de treksterkte van de knoop die van het staal dat de beugel vormt, terwijl in het geval van

lassing de knoopsterkte afhankelijk is van de laststerkte (die groter moet zijn of gelijk aan een derde van de breeksterkte van de draad die de beugel vormt).

De breeksterkte van een 64 cm brede, in Beringen vervaardigde ring met gewikkelde wapeningen is 30 % groter dan die van een ring van panelen met gelaste wapeningen.

In het geval van in Zolder vervaardigde panelen bedroeg het verschil in sterkte ten gunste van de gewikkelde beugels slechts 9,6 %, maar er moet worden vermeld dat de gebruikte draden voor de gewikkelde beugels van zacht staal waren.

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

In het geval van twee ringen gevormd door panelen met een zelfde aantal langsstaven, maar waar het aantal verbindingsbeugels tussen binnen- en buitenzijde 50 belooft voor de panelen van de ene, en 110 voor de panelen van de andere, is de sterkte van de ring met het grootste aantal beugels 30 % groter dan die van de andere ring.

c) Toename van het aantal langsstaven

Daar het aantal langsstaven met 12 mm diameter van de gebruikte panelen tot nog toe 2×4 bedroeg (4 aan de binnenzijde en 4 aan de buitenzijde), werd

besloten proeven te doen met een groter aantal langsstaven, nl. 2×6 en 2×8 .

Indien verondersteld wordt dat de sterkte van de ring (beton Zolder) met 2×4 langsstaven en 50 verbindingsbeugels 100 bedraagt, verkrijgt men :

- een sterkte van 112 voor 2×6 langsstaven en 64 verbindingsbeugels (beton Zolder) ;
- een sterkte van 132 voor 2×8 langsstaven en 144 verbindingsbeugels (beton Beringen, waarvan de druksterkte 10 tot 20 % kleiner is dan die van het beton van Zolder).

Het is waarschijnlijk dat de sterkte-toename met een groter aantal langsstaven vooral te danken is aan een groter aantal verbindingsbeugels tussen de staven van binnen- en buitenzijde.

Naar aanleiding van deze gunstige proeven werd besloten :

- de panelen te wapenen met 2×8 langsstaven ;
- het aantal verbindingsbeugels tussen binnen- en buitenzijde te verhogen ;
- de lassingen te verbeteren.

d) *Girec-proef met sterk verstevigde wapening*

De wapeningen van de Girec-panelen werden ontworpen en uitgewerkt door deskundigen van de firma's Girec en Astrobel, met een aanzienlijke versteviging van het aantal beugels die door stroppen aan de langsstaven bevestigd zijn, en met metalen platen die aan de uiteinden doorboord zijn.

De met dit type ringen verkregen breeksterkte is zelfs iets kleiner dan die verkregen met de gewone ringen. Deze betrekkelijk lagere sterkte is misschien deels te wijten aan het feit dat alle gebruikte staven van zacht staal waren.

e) *Dikte van de panelen : 20, 25 en 30 cm*

Er werden weerstandsproeven uitgevoerd op ringen met 20, 25 en 30 cm dikte die allen in Beringen vervaardigd waren.

Indien aan de sterkte van de 20 cm dikke ring een waarde van 100 wordt toegekend :

- bedraagt de sterkte van de 25 cm dikke ring 195 ;
- bedraagt de sterkte van de 30 cm dikke ring 198.

Er moet worden vermeld dat de 30 cm dikke ringen reeds een vorige proef ondergingen en dat de afstand tussen de verbindingsbeugels 159 mm bedroeg i.p.v. 100 mm in het geval van 25 cm dikke panelen (het aantal langsstaven bedroeg 2×6 in het geval van panelen van 30 cm en 2×4 in het geval van 25 cm dikke panelen).

Naar aanleiding van deze gunstige proeven werd besloten de mogelijkheid te bestuderen om 25 cm dikke en 64 cm brede panelen te verplaatsen en aan te brengen in de ondergrond.

Om 25 en 30 cm dikke panelen in hun zwaartepunt te kunnen grijpen en verplaatsen is het nodig een holte aan te brengen in het midden van de paneelbinnenkant ; deze holten moeten 2,7 tot 3 cm diep zijn in het geval van 25 cm dikke panelen (dit betekent in totaal, en zeer plaatselijk, slechts een vermindering met enkele % van de paneelsectie). Tijdens een van de proeven op 25 cm dikke panelen werd de ring ongeveer 10° gedraaid ten opzichte van de toepassingspunten van de belastingen opdat de holte samenvalt met een van de twee plaatsen (symmetrisch t.o.v. de belastingas) waar de breuk zich gewoonlijk voordoet. De eerste scheur kwam inderdaad daar voor, maar de breuk vond plaats in het symmetrisch punt waar er geen holte was.

Door het gebruik van zuignappen voor de verplaatsing en de opstelling van de panelen vóór de steengangen zouden deze holten echter achterwege kunnen worden gelaten. De foto van figuur 1 toont de aanbrengring van een paneel dat als bekleding gebruikt wordt voor spoorwegtunnels in Frankrijk. Op de zetel Zolder werd onlangs een toestel met zuignappen in bedrijf gesteld voor de verplaatsing van panelen op de bovengrond.



Fig. 1. — Plaatsingsmachine voor panelen van gewapend beton die gebruikt worden als bekleding voor spoorwegtunnels in Frankrijk. Het verplaatsen van de panelen gebeurt door vacuümwerkende zuignappen.

f) *Breedte van de panelen : 32 of 64 cm*

Indien men de paneeldikte wil doen toenemen zonder het gewicht te verhogen is het steeds mogelijk de breedte te verminderen. Het leek ons dus opportuun enkele weerstandsproeven uit te voeren op gelijkaardige cilinders waarvan de ene gevormd zijn

door een enkele ring van 64 cm breedte en de andere door twee boven elkaar geplaatste ringen van elk 32 cm breedte.

Hoewel de sterkte van de ene ring 17 % hoger lag dan die van de twee boven elkaar geplaatste ringen, moet worden vermeld dat de twee boven elkaar geplaatste niet juist dezelfde diameter hadden (een verschil van ongeveer 1 cm in diameter), zodat de belasting zich niet met de helft verdeelde over elke ring, zoals de lezing van de in het beton van de twee ringen ontwikkelde spanningen trouwens aangeeft.

g) *Panelen met cellen*

Steeds met het doel de dikte van de panelen te verhogen zonder het gewicht te doen toenemen, werden proeven uitgevoerd op een ring gevormd door panelen, doorboord met een reeks cellen over de ganse breedte van elk paneel.

De sterkte van deze ring lag iets lager dan die van de gewone ringen.

h) *Wapeningen bestaande uit staven met grote diameter van ductiel gietijzer of staal*

In het verslag van 1975 hebben wij de resultaten gegeven van de eerste beloftevolle proeven die werden uitgevoerd op panelen waarvan de door Pont-à-Mousson vervaardigde wapening bestond uit 4 staven van ductiel gietijzer met een diameter gelijk aan 52 mm, die met hun uiteinden vastgemaakt zijn in houders welke aangebracht zijn in eveneens ductiel gietijzeren « kappen ». De sterkte van deze ringen overtrof die van de gewone ringen met 45 %.

Na dit succes werd besloten proeven uit te voeren op panelen met iets dikkere staven die dichter bij de binnen- en buitenrand werden geplaatst. De eerste proeven op deze nieuwe panelen waren niet bevredigend wegens een slechte uitvoering van de wapeningen. Binnenkort zullen nieuwe proeven plaatsvinden.

Een andere proef werd uitgevoerd op gelijkaardige panelen, maar waarvan de staven (geleverd door de Société Conduites d'Eau van Luik) van staal zijn. De sterkte van deze ring overtrof nauwelijks de sterkte van een gewone ring. Deze lagere sterkte blijkt te wijten te zijn aan een slechte adhesie tussen de gladde metalen staven en het beton (wat niet het geval is met de staven van ductiel gietijzer die ruw waren).

i) *In de kappen ingebouwde tussenstukken*

Om het aanbrengen van de tussenstukken te kunnen afschaffen bij het plaatsen van de panelen in de ondergrondse werkplaatsen, heeft men gedacht ze in de bodem van de kappen te zetten vóór het betonneren. De wapening was die welke gewoonlijk gebruikt wordt met langstaven van 12 mm en beugels van 6 mm diameter.

De tijdens deze proeven verkregen sterkte lag nogal laag. Deze lagere sterkte is te wijten aan het feit dat door de opstelling van de tussenstukken (er waren 2 tussenstukken van 33 mm dikte bij de 5 dichtingen van een ring) ten opzichte van de toegepaste belasting, deze aan de ene kant meer stuiken dan aan de andere zodat de spanningen die door het beton op de randen van de kappen worden overgebracht zeer hoog zijn en hoger liggen dan de voor deze ductiel gietijzeren kappen toelaatbare spanningen.

Deze laatste proef schijnt dit te bevestigen : hierbij werd de ring 180° gedraaid (de as van de belasting ligt dan in het midden van het kleine paneel), zodat het stuiken van de tussenstukken vrijwel hetzelfde was aan de buiten- en aan de binnenkant. De breeksterkte bedroeg in dit geval 380 t, wat zeer hoog is.

j) *Dikte van de tussenstukken*

Tot nog toe hebben wij geen rekening gehouden met de dikte van de stukken die bij de verschillende, hier beschreven proeven tussen de panelen werden geplaatst.

Er dient te worden aan herinnerd dat bij bijna alle proeven waar de andere factoren gelijk zijn, een ring met een dun tussenstuk een iets hogere sterkte bezit dan met een dikker tussenstuk. Dit is echter alleen geldig als de belasting wordt toegepast op één vierde van de omtrek waarbij de as van de belasting door het midden van een groot paneel gaat.

Het is daarentegen waarschijnlijk dat, als de belasting op een volledige ring wordt toegepast, met dus alleen maar drukspanningen op het beton, een ring met dikke tussenstukken een hogere sterkte heeft dan bij een dunner tussenstuk (vooral als de belasting langzaam gebeurt), wegens een grotere elasticiteit van de ring.

k) *Geplande proeven*

Er is een nieuwe reeks proeven gepland met het doel de sterkte van het paneelbeton te vergroten :

- gebruik van harsbeton met epoxyde (opgelegd beton), met polyester en met polyester bedekt met glasvezels, waardoor de breeksterkte van het beton nog iets kan worden verhoogd en vooral de treksterkte 2 tot 3 maal groter kan maken ;
- aanbrengen van metaalvezels van 6 cm lengte en met 0,50 tot 0,60 mm diameter wat de treksterkte van het beton zou moeten verhogen.

1.1.1.2. *Boren van mijngaten*

De tijdens de tweede helft van 1975 aangevatte proeven met de drie jumbo's werden begin dit jaar voortgezet.

Wij herhalen de types van de beproefde jumbo's :

- jumbo Tamrock met 2 glijarmen en volledig pneumatische boring ;

- jumbo Sig met 2 glijarmen en gedeeltelijk pneumatische en gedeeltelijk hydraulische boring ;
- jumbo Montabert met 1 glijarm en volledig hydraulische boring.

Naar aanleiding van de verkregen resultaten werd besloten :

- de jumbo Montabert te kopen die op de zetel Beringen in bedrijf werd gesteld voor het delven van neerhouwen ;
- de jumbo's Sig en Tamrock terug naar hun fabriek te zenden.

Anderzijds werd besloten een lichte jumbo Meudon met 2 glijarmen en volledige snelslagboring te beproeven. Deze jumbo werd in bedrijf gesteld op de zetel Eisdan voor het delven van ronde steengangen. De boorhamers van deze jumbo zijn betrekkelijk licht (gewicht 45 kg).

Deze op het einde van de maand november in bedrijf gestelde jumbo was tot nog toe bevredigend. De boorduur voor een volledige snede van 3 m bedraagt 85 minuten (zonder rekening te houden met de verplaatsing van de jumbo) ; het aantal mijnen schommelt van 50 tot 60 en hun diameter bedraagt 42 of 44 mm.

1.1.1.3. *Laden van de stenen*

Het laden van de stenen vormt nog steeds de belangrijkste rem op de gewenste toename van de delfsnelheid voor steengangen in panelen.

Dit jaar werden er verschillende bezoeken afgelegd om toestellen met groot laadvermogen aan het werk te zien, zoals de laders Salzgitter HL 500 en HL 600, alsook de speciale steenlaadtreinen van de firma Salzgitter.

1.1.2. GALERIJEN IN DE LAAG

1.1.2.1. *Gemechaniseerd delven van richtgalerijen*

De puntinbraakmachine PK 9, herzien en verbeterd in de Rheinstahlfabriek, is teruggekeerd op de zetel Winterslag nadat ze werd voorgesteld op de tentoonstelling van mijnmaterieel te Düsseldorf.

Deze machine werd in bedrijf gesteld in richtgalerijen die in dezelfde laag (70) werden gedolven als de vorige, door dezelfde machine gedolven richtgalerijen. Net als in de vorige proeven is er geen gemechaniseerde winning mogelijk door de zeer hoge hardheid van de gesteentelagen in het dak van de laag ; de vloergesteenten daarentegen bevatten ijzerspaatknollen die het snijwerk niet vergemakkelijken.

Niettegenstaande de aanwezigheid van deze knollen dolf de machine regelmatig 9 tot 12 m per dag in 3 diensten, met een personeel van 3 man aan het front per dienst ; de in oktober en november verwezenlijkte gemiddelde vooruitgang bedroeg 9,95 m/werkdag van de machine. De ondersteuning bestaat uit T.H.-ramen (doorsnede der opbraak : 13,5 m²).

Bij de aanvang van de delving was de machine uitgerust met een Hoy-trommel, maar wegens een te groot verbruik van messen werd deze kop vervangen door een oorspronkelijke trommel die gewijzigd werd door de Britse firma Hall and Pickles ; sedertdien is het verbruik aan messen sterk afgenomen.

De stofbestrijding wordt verkregen dank zij een Russische stofafscheider die langsheen een galerijwand wordt aangebracht aan het uiteinde van een reeks zuigkokers, zoals op het einde van de vorige proef.

De op de galerijvloer, achter de machine geloste stenen worden meegenomen door een kreeftenschaarlader van het type 2 PN B2.

1.1.2.2. *Gemechaniseerd delven van winningsgalerijen met behulp van gesteentebrekters*

Op de zetel Eisdan werd een Salzgitter-toestel, gemonteerd op wandelend onderstel en voorzien van een gesteentebreker Krupp HM 600, beproefd voor de delving van koggalerijen. Dit toestel kan worden uitgerust met een tweede arm, voorzien van een zijdelingskippende laadbak om de lading van de stenen mogelijk te maken.

a) Voor de eerste proef verkoos men de gesteentebanken van het galerijdak te versnijden volgens de rooilijn van het pijlerfront. Dit zou elk laadprobleem van de stenen uitschakelen daar ze rechtstreeks in de pijlertransporteur vallen.

De gesteentebreker bouwt de gesteenten af boven de steenkool die daarna zelf door de pijlerschaaf zal worden afgebouwd. Er deed zich geen enkel probleem voor bij het versnijden van de gesteentebanken bestaande uit halfharde leisteen (van 120 tot 700 kg/cm²m).

De zijdelingse helling van de laagvloer welke ongeveer 14° bedraagt, heeft soms aanleiding gegeven tot een afwaartse glijding t.o.v. de machine. Deze moeilijkheid is grotendeels opgelost door de vasthechting van twee zijvijzels die uitlopen op een sledebalk die steunt tegen de T.H.-ramen. Voor de derde proef is men van plan een bijkomende vijzel aan te brengen om het ideale niveau te kunnen regelen van de slededragers ten opzichte van de ramen.

De snelle temperatuurstijging van de olie heeft de aanwending van de gesteentebreker ook sterk beperkt ; de motor viel uit wanneer de olietemperatuur 59° bereikte. Deze temperatuur werd vlugger bereikt

dan in een gelijkaardige werkplaats in Duitsland, naar aanleiding van een verschillende grootte van de in Eidsen gebruikte motor ten opzichte van de motor waarmee de machine oorspronkelijk uitgerust was. Voor dit probleem werd een bevredigende oplossing gevonden en sedertdien viel de motor geen enkele keer meer uit wegens deze reden.

Er konden soms vooruitgangen van 2,25 m/dienst worden tot stand gebracht (versnijden van de dakgesteenten op een meter diepte in een uur), maar er moet worden vermeld dat de vooruitgang van de machine nauw verbonden is aan die van het pijlerfront. Tijdens de drie proefmaanden dolf de machine 102,50 m met een totaal personeel van 165 mandienst, wat een rendement oplevert van 62 cm/mandienst.

b) Voor de tweede proef werd de machine Salzgitter, voorzien van de zijdelingskippende laadbak, in bedrijf gesteld op een baanbraak op ongeveer 6 m achter het pijlerfront.

In deze werkplaats moest de gesteentebreker de gesteenten in het dak van de laag en een driehoek gesteenten in de vloer afbouwen om het galerijniveau goed horizontaal te maken. De ondersteuning van de galerij bestaat uit Moll-ramen die steunen op houtbokken.

Hoewel het versnijden geen enkel probleem stelde was dit niet het geval voor het laden van de stenen wegens de te aanzienlijke lengte van de nochtans telescopische draagarm: de machine voorzien van een wandelend onderstel moest een meter achteruit om de stenen te kunnen laden die voor de machine waren gevallen.

c) De machine zal opnieuw in dienst worden gesteld in een koptgalerij met afbouw van de dakgesteenten, eveneens in het verlengde van een pijlerfront. In tegenstelling met de eerste proef zal er nochtans geen hoge pijler zijn zodat de pantsertransporteur de ganse breedte van de koptgalerij niet bezet. In deze omstandigheden zal een gedeelte van de stenen moeten worden geladen met behulp van de op de tweede arm van de machine vastgehechte laadbak. De steenkool van de galerij aan de kant van de pijler zal worden afgebouwd door een kleine hulpschaaf.

1.1.3. *Gemechaniseerd delven van ophouwen*

De eerste door de zetel Zolder uitgewerkte machine voor het gemechaniseerd delven van ophouwen werd begin maart van dit jaar in bedrijf gesteld.

De eerste ophouw werd opwaarts gedolven in laag 71 waarvan de opening 1,35 m bedraagt, de helling 6° en de breedte 4,70 m belooft. De door de machine

versneden hoogte bedroeg 1,60 m, maar aangezien het laagdak nogal zacht is bereikte de werkelijke hoogte tussen het dak en de vloer ongeveer 2 meter.

Van 10 maart tot 9 april werd een lengte van 241,20 m gedolven in 39 diensten, wat een gemiddelde vooruitgang oplevert van 6,20 m/dienst. De werkplaats werd met 2 diensten/dag bezet.

Het volledige personeel omvat 11 man per windienst, waaronder 3 frontarbeiders.

Naar aanleiding van de gunstige gevolgen van deze eerste proef werd eveneens een dalende verkenningsgalerij mechanisch gedolven in dezelfde laag en de bereikte lengte bedroeg 280 m.

Tot aan het doorkruisen van een verstoorde zone waren de vooruitgangen gelijk aan die welke in de vorige ophouw verwezenlijkt waren ondanks een wat grotere moeilijkheid voor het laden van de stenen die zich vooraan opstapelen.

De verstoorde zone omvatte een verschuiving die de laag 3 m naar beneden verlegde. Gedurende enkele dagen moest de machine een front delven dat uitsluitend uit gesteenten bestond, wat de vooruitgang terugbracht op 0,80 m/dienst. Bovendien deden zich ook problemen voor bij het ophalen van de stenen.

Naar aanleiding van deze bevredigende proeven werd de machine op de bovengrond gebracht om enkele verbeteringen te ondergaan.

Daarna werd de machine begin december opnieuw in bedrijf gesteld om een nieuwe verkenningsgalerij te delven. De tijdens deze maand december verwezenlijkte vooruitgang bedroeg 150 m ondanks de zeer slechte kwaliteit van het dak dat over een hoogte van 80 cm instortte; de vloer daarentegen was te hard om door de machinetrommel te kunnen worden versneden.

De nadruk moet evenwel worden gelegd op het feit dat het verwezenlijken van vooruitgangen, die op sommige dagen meer dan 10 m per dienst bereikten tijdens de eerste inbedrijfstelling van de machine, een zeer mooie prestatie is. Deze mooie vooruitgang kon worden verkregen ondanks een slecht laagdak dat de arbeiders verplichtte aanvullende ondersteuning aan te brengen.

Momenteel wordt een reeks laboratoriumproeven uitgevoerd om de geomechanische eigenschappen te bepalen van de gesteentebanken die de nevengesteenten vormen van een verschillende lagen uit het Kempens bekken.

1.1.4. *Binnenschachten*

Wegens de wereldenergiebehoefte, neemt het Kempens bekken, dat nog beschikt over grote steen-

koolreserves van goede kwaliteit, opnieuw in belang toe. Dit impliceert de ontginning van nieuwe velden. Om ze te bereiken werd een belangrijk programma opgesteld van voorbereidende werken in het gesteente, waaronder het delven van een tiental en meer binnenschachten van 110 tot 140 m hoog.

Momenteel bestaan er krachtige mechanische middelen om binnenschachten te delven waarvan de lengte 200 meter overschrijdt (Wirth-machine bij voorbeeld) en waarvan de twee uiteinden van bij de aanvang van de werken toegankelijk zijn.

Tot nog toe werden de meeste binnenschachten van het Kempens bekken opwaarts gedreven door het feit dat ze over het algemeen een rechthoekige sectie hadden van 4 m × 2,70 m en dat ze vanaf het hoofdvervoerniveau werden gedolven naar de lucht-afvoerdieping.

Het in de werkplaatsen gebruikte materieel (gemechaniseerde ondersteuning, win- of galerijdrijf-machines) hebben steeds grotere afmetingen, en om ze snel ter plaatse te brengen zonder onnodige hantering, moet men beschikken over binnenschachten met grote sectie, om er ruime kooien en kokers met 1,20 m diameter in onder te brengen.

Wanneer de binnenschachten een sectie hebben van 4,18 × 4,22 m of 4,00 × 3,50 m wordt het moeilijk ze opwaarts te drijven, zelfs indien het onderste uiteinde toegankelijk is vóór de aanvang van de werken.

Bovendien liggen de te openen ontginningsvelden vaak onder het hoofdvervoerniveau, tussen 800 en 1.000 m diepte. Om deze twee redenen zullen de

meeste toekomstige binnenschachten neerwaarts moeten worden afgediept.

Ook de werkomstandigheden kunnen worden verbeterd wanneer de vooruitgangssnelheid van de neerwaarts gedolven binnenschachten kan worden verhoogd door :

- het gebruik van een zelfklimmende kooi, ter vergemakkelijking van de personeelsverplaatsingen en het vervoer van het materieel in de schacht ;
- aanpassing van een grijper voor het laden van de stenen vastgehecht onder de kooi of aan een schachtwand met afstandsbediening ;
- de uitwerking van een boorjumbo met verschillende glijarmen om gaten te boren tot 3 of 4 m diepte ;
- de wijziging van de bekleding door eventueel panelen van gewapend beton te nemen, wat het plaatsen van de ondersteuning zou vergemakkelijken ;
- de studie van een veiligheidsvloer aangepast aan de voorgestane mechanisatie.

Momenteel zijn er talrijke bezoeken en besprekingen aan de gang om het delven van binnenschachten in de Kempen te verbeteren.

Twee jaar geleden begon de zetel Zolder met het delven van een reeks binnenschachten met grote sectie (ongeveer 17,5 m² sectie). Het schachtdelven gebeurde neerwaarts met het boren van mijngaten door een Meudon-boorjumbo met boorhamers en glijarmen en met lading van de stenen door een grijper.

1.2. VOORZIEN EN BEHEERSEN VAN VERVORMINGEN IN DE MIJNBOUW

1.2.1. *Gedrag van een werkplaatsgalerij die vóór het pijlerfront gedolven was op de zetel Winterslag*

Het Steinkohlenbergbauverein heeft de convergenties gemeten in de werkplaatsgalerijen van 60 voorwaartse pijlers van het Ruhrgebied ; al deze galerijen werden ongeveer 25 m voor het pijlerfront gedolven daar de winning slechts aan een kant van deze galerijen plaatsvond. De ondersteuning van al deze galerijen bestond uit meegeevende ramen.

De grafiek van figuur 2 geeft in stippellijnen de kurven aan van de convergenties opgesteld in 7 galerijen van het Ruhrgebied die op 850 m diepte liggen en een laagopening hebben van 1,80 m ; de ordinaat geeft niet de werkelijke convergentie aan, maar het percentage van de gemeten nuttige hoogtedaling van de galerij.

De gemiddelde nuttige hoogtedaling van de galerij bedraagt 32 % op een afstand van 120 m achter de pijler. In dit cijfer is 70 % te wijten aan de zwellings en 30 % aan het zakken van het galerijdak.

Om deze kurven te kunnen vergelijken met die welke in de Kempen verkregen werden, hebben wij de convergenties gemeten en de daling van de nuttige hoogte in een eveneens vóór een voorwaartse pijler gedolven galerij op de zetel Winterslag (in laag 5B met een opening van ongeveer 1,35 m). De kurven SI en SII van figuur 2 werden regelmatig bepaald in twee meetsecties. Er wordt vastgesteld dat deze kurven gelegen zijn tussen de grenskurven van de 7 galerijen uit het Ruhrgebied. Het convergentiepercentage dat te wijten is aan het zwellen van de vloer bedraagt slechts ongeveer 26 % van de totale convergentie.

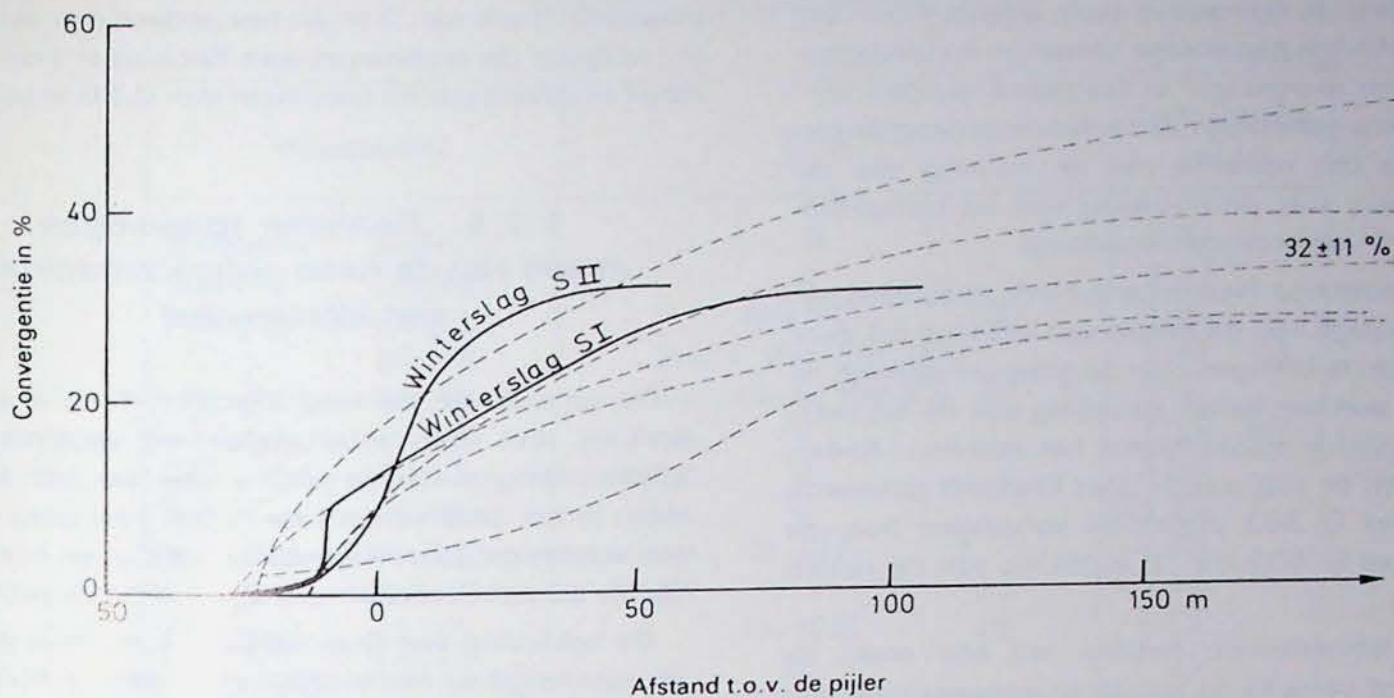


Fig. 2. — Convergentiecurven van werkplaatsgalerijen die vóór voorwaartse pijlers werden gedolven ; de ordinaat geeft niet de werkelijke convergentie aan, maar het dalingspercentage van de nuttige galerijhoogte.

De kurven in stippellijnen werden opgesteld in zeven galerijen in het Ruhrgebied, gelegen op een diepte van 850 m en met een laagopening van 1,80 m. De twee kurven in vette lijnen werden opgesteld op de zetel Winterslag in een galerij van laag 5B (opening van ongeveer 1,35 m).

1.2.2. *Onderhoud van galerijen die in verbinding staan met terugwaartse ontginningen*

Er werden nog enkele proeven uitgevoerd om het gedrag van de galerijen en de kwaliteit van de ondersteuning te verbeteren.

Zo kon op de zetel Beringen het gebruik van dammen bestaande uit synthetisch anhydriet, winningsgalerijen van terugwaartse pijlers openhouden tot 20 à 30 m achter de pijler, om ontspanningsgaten te boren die nodig zijn voor de bestrijding van de belasting van de werkplaatsen naar aanleiding van de waterdoorsijpelingen afkomstig van de deklagen.

1.2.3. *Probleem van steendammen langsheen voorwaartse pijlergalerijen*

Er werden enkele bezoeken afgelegd in Duitse steenkolenmijnen om er steendammen te bezichtigen bestaande uit lichte aggregaten en cement, kalksteen en cement, synthetisch anhydriet. Andere bezoeken werden afgelegd in Groot-Brittannië om er dammen te bezichtigen bestaande uit mechanisch aangebrachte galerijstenen en die daarna werden ingespoten met cement, alsook gepompte dammen gevormd door stenen of fijnkolen, cement en bentoniet.

Wegens de te hoge prijs van zowel natuurlijk als synthetisch anhydriet zijn momenteel een ganse reeks laboratoriumproeven aan de gang voor de samenstelling van steendammen gevormd door een mengsel van fijne kalksteen en overgesulfateerd cement dat op de zetel Zolder wordt geproduceerd.

Tijdens deze proeven worden de volgende factoren bestudeerd :

- verschillende korrelgrootteverdeling van de kalksteen 0-2, 0-5, 0-8, 0-16, 0-32, enz...
- percentage cement ten opzichte van kalksteen 1/3, 1/4, 1/5, 1/6
- belang van een fijnere korrelgrootteverdeling van het cement van Zolder
- toevoeging van diverse verharders.

1.2.4. *Verbetering van de ondersteuning door meegeevende T.H.-ramen*

De jongste jaren bracht de Duitse bouwer enkele verbeteringen aan aan de Toussaint-Heintzmannramen.

Zo zijn bijna alle (98 %) aan de Duitse steenkoolmijnen geleverde ramen van behandeld staal (prijsstijging met 10 % voor een buigsterktetoename met 30 %). Het percentage aan profielen van 36 kg/m neemt snel toe ten koste van het profiel van 29 kg/m, terwijl het profiel van 21 kg/m vrijwel niet meer gebruikt wordt.

Anderzijds is de raamsectie sterk toegenomen. Dit verklaart het hoge percentage ramen in 4 elementen (95 %) welke momenteel in Duitsland worden verkocht. In deze ramen zijn de verbindingsbeugels beter geschikt ten opzichte van de richting van de hoofdrukken, wat de inzinking van de elementen bevordert en vervormingen voorkomt.

De vennootschap Heintzmann heeft anderzijds het profiel gewijzigd van de ramen van het type 58 door een gleuf aan te brengen over de ganse lengte van de raamflens, wat een betere geleiding van de raamelementen mogelijk maakt tijdens het inzinken. Anderzijds werden de nog steeds door Cockerill geleverde assemblages G 303 inmiddels vervangen door de assemblages G 405 die de inzinking van de ramen verbeteren.

In het laboratorium hebben wij een reeks inzinkproeven verricht op rechte en boogvormige profielen van de types Cockerill « 58 », Bochum « 58 met gleuf » en Usinor, voorzien van verschillende assemblages : G 405, La Nave, Eisden en Usinor. Deze proeven tonen het belang aan van het geschikt aanspannen van de moeren van de beugels, vooral bij het begin van de inzinking, het nut van de behandeling van het staal van de ramen en de noodzaak om de uiteinden van de in contact komende raamelementen af te schuinen.

Wat de tot nog toe in de Belgische steenkolenmijnen gebruikte TH-ramen betreft moet er worden aan herinnerd dat hun vorm geen goede regelmatige inzinking van de elementen bevordert, zoals bleek uit de talrijke laboratoriumproeven van 12 jaar geleden. Het is inderdaad niet gemakkelijk twee elementen in mekaar te laten inzinken wanneer het ene een

buigstraal heeft van 3 m en het andere een van 1,80 m ; volgens de ingenieurs van Bochumer Eisenhütte mag het straalverschil niet meer dan 0,80 m belopen.

1.2.5. *Gemeten spanningen in een van de twee ophaalschachten van Waterschei*

Op verzoek van de zetel Waterschei en in samenwerking met deze zetel meten wij regelmatig de schommelingen van de spanningen die zich ontwikkelen in het staal van enkele kleine balkkijzers die als een verstevigingscorset rond de gietijzeren bekuiping van de schacht voorzien van skips werden geplaatst.

De bekleding van deze schacht is immers plaatse-lijk vernietigd op een diepte van ongeveer 157 m ter hoogte van een dikke kleibank.

De splijting van het gietijzer van de schachtbekuiping werd reeds sedert meer dan 15 jaar vastgesteld, maar sedert minder dan twee jaar kwamen meerdere stukken gietijzer van de bekleding los tijdens bezoeken van de schacht.

De holten werden onmiddellijk opgevuld met behulp van beton en daarna werd een metalen corset ter hoogte van de beschadigde bekuiping aangebracht. Dit corset bestaat uit horizontale en verticale kleine balkkijzers (24 in aantal).

Op verschillende van deze verticale balkkijzers werden rekstrookjes geplakt. Over het geheel wordt een trage vrijwel regelmatige toename vastgesteld in de gemeten spanningen. Twee strookjes geven thans spanningen aan van meer dan 12 kg/mm².

1.3. MIJNGAS EN LUCHTVERVERSING

1.3.1. *Beheersing van de mijngasuitstroming*

1.3.1.1. *Voorberekening van de uitstromingen*

De metingen van de gasconcentratie van de lagen werden voortgezet in de verschillende bestudeerde werkplaatsen (tabel I). De opmerkingen begeleiden de tabel.

Voorberekeningsmethodes

Er wordt overgegaan tot « a posteriori » ramingen, d.w.z. dat de einduitstroming gelijkgesteld wordt met een vergelijking tot een onbekende die de voorbere-

kening uitdrukt. De onbekende is de voor de voorberekening in aanmerking te nemen hoogte in het dak, indien men de volgende hypothesen maakt :

- 1^o) (Mijngas)concentratie van de zandsteen = 1 / 10 van die van steenkool. Het is misschien maar een berekeningshypothese maar zij werd bevestigd door enkele metingen in het buitenland op *grove* zandsteen (≈ 1 m³ mijngas/t, terwijl men voor de Kempense steenkool 8 tot 12 m³/t heeft). Zij leidt in elk geval tot aanvaardbare hoogten in het dak.
- 2^o) 50 m voor de dikte van de invloedzone in de vloer. In Frankrijk toonden metingen aan dat boven 50 m in de vloer een ontginning de gesteenten misschien nog ontlast, maar de lagen niet meer ontgast.

TABEL I — Concentratie metingen

Werkplaats		Zone	Concentratie (m ³ /t)
Beringen	62N ₁ P ₃	D	3,81
Eisden	04.36	V	5,27
Waterschei	E9.36	Dm ₁ (47) (a)	1,81
	B9.49	Deel V, deel Dm ₁ (55)	3,61 (b)
	S9.50	Dt ₁ (40) m ₂ (68,97) (c)	1,67
	F5.55	V.	1,29 (d)
	G9.55	V.	5,38
	L4.5B	V.	13,20
	K1.59	Dt ₁ (37)	4,68
	K.9.70	≈ V. (e)	10,42
Zolder	43/61	Dt ₁ (28) (f)	1,52
	62/71	D.	1,00

V = onontgonnen zone.

D = ontlaste zone.

Dt₁ (40) m₂ (68,97) = ontlaste zone door een ontginning in het dak (t) op 40 m en door 2 ontginningen in de vloer (m) op 68 en op 97 m.

(a) de laag in de vloer is laag 39.

(b) waarde in deel V. In andere pijlers in laag 49, in onontgonnen zone, bereikte de concentratie 3,7/6,02 en 9,24 m³/t. De concentratie verandert dus sterk van de ene afdeling tot de andere.

(c) laag 49 in het dak, lagen 55 en 5B in de vloer.

(d) zelfde vaststelling als in (b) : in deze afdeling op de grens van de zetel zijn de concentraties abnormaal laag in onontgonnen gebied ten opzichte van de andere afdelingen : 5,38 (G9.55 van de tabel) / 5,71 en 11,12 m³/t.

(e) onontgonnen geachte zone wegens de concentratiewaarde en de afstanden tot de andere ontgonnen lagen (op 53,67 en 98 m in het dak ; lagen 61,59 en 5B).

(f) laag 59. De ontgonnen laag (61) is gepreteleïnjecteerd.

De ontgassingsgraad varieert als volgt :

— van 0 tot 20 m in de vloer : 100 %

— op 50 m in de vloer : 0 %.

3°) De invloedzone in het dak omvat twee delen :

— een hoogte x (onbekende) met ontgassingsgraad = 100 %

— een hoogte d , boven de voorgaande, met ontgassingsgraad gaande lineair van 100 naar 0 %. Naar aanleiding van het nazicht van enkele pijlers kan in de praktijk worden aangenomen dat d een constante is (= 25 m bij overschatting).

Op de zetel Waterschei (onderzoek « Process control van de ventilatie ») werd de « a posteriori » methode toegepast op 6 pijlers welke een ruim genoeg gamma van uitstromingen vertonen (cf. tabel II die de resultaten verzamelt) : 5,7 tot 83,9 m³ CH₄/t, of 6,3 en 108,1 m³ CH₄/ontkoolde m².

De berekende x 'en beslaan zelf ook een breed domein : 13 tot 125,5 m.

Voor deze 6 pijlers werd de regressierechte berekend bestaande tussen :

— de in tabel II vermelde x die, herinneren wij eraan, de dikte aangeeft van de gesteenten in het dak die overeenstemt met de werkelijke uitstroming, indien wordt aangenomen dat de dikte in de vloer 50 m bedraagt,

— en Prév., de voorberekening voor de gemiddelde dikte (voor de 6 pijlers) van de dakgesteenten, d.i. 107 m.

Deze verhouding is nogal duidelijk : $x = 0,868$ Prév. + 23,13.

Zij zal moeten worden gewijzigd naar gelang van (voldoende) latere pijlergegevens ; op dat ogenblik hoopt men er werkelijke vooruitzichten uit te trekken. Ondertussen zal de berekeningsmethode waarschijnlijk opnieuw moeten worden aangepast.

N.B. : d stelt de dikte voor in het dak boven x meter ; zij is niet erg belangrijk en lag nooit hoger dan 25 m.

TABEL II — Voorberekeningen

Pijler	Uitstroming CH ₄		Zone	Ontginrichting	x	d
	m ³ /t	m ³ /m ²				
L4.49	74,3	92,3	V	1 / 2 Ra t	81	23,3
S6.50	73,8	89,7	V EL	ch	119,5	4,0
L3.61	83,9	135,9	V ₅₇	ch	121,0	7,1
S5.49	33,1	51,0	V EL	Ra t	70,0	19,9
S7.55	80,1	108,1	V EL	ch	125,5	7,8
E9.36	5,7	6,3	Dm ₁	ch	13,0	0

V₅₇ : 57 % van de ontkoolde oppervlakte bevinden zich in onontgonnen zone.

EL : met winning aan de zijde(n).

1 / 2 Ra t : half-terugwaarts op de koggalerij.

ch : voorwaarts.

1.3.1.2. Mijngasuitstroming in werkplaatsen

Tabel III vat de tijdens dit jaar berekende balansen samen ; die van Waterschei werden met de computer berekend.

De studie van de uitstromingsparameters werd in het vorige verslag gecommentarieerd. Wij hebben 3 punten grondiger bestudeerd :

1°) Specifieke uitstroming naar gelang van de vooruitgang / dag

$$Q = f(a)$$

Q = specifieke uitstroming (m³ CH₄ / t)
(maandgemiddelden)

a = vooruitgang (m / dag)
(maandgemiddelden).

Over het algemeen daalt Q wanneer a toeneemt in het bestudeerde domein (0,7 tot 4,3 m / dag) (fig. 3).

Om deze verhouding te bestuderen hebben wij periodes uitgekozen waarin de pijlerlengten niet met ± 10 % schommelden. Maar speelt de pijlerlengte wel een rol aangezien deze lengten zeer verschillend zijn (begrepen tussen 146 en 257 m) ?

a) Voor 6 van de pijlers die de strekking volgen, nemen de hoekcoëfficiënten van de regressierechten toe met de pijlerlengte (begrepen tussen 162 en 257 m).

b) Voor 3 pijlers neemt Q daarentegen toe met a. In deze gevallen oefent de pijlerlengte niet de minste invloed uit. In geen enkele pijler, zelfs niet in de kortste (146 m) werd het in de Provence gekende gewelfeffect vastgesteld.

2°) Mijngasuitstroming van het aantal rustdagen naar gelang van het aantal werkdagen : $i = f(n)$

$$i = Mch / Mjt \text{ met :}$$

Mch = aantal m³ gas in de luchtstroom tijdens de rustdagen van de maand, gedeeld door het aantal rustdagen van die maand.

Mjt = zelfde definitie voor de werkdagen.

n = aantal werkdagen van die maand.

Men stelde vast dat deze verhouding i :

— lichtjes toeneemt wanneer n toeneemt, vooral in de onafgezogen pijlers.

— meer dan 1 kan belopen zonder dat dit afhangt van n.

De dagelijkse uitwasemingen werden van 0 tot 24 h opgetekend.

Wij hebben nieuwe berekeningen gemaakt voor de 3 opmerkelijkste pijlers door de optekening met 6 h uit te stellen, om rekening te houden met het tijdsverschil tussen de ontkoling en de mijngasuitwaseming. Zo loopt het weekend van zaterdag 6 h tot maandag 6 h.

Voor de 3 pijlers (tabel IV) blijft de verhouding $i = A \times n + B$ stijgen en is zelfs versterkt.

3°) Afzuigingsgraad — ontkoolde oppervlakte (maandelijks).

De afzuigingsgraad is de verhouding van het afgezogen CH₄ tot de totale CH₄-uitstroming (verluchting + afzuiging).

De studie van de 6 afgezogen pijlers leverde geen statistische verhouding op tussen de afzuigingsgraad

TABEL III — Verkregen uitstromingen

Werkplaats	Zone	Afzuiging (C)	Uitstroming (m ³ /t)
<i>Beringen</i>			
62 N ₁ P ₃	D	—	36,1
62 N ₁ P ₅	V	—	56,9
<i>Eisden</i>			
04.36	V	C (1)	20,5
<i>Waterschei</i>			
E8.36	Dm ₁ (47) (2)	—	1,9
E8.36	Dm ₁ (47) (2)	—	4,7
B9.49	V en Dm ₁ (108) (3)	—	21,6
S9.50 (4)	Dt ₁ (40) m ₂ (68,97)	—	18,6
F4.55	V	—	7,3
F5.55	V	—	2,1
G9.55	V	C (5)	19,6
S7.55 (6)	≈ V (7)	C	72,1
L4.5B	V	C (8)	55,4
S2.5B	V	—	26,2
K1.59 (9)	Dt ₁ (38)	—	34,4
L3.61	V	C	60,0
K9.70	≈ V (10)	—	21,2(11)
<i>Zolder</i>			
43/61	Dt ₁ (28)	C	24,8
62/71 _A	D	—	1,4
72/71 _A	V	C	28,6

N.B. : De vetgedrukte getallen zijn balansen van beëindigde pijlers.

- (1) afzuiging sedert oktober (aangezet in januari)
 (2) laag 39
 (3) bovenste deel van de door laag 55 ontlaste pijler
 (4) laag 49 in het dak, lagen 55 en 5B in de vloer
 (5) afzuiging sedert half mei
 (6) stopgezet van 16 januari tot 7 april
 (7) onontgonnen indien men geen rekening houdt met de weinig waarschijnlijke invloed van laag 50 op 86 m in het dak
 (8) afzuiging sedert einde oktober
 (9) deze pijler evolueert op complexe wijze :
 1°) Hij werd stopgezet van september 75 tot en met maart 76
 Uitstroming vóór de stopzetting :
 — in zone Dt₁ (tot november 74) : 48,9 m³/t
 — in zone V (december 74 tot en met maart 75) : 116,0 m³/t
 — in zone Dt₁ (maart 75 tot en met augustus) : 44,1 m³/t
 2°) Sedert de hervatting, in zone Dt₁ : 34,4 m³/t
 (10) cf. opmerking (e), tabel I van de concentraties
 (11) deze pijler liep vast langs een storing, heropbouwen.

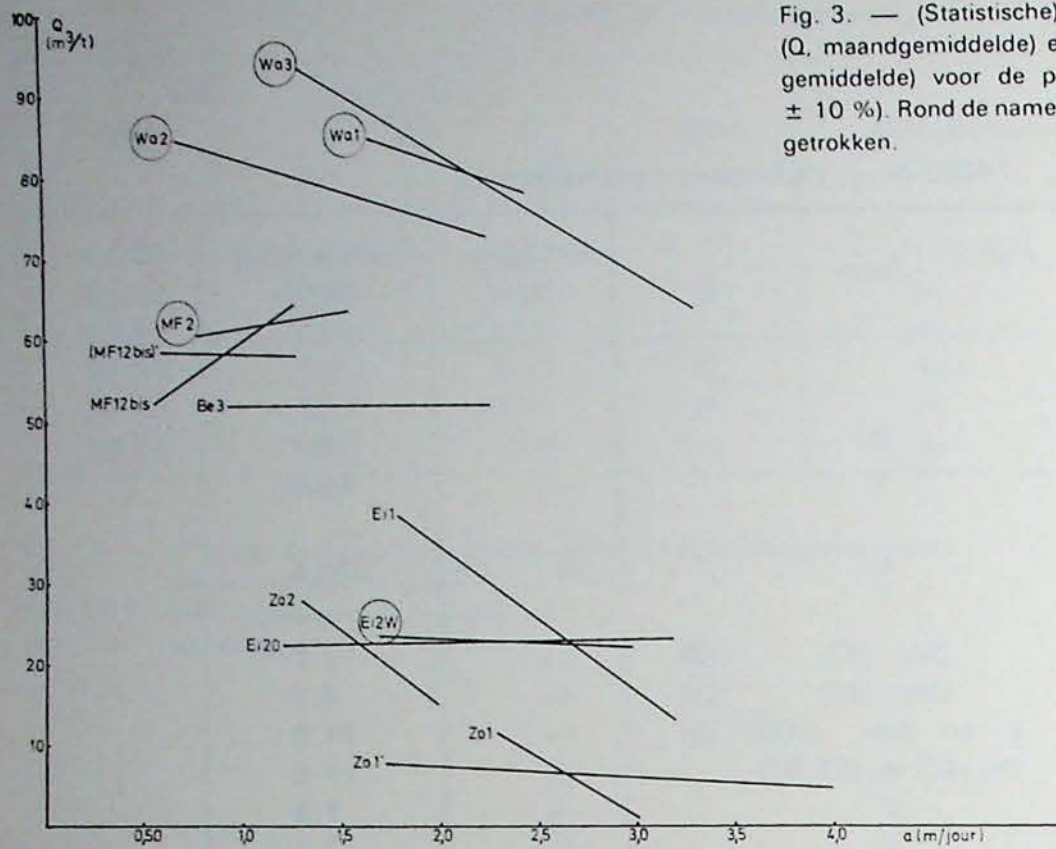


Fig. 3. — (Statistische) relatie tussen de specifieke uitstroming (Q, maandgemiddelde) en de dagelijkse vooruitgang (a, maandgemiddelde) voor de periodes met constante pijlerlengte (op $\pm 10\%$). Rond de namen van de afgezogen pijlers werd een cirkel getrokken.

TABEL IV — $i = f(n)$

Werkplaats	A	B
Be 3	0,034 (1)	0,154 (1)
	0,022 (2)	0,365 (2)
Ei 20	0,043	0,061
	0,039	0,133
Zo 2	0,032	0,260
	0,030	0,349

(1) nieuwe berekening, van 6 u. tot 6 u.

(2) vroegere berekening, van 0 u. tot 24 u.

en de maandelijks ontkoolde oppervlakte, waarvan de schommelingen voorkomen op tabel V.

Preteleïnjectie

Dit betreft in tabel III de werkplaatsen van de zetel Zolder. De metingen worden thans bewerkt.

Pijler 43/61

Het doel van de studie is deze pijler, waaronder laag 68 (op 40 m) werd geïnjecteerd, te vergelijken met de vroegere nabijgelegen pijler 38/61, in dezelfde laag 61, maar waaronder laag 68 niet gepreteleïnjecteerd werd.

De preteleïnjectie werd toegepast vanaf einde 74, vertrekkende van de toekomstige luchtkeergalerij

TABEL V.

Afzuigingsgraad — Ontkoolde oppervlakte

Werkplaats	Afzuigingsgraad (%)	Ontkoolde oppervlakte m² / maand
MF 2	9 — 31	3.503 — 7.438
MF 12	25 — 37	2.977 — 7.550
Ei 2 W	16 — 31	5.108 — 9.871
Wa 1	19 — 30	7.873 — 11.128
Wa 2	15 — 32	3.852 — 8.816
Wa 3	28 — 54	4.731 — 15.422

TABEL VI.

Bestudeerd geval (preteleïnjectie)

Werkplaats	Laag in ontginning	Nabijliggende laag
52/71 _A	x	
64/71 _A	x	x (1)
72/71 _A	x	
62/71 _A	x	
70/71 _A	x	x (1)
33/61		
38/61		
43/61		x (2)
2/77	x	

x preteleïnjectie

(1) laag 71 B op 8 m in de vloer

(2) laag 68 op 40 m in de vloer.

daar er onmogelijk geboord kon worden vanuit de te sterk belemmerde steengang. De pijler verwijdert zich van de preteleinjectiezone.

Pijler 62/71_A

De in ontginning zijnde laag 71_A wordt gepreteleinjecteerd. De pijler komt de preteleinjectiezone tegemoet.

Pijler 72/71_A

De einde 1974 begonnen preteleinjectie moest voortijdig worden opgeschort wegens technisch defect. De pijler kwam de preteleinjectiezone tegemoet.

1.3.1.3. *Mijn gasafzuiging in de steenkolenmijn van het Centrum*

Naar aanleiding van een opslag van slechts 150.000 Nm³ cokesovengas (van 11 augustus tot 11 september 1975) schommelde de toegepaste onderdruk (— 415 tot — 455 mm Hg) en derhalve de absolute druk van het reservoir (355 tot 400 mm Hg) nog meer dan vroeger. De gehalten herstelden zich vlug na een sterke verandering gedurende 45 dagen :

CH ₄ :	94 — 60	(opslageinde)	— 92 %
CO ₂ :	6 — 8		— 6 %
O ₂ :	0 — 2		— 0 %

In november overtrof de totale afgezogen hoeveelheid 67.10⁶ Nm³ terwijl het maanddebiet begrepen bleef tussen 500.000 en 700.000 Nm³ (tot 8.500 kcal/m³ herleide waarden).

Sedert 1975 blijven de absolute druk van het reservoir en de toegepaste onderdruk opmerkelijk aanvullend en constant (360 tot 400 mm Hg ; 420 tot 460 mm Hg).

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

Het NIEB neemt deel aan deze studie inzake de mijn gasuitstromingen en de voorberekeningsmethodes (zie § 1.3.1.1.).

Om eveneens over een continue registratie van de afzuiggegevens te beschikken heeft het NIEB de tricaptuur van Cerchar aangepast aan het transmissiesysteem (TF 24). Het prototype werd gebouwd en onderging de aannemingsproeven in Pâturages (fig. 4).

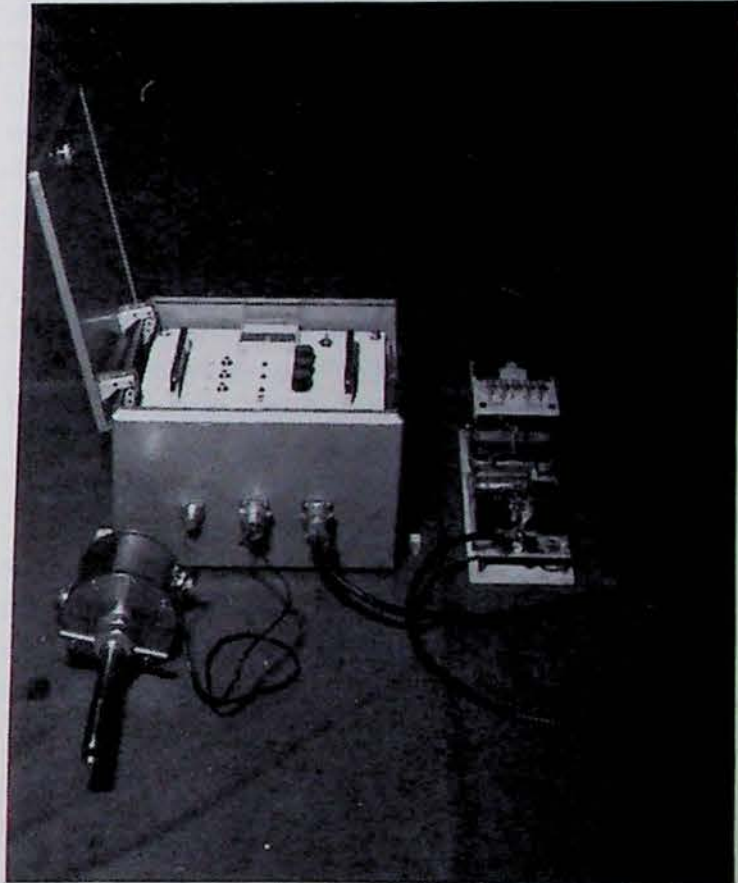


Fig. 4. — Cerchar-tricaptuur met zijn aanpassingspost aan het in de Kempen gebruikte teletransmissiesysteem TF 24.

(1) In samenwerking met het Instituut voor Mijnhygiëne en de Katholieke Universiteit van Leuven.

1.4. RADIOVERBINDINGEN EN -BEDIENING

1.4.1. Mijnen

1.4.1.1. Steenkolenmijnen van de Gemeenschap

Nieuwe onderzoeken maakten het mogelijk de eigenschappen te preciseren van het nieuwe radiotransmissiesysteem van het NIEB dat op 31 oktober in België geïmplementeerd werd en daarna in enkele industrielanden. Het nieuwe radioverbindingssysteem voor besloten middelen draagt de naam « NIEB-systeem met stralingsstompen ».

De radioelektrische signalen worden doorheen een transmissielijn gezonden van afgeschermd kabels die stralingsstompen omvatten (fig. 5). De lengte van de stralingsstompen is zo gekozen dat de radiale straling een richteffect krijgt of dat de bekrachtiging van de éénaderige modus maximaal wordt in de richting stroomafwaarts ten opzichte van de zender.

Een meetcampagne in de reeds beschreven tunnel van Lanaye en in verkeerstunnels bracht de volgende eigenschappen naar voren ;

- Bij een bepaalde frequentie f_0 bestaat er een optimale lengte voor de stralingsstompen.
- De optimale lengte is bepaald door de elektrische kenmerken van de stralingsstomp.
- Voor de frequenties begrepen tussen $f_0/2$ en $3/2 f_0$ is het veld dat uitgestraald wordt in de nabijheid van de stralingsstomp groter dan hetwelke uitgestraald wordt door een stralingslijn van onbeperkte lengte.

- Voor deze frequenties werkt de stralingsstomp als een leidkoppeling.
- Aangezien de lijn niet stralend is over het grootste deel van haar lengte, is het effect van de toename van de openingen in de buitengeleider van de stralingsstompen op de afzwakking niet noemenswaardig.
- Bij lagere frequenties dan de grensfrequentie van de tunnel is het veld regelmatig dan in het geval van de stralingskabel. De stompen coaxiale kabel kunnen van het model met losse vlechting zijn zoals de CERLIL-kabel die Cerchar gebruikt, of van het model met vensters zoals de Radiax-kabel.

Met de bedoeling de navorsingen voort te zetten over de toepassingen van de radio in de mijn en ze te ontwikkelen door de aanwending van « microprocessors », heeft het Instituut een aanvraag ingediend bij de EGKS tot financiële steun voor een onderzoek van drie jaar dat op 1 januari 1977 van start zou gaan.

Het NIEB kocht 3 draagbare X-foons B76 van een nieuw type en een vastgemaakte X-foon B76, gebouwd door een Franse firma, en voor het eerst voorgesteld op de Wereldtentoonstelling van mijnmaterieel te Düsseldorf in mei 1976. Er zijn proeven gepland in de ondergrondse werken van de zetel Beringen van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

In de Bondsrepubliek Duitsland werd een transmissielijn NIEB/Delogne aangebracht in de schacht

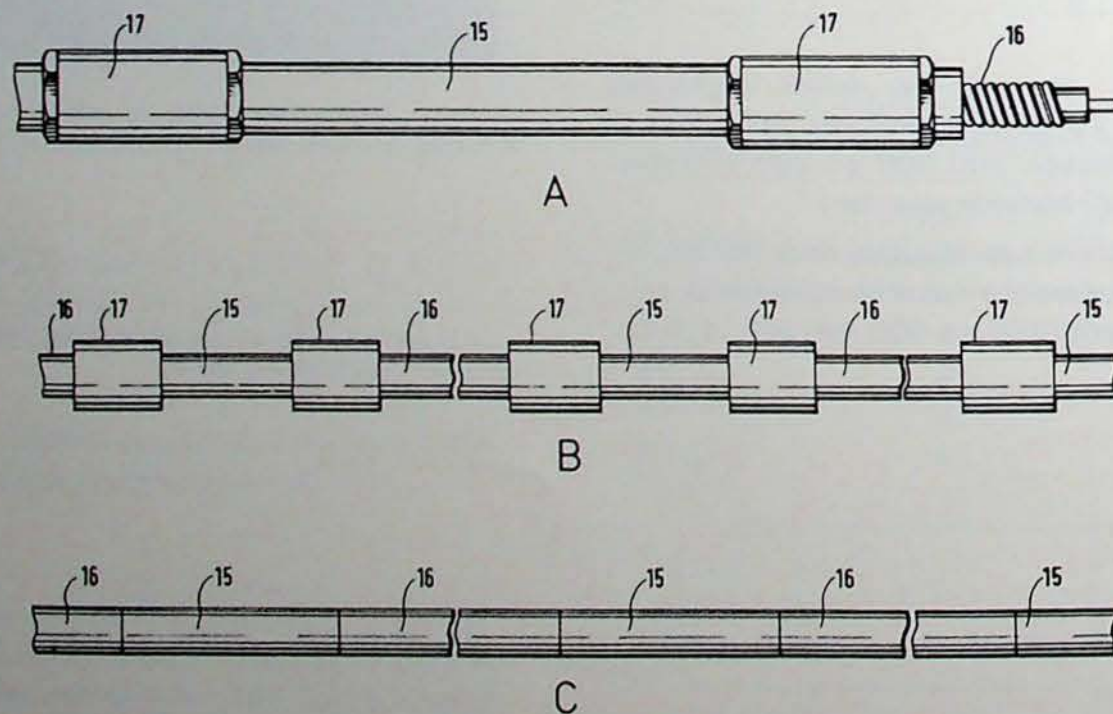


Fig. 5. — Door het NIEB geïmplementeerd radiocommunicatiesysteem met stralingsstompen. In een eerste versie (A en B) zijn de stralingsstompen (15) ingelast tussen niet-stralingsstompen (16) door middel van verbindingstukken (17). In een tweede versie (C) zijn de stralingsstompen ontworpen tijdens de vervaardiging in de fabriek.

Tremonia van ongeveer 500 m diep, en er werd overgegaan tot fonieproeven van teleseingeving en afstandsbediening. Het door het NIEB uitgewerkte noodstopsysteem bij de frequentie 4,6 Hz werd getest en er werden filters gebouwd om de parasiet-signalen uit te schakelen. In de Y-foon werd een elektronisch circuit bijgevoegd opdat bij het induwen van de oproep- en de zendknop van de X-foon een reactie wordt veroorzaakt in de Y-foon, in het onderhavige geval het branden van een verkliklamp. De bediening toont aan dat de combinatie X-foon + Y-foon + transmissielijn NIEB/Delogne de radioseingeving mogelijk maakt in de mijnschachten.

Zowel in het Ruhr- als in het Saargebied werkt een Duitse firma actief aan de installatie van afstandsbedieningen voor hydraulische lieren met transmissielijnen NIEB/Delogne.

Naar aanleiding van de bemoeiingen van het NIEB bij de Algemene Directie « Telecommunicaties » van de Commissie van de Europese Gemeenschappen, werden de door het Fernmeldetechnisches Zentralamt (MTZ) aan de mijnexploitanten van de B.R.D. opgelegde verplichtingen opgeheven.

De vorsers van Cerchar en van het NIEB kwamen tijdens het eerste semester van 1976 meermaals samen om de mogelijkheid te onderzoeken om draagbare zend-ontvangsttoestellen te vervaardigen die geschikt zijn voor een ruimere markt dan die van de momenteel in Frankrijk in bedrijf zijnde X- en Y-foons. De bijdrage van het NIEB in dit gemeenschappelijk onderzoek bestond hoofdzakelijk in raadgevingen over de opstelling van nieuwe elektronische circuits en in een studieverslag over korte antennes in de HF-band.

De minuut van een verslag met als titel « De radio in de steenkolenmijnen van de Gemeenschap » werd rondgedeeld aan de leden van het Deskundigencomité van de Algemene Ondergrondse Diensten van de EGKS.

1.4.1.2. *Andere mijnen van de Gemeenschap*

In de ondergrondse werken van de Mines de Potasse d'Alsace werd een telecommunicatienet NIEB/Delogne opgericht. Het wordt gebruikt met X- en Y-foons.

In een ijzermijn van Lotharingen heeft het NIEB metingen verricht met frequenties begrepen tussen 36 MHz en 1,1 GHz. In de betrokken galerijen met 56 m² sectie, zouden de frequentie van 68 MHz en een NIEB/Delogne-kabel goed geschikt zijn. Daar de afmetingen van de galerijen van mijn tot mijn ver-

schillen heeft de directie van de Chambre Syndicale des Mines de Fer de Lorraine het NIEB verzocht de meetcampagne voort te zetten.

1.4.1.3. *Bedrijvigheden in Noord-Amerika*

In oktober 1975 werden twee conferenties gehouden te Toronto. Het NIEB publiceerde een van deze conferenties in de vorm van een plaquette die aan de leden van het Deskundigencomité « Algemene Ondergrondse Diensten » van de EGKS werd uitgedeeld, en aan sommige deelnemers van de door het NIEB in april 1974, in Luik georganiseerde Internationale Conferentie over het thema : « Radio : wegen, tunnels en mijnen ».

Daar de Heer James Wait de Heren Delogne en Deryck verzocht een mededeling op te stellen over de transmissiesystemen, hield de Heer Deryck op 15 oktober 1976 te Amherst, University of Massachusetts, een mededeling met als titel « Underground use of a coaxial cable with leaky stubs ». Hij hield bovendien ook een mededeling met als titel « Natural propagation of electromagnetic waves in tunnels » en onderhield zich met Professor Gabillard, van de Université de Lille, en Professor Beal, van de Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.

Het NIEB heeft aan de firma Andrew Antenna Company Ltd te Whitby, Ontario, Canada, een licentie toegestaan voor de vervaardiging en de verkoop van het NIEB/Delogne-systeem voor de ondergrondse werken in Canada.

1.4.2. *Verkeerstunnels*

Na een reeks onderhouden met het Ministerie van Openbare Werken heeft het NIEB een inschrijving ingediend bij de Minister voor de totstandbrenging van radiocommunicaties in de tunnels van de Louizalaan te Brussel. Daar het Bestuur van de elektro-mechanicadiensten van het Ministerie van Openbare Werken het project van het NIEB goedkeurde, belaste het Ministerie het NIEB met de verwezenlijking van een proefnemingsinstallatie.

1.4.3. *Communicaties langs de wegen*

Er werden contacten gelegd om na te gaan in welke mate zou kunnen worden samengewerkt tussen het Studiefonds voor een Veilig Wegverkeer, het L.A.S.L.A., de Gemeenschap en het NIEB, in het kader van de werkzaamheden van de groep COST.

1.5. ONDERGRONDSE VERGASSING

1.5.1. Ontwikkeling van de voorafgaande studies

Deze studies ontwikkelen zich in verschillende richtingen.

Thema nr 1 : Inventaris van de plaatsen die eventueel in aanmerking kunnen komen voor industriële ontginning.

De studies van de H. Delmer, Hoofd van de Aardkundige Dienst van België, en van de H. Tricot, Directeur van de Aardkundige Dienst van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, hebben aangetoond dat er in België een tiental plaatsen zijn met een globale oppervlakte van zowat 150 km², gelegen in landbouwgebied, waarvan de ondergrond verkend werd door boringen en die zouden kunnen worden ontgonnen door ondergrondse vergassing onder variabele hoge druk.

Wanneer men zich beperkt tot een diepte van 1.500 m en indien enkel rekening wordt gehouden met de lagen van meer dan 0,50 m dikte worden de in deze afzettingen aanwezige steenkoolreserves geraamd op drie miljard ton.

Naast deze betrekkelijk goed gekende vindplaatsen bestaan er ook uitgestrekte zones waar er zeker steenkool aanwezig is maar die niet systematisch werden geprospecteerd. De oppervlakte van deze zones bereikt 300 km² in het zuiden van de provincie Henegouwen en meer dan 900 km² in de streek die zich ten noorden van de Kempense concessies uitstrekt tot aan de Nederlandse grens.

Bij gebrek aan een politiek van systematische boringen is het niet mogelijk een nauwkeurige raming te geven van de omvang van deze afzettingen, maar volgens de door het NIEB opgestelde schattingen zou de grootte-orde ervan 15 tot 20 miljard ton kunnen bereiken.

Thema nr 2 : Onderzoek van de economische mogelijkheid van een valorisatie op industriële schaal, van de door ondergrondse vergassing met hoge druk bekomen energie, met het oog op de produktie van elektriciteit.

De met deze studie belaste werkgroep hield vier nieuwe vergaderingen tijdens het eerste semester van 1976. Het eerste document dat na de maand augustus van 1975 was opgesteld, werd herzien en gewijzigd, rekening houdend met het geheel van de momenteel beschikbare gegevens, naar aanleiding van de reis naar de U.S.S.R. en de ontwikkeling van de studies op het gebied van de koeling van de gasboringen en de optimalisatie van hun diameter.

De conclusies van deze nieuwe economische studie kunnen als volgt worden uitgedrukt :

1^o) De op de prijzen van augustus 1975 gebaseerde studie is uitgevoerd in de onderstelling dat de « in situ » te ondernemen proefnemingen een technisch succes zullen zijn.

Deze proefnemingen moeten tot bevestiging strekken van :

- de mogelijkheid om een ondergrondse gas-generator te verwezenlijken die werkt onder hoge druk,
- de mogelijkheid om linkings te maken tussen diepe boringen op 70 tot 80 m afstand,
- de mogelijkheid om een voldoende groot vergassings- en benuttingsrendement van de afzetting te bereiken uitgaande van ruim genoeg gescheiden boringen, dank zij de gunstige invloeden van de drukverandering en de hoge vergassingsdrukken.

2^o) De studie bevestigt dat de boringkosten het doorslaggevend element zijn voor de kostprijs van de ondergrondse vergassing op grote diepte. Deze kosten zijn afhankelijk van de afzettingdiepte, de dikte van de deklagen (Kempens en zuiderbekken) en de boordiameter.

Rekening houdend met de omvang van de koeltoestellen binnen de gasterugwinboringen, werd de buitendiameter van deze boringen op 8 5/8" (219 mm) vastgelegd, waardoor 5 MW elektrische energie per boring kan worden geproduceerd, bij een luchtinjectiedruk kleiner dan 40 bar.

Naar het voorbeeld van de in de U.S.S.R. toegepaste technieken werd een specialisatie van de boringen gepland waarbij het aantal boringen voor de gasterugwinning beperkt werd tot 1 op 2 (variante 1) of tot 1 op 3 (variante 2). Deze boringspecialisatie leidt tot een grote boorbesparing daar de luchtinjectieboringen kleinere diameters kunnen hebben.

Bovendien is de weerslag van de boringkosten op de prijs van de gewonnen gigacalorie omgekeerd evenredig met het volume vergaste steenkool.

Indien het volume vergaste steenkool 7.000 m³ per boring bedraagt zou de kostprijs van de op 1.000 m diepte gewonnen gigacalorie tussen 180 en 250 BF kunnen liggen. Deze waarden zijn gunstig te vergelijken met de huidige prijzen van ingevoerde steenkool en blijven goed onder de kostprijs van de Belgische steenkool.

3^o) Er werd een raming gemaakt van het rendement en de kostprijs van de omzetting van warmte in elektriciteit in het geval van een ondergrondse vergassingsinrichting, opgenomen in een

centrale met gecombineerde gas/stoomkringlopen, met een nuttig vermogen van 170 MW.

De kostprijs van het kWh, waarin het net voorziet, is hoofdzakelijk afhankelijk van twee parameters : de benuttingsgraad van de centrale en de prijs van de gewonnen gigacalorie.

Indien de prijs van de gigacalorie laag genoeg kan worden gehouden, mag het gebruik worden overwogen van de vergassingscentrale als basiscentrale, met een benuttingsgraad van zowat 7.000 h/jaar.

Om een kostprijs van 65 centiemen/kWh te bereiken zou in de meest gunstige omstandigheden (variante 2), het gemiddeld te ontginnen steenkoolvolume in het zuiderbekken moeten belopen :

- 10.000 m³ per boring voor een diepte van 1.000 m.
- 16.000 m³ per boring voor een diepte van 1.500 m.

In de Kempen zou hetzelfde resultaat kunnen worden verkregen met volumes van :

- 12.000 m³ per boring voor een diepte van 1.000 m en
- 18.000 m³ per boring voor een diepte van 1.500 m.

In dezelfde omstandigheden voor het vergaste steenkoolvolume en met een benuttingsgraad van 4.500 h/jaar, zou de kostprijs van het kWh van 65 tot 82 centiemen stijgen en nog binnen de kostprijszone vallen van de klassieke thermische centrales.

- 4°) Op grond van de thans in de Kempen aan de gang zijnde « linking »-proeven blijkt dat de boringen mogen worden geschikt volgens een vierkant net, met 70 tot 80 meter zijde. Dit impliceert de verwezenlijking van 2 boringen per hectare.

In deze omstandigheden zouden in alle Belgische afzettingen kostprijzen van 65 tot 70 centiemen/kWh moeten te bereiken zijn, door de ontginning van één enkele, 2 m dikke laag op 1.000 m diepte.

Rekening houdend met de beperkte laagdikte van onze afzettingen is het evenwel belangrijk zich de opeenvolgende ontginning van verschillende lagen door een zelfde boringennet ten doel te stellen.

- 5°) Opdat het gas in een centrale met gecombineerde kringlopen zou kunnen worden gebruikt, moet het in vrij hoge mate worden gezuiverd. Bijgevolg zijn de in de atmosfeer afgegeven effluënten nagenoeg vrij van stof en zwavelverbindingen.

De problemen i.v.m. het wassen van de gassen en het verwijderen van het afvalwater werden

niet in detail bestudeerd, maar er mag worden aangenomen dat zij zullen kunnen worden opgelost door de in ontwikkeling zijnde technieken in de centrales welke de gewonnen steenkool vergassen in hogedrukgasgenerators.

- 6°) De watervoorzieningsproblemen bij een ontginning op grote schaal zullen voor elk geval afzonderlijk moeten worden onderzocht. Het waterverlies door verdamping en stoomverbruik in het ondergronds vergassingsprocédé kan op 0,05 m³/s worden geschat per schijf van 100 MW, d.i. ongeveer 75 % in de behoeften van een klassieke thermische centrale voorzien van luchtkoelers die hetzelfde vermogen produceren. Er is een aanzienlijk belangrijker bemonstering nodig om de kringloop van de koelers te deconcentreren daar dit debiet stroomafwaarts van de inrichting hersteld wordt.

- 7°) Door het geheel van deze studie kan de mogelijkheid worden gepland om de door ondergrondse drukvergassing gewonnen energie economisch te gebruiken, met het oog op de produktie van elektriciteit, op voorwaarde dat het vergaste steenkoolvolume per boring de in punt 3 bepaalde niveaus kan bereiken. De ondergrondse vergassing zou het voordeel hebben zich aan te passen aan variabele stelsels van elektriciteitsproduktie.

- 8°) Op grond van een progressief proefnemingsprogramma zou men over 15 jaar de ontginning kunnen plannen van twee of drie vindplaatsen, met elk een vermogen van 170 tot 300 MW. In dit stadium blijken er zich geen immobiliseringsproblemen van de terreinen voor te doen. Een grotere ontwikkeling, verantwoord door het streven naar de beperking van de energie-afhankelijkheid van ons land, zou de tijdelijke immobilisering vergen van ongeveer 10 km² grond voor elke schijf van 1.000 MW. De terbeschikkingstelling van deze gronden zal een probleem doen rijzen dat zowel met de openbare overheden als met de landbouwers zal moeten worden besproken.

Thema nr 3 : Studie van de invloed van de drukomstandigheden op het distillatie- en vergassingsproces van de steenkool.

De door het Belgisch Instituut voor Hoge Druk gebouwde apparatuur, waarvan het hoofdonderdeel een reactor is met 20 cm diameter en 1 m lengte, die de studie moet mogelijk maken van de vergassingsreacties binnen een drukgamma schommelend tussen 1 en 50 bar, werd tijdens de maand februari overgebracht naar het proefstation van het NIEB. Het einde van het eerste semester werd besteed aan de afstelling van de regel- en controletoeu- en de opstelling van de verschillende uitrustingsstukken

(verbinding met de compressoren, buisvormige uitwisselaar voor de gaskoeling en continu-ontleders).

Tijdens het tweede semester werd een eerste reeks vergassingsproeven met lucht uitgevoerd bij drukken tussen 4,4 en 28 bar (zie hoofdstuk 3, sectie Proefstation).

Thema nr 4 : Studie van het koeltoestel voor de verbuizingen en van de omstandigheden van warmteoverdracht en waterverdamping.

De thans geplande inrichting voor de gaskoeling in de afzuigboringen is een uitneembaar toestel dat de vorm heeft van een zeer lange koelvinger bestaande uit twee concentrische buizen. De binnenste buis met kleine diameter, wordt gebruikt voor het neerlaten van het koelwater, en de ringvormige ruimte tussen de buizen voor het stijgen van de stoom geproduceerd door de terugwinning van de gevoelige warmte van het gas.

De met de computer uitgevoerde berekeningen in de Dienst Thermodynamica van de Katholieke Universiteit van Leuven leidden tot een geheel van gegevens betreffende de te vervullen voorwaarden om de boringen doeltreffend te koelen en de warmte terug te winnen in de vorm van stoom die voor de productie van elektriciteit kan worden aangewend.

De eerste conclusies van de studie kunnen als volgt worden samengevat :

- 1°) Het geplande koelsysteem is doeltreffend.
- 2°) Om de voortijdige verdamping van het water in de middenste buis te voorkomen :
 - a) moet deze zo worden geïsoleerd dat de warmteoverdrachtscoëfficiënt naar de aangrenzende ringvormige ruimte kleiner is dan $25 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$;
 - b) moeten te lage waterdebieten of te zwakke waterdrukken bij de inlaat van het koelapparaat worden vermeden.
- 3°) De waterdebietkeuze oefent grote invloed uit op de kwaliteit van de geproduceerde stoom en op het aan de gassen onttrokken warmtevermogen in de boring. Opdat het koeltoestel goed zou werken moet worden voorzien in een gepaste regeling van dit waterdebiet en in de stabiliteit ervan.

Voor de uitvoering van de middenste water-toevoerbuis werd de studie aangevat van een soepele slang uit één stuk, met dikke en isolerende wanden, die bestand is tegen een hoge binnendruk en die voorzien zal zijn van een staalraadwapening zodat ze vrij over een lengte van 1.000 tot 1.500 m kan hangen.

Gelijklopend met deze studie heeft het NIEB de studie ondernomen van de rechtstreekse koeling van de gassen door waterinjectie. Een originele inrichting voor de waterdebieregeling door het geleidelijk ope-

nen van een per uitzettingsthermometer bediende afsluiter zal in het proefstation worden beproefd.

Thema nr 5 : Studie van de « linking » in onontgonnen afzetting, op grote diepte.

De linkingproefneming door waterinjectie bij hoge druk, die op de zetel Zolder werd uitgevoerd tussen twee parallelle boringen op 80 m afstand, geboord in onontgonnen zone, onder de verdieping van 770 m, liep tijdens de maand maart ten einde. De conclusies van deze eerste proefneming zijn :

- 1°) Uit de proefneming blijkt dat de steenkoollagen van het Kempens bekken, zelfs wanneer ze in een nog onontgonnen zone liggen, een niet te verwaarlozen natuurlijke permeabiliteit bezitten die tot uiting komt zodra de injectiedruk de voordien binnen het gesteente heersende druk overtreft.
- 2°) Bij een injectiedruk van 130 kg/cm^2 (begrepen tussen de hydrostatische en de lithostatische druk), konden er waterdebieten van zowat 500 liter/dag van een injectieboring naar een op 80 m afstand liggende terugwinboring worden gezonden.
Deze afstand is op generlei wijze een grenswaarde ; de geïnjecteerde waterhoeveelheden en de daling van het zoutgehalte van het opgevangen water tonen immers voldoende aan dat er ver boven de terugwinboring een infusie plaatsvond in de laag.
- 3°) De grootteorde van de verwezenlijkte debieten ligt veel lager dan de orden van grootte van de debieten die tijdens een vergassingsfase zouden moeten worden ontwikkeld, maar het blijkt dat de natuurlijke permeabiliteit zou volstaan om een « linking » uit te voeren door het retroverbrandingsprocédé, waarbij de injectie gebeurt door middel van hogedrukluicht, verrijkte lucht of eventueel zelfs zuurstof.

De studie van de hydraulische linking op de zetel Zolder werd beëindigd met een waterinjectieproef bij hogere druk. Deze proef toonde aan dat bij meer dan 120 bar de waterinjectie een splijtingseffect produceert waardoor de spleten zich openen en de door-dringbaarheid van de laag toeneemt (het geïnjecteerde debiet verdubbelde nagenoeg toen de injectiedruk van 120 tot 150 bar toenam).

In Beringen leverde een pneumatische linkingproef bij een druk van zowat 150 bar, ontmoedigende resultaten op daar het opgevangen gasdebiet in de tweede boring (op 80 m afstand) niet meer dan 1 % van het geïnjecteerde luchtdebiet bedroeg.

Het is moeilijk te zeggen of de luchtverliezen te wijten zijn aan de penetratie van de lucht in de nevengeestenten of aan lekken naar een front van oude werken, gelegen op 120 meter van de injectieboring.

Rekening houdend met de tegenstrijdige resultaten van de eerste twee proeven, werd in Beringen een derde proef gepland in een onontgonnen laag, waarin een waterinjectie onder hoge druk zal worden toegepast om de verbinding tot stand te brengen, de spleten te verbreden en de nevangesteenten te stoppen, gevolgd door een luchtinjectie.

Een vierde proefneming van hydraulische linking wordt voorbereid op de zetel nr 18 van de steenkolenmijnen van Monceau-Fontaine onder de verdieping van 1.224 m. Zij zou de vergelijking moeten mogelijk maken van het gedrag van een magere steenkool die aanzienlijke tektonische drukken onderging met het in de Kempen vastgestelde gedrag in niet zo ontwikkelde steenkolen op kleinere diepte, welke nog geen invloed ondergringen van de tektonische drukken die ten grondslag liggen aan de plooiingen en overschuivingen van het zuiderbekken.

Thema nr 6: Studie van de verbranding van een gas met lage stookwaarde in een hogedrukkamer.

Deze studie moet zich gelijklopend ontwikkelen in de laboratoria van de U.C.L. en in het proefstation van het NIEB.

Door de in Leuven uit te voeren studie, onder de leiding van Professor J.P. Van Tiggelen, kan het gedrag worden bestudeerd van een rechtlijnige vlam, gehandhaafd in de as van een cilindervormige verbrandingskamer van variabele lengte, daar de temperatuur en de samenstelling bepaald worden door rechtstreekse waarnemingsmethodes van de verschillende vlamdelen.

De in het NIEB uit te voeren studie slaat op de bepaling van de stabiliteitsgrenzen van de verbranding van een zeer arm gas in een cycloonvuurhaard gebruikt onder hoge druk.

Het eerste semester van 1976 was gewijd aan de bouw van het materieel dat voor deze twee proefnemingen zal worden aangewend.

1.5.2. *Betrekkingen met de buurlanden*

Op 1 oktober 1976 werd te Brussel een overeenkomst ondertekend tussen de Belgische regering en de regering van de Bondsrepubliek Duitsland.

Deze overeenkomst bepaalt de samenwerkingsmodaliteiten tussen de twee Staten om « aan de hand van navorsingen, proeven en proefnemingen in het laboratorium en « in situ » de mogelijkheid te scheppen voor de ondergrondse vergassing onder hoge variabele druk en de technische en economische omstandigheden te bepalen voor de aanwending en de industriële toepassing van de ondergrondse vergassingsprocédés.

» De coördinatie van de onderzoeks- en ontwikkelingswerkzaamheden zal van Belgische zijde worden verzorgd door het NIEB en van Duitse zijde door de KFA (Kernforschungsanlage te Jülich).

» Mits de partijen er bij het akkoord mee instemmen kan het akkoord worden opengesteld voor andere Staten en internationale instellingen die zich bij de samenwerking willen voegen door zich te schikken naar de door de partijen onderschreven verplichtingen ».

1.6. VERKENNINGSWERKEN VOOR HET DELVEN VAN DE LUIKSE METRO

Alvorens het delven van een metro aan te vatten heeft de Intercommunale Vervoermaatschappij voor de streek van Luik (afgekort S.T.I.L.) besloten vier verkenningsschachten en -galerijen te delven in het kolengebergte om de ondergrond beter te kennen. De vier plaatsen werden uitgekozen in sectoren waar de boringen een zeer verschillende geologische en geomechanische gesteldheid hadden aangetoond :

- 1°) In de schacht « Val-Benoît » hellen de gesteenten op ongeveer 30° en ondergingen rechtstreekse mijninvloeden.
- 2°) In de schacht « Franchises » liggen de gesteenten volgens een steile helling en omvatten talrijke harde en waterhoudende zandsteenbanken. Ze worden door de metrobuizen aangesneden als « dwarssteengangen ».

- 3°) In de schacht « Sainte-Véronique » zijn de gesteenten halfsteil en hellen tot 55° en meer. Zij omvatten leisteelbanken en een nogal dikke steenkoollaag beïnvloed door een tektonische storing. De as van de metrobuizen vormt met de richting van de banken een hoek van 30°.
- 4°) In de schacht « Saint-Lambert » zijn de gesteenten zeer zwak hellend, slechts 10°, en er werden betrekkelijk snelle zijwaartse veranderingen vastgesteld in het voorkomen. De gesteenten werden nooit beïnvloed door mijnwerken.

De studiediensten van de S.T.I.L. vertrouwden de geologische en hydrogeologische studies toe aan de geologische dienst van Professor Calembert van de Université de Liège en aan het NIEB de studies over de bewegingen van het gesteente-massief en de ver-

nietigbaarheid van de gesteenten met het oog op het mechanisch versnijden ervan.

Het NIEB heeft een metingprogramma opgesteld om de drukvermindering van het massief en de gesteentebewegingen te bestuderen rond de verkenningsgalerijen.

De volgende toestellen werden aangebracht :

- 1°) uittrekkings- of uitzettingsmeters in de boringen welke vanaf de bovengrond werden geboord vóór het delven van de galerijen ;
- 2°) pennen in het dak, in de vloer en in de galerijwanden om verticale en horizontale convergenties te meten en nivelleringen te kunnen uitvoeren ;
- 3°) verticale en op 45° hellende uittrekkingsmeters in de galerijen om de drukvermindering van het massief te meten binnen een straal van 4 m in het dak ;
- 4°) Fontainebleau-bouten met hetzelfde doel en bij wijze van vergelijking ;
- 5°) een endoscoop om de gesteentespleten en het openspleeten van de lagen te bestuderen door onderzoek in de boringen.

De bovengrondse uittrekkingsmeters bleken buitengewoon nauwkeurig te werken en toonden de drukvermindering van het gesteente aan na de doortocht van het galerijfront loodrecht onder de toestellen. Het openspleeten van de lagen is zeer zwak ; het schommelt van 0,4 mm minimum tot 2,4 mm maximum en komt niet voor op meer dan 2 tot 4 m boven de kroon van de galerijen. Het beïnvloede gesteentevolume is dus klein. De gesteentebanken verliezen hun cohesie niet, maar de drukvermindering is groot genoeg om een ontspanningsgewelf tot stand te brengen dat het gewicht van de gesteenten boven de holte overbrengt op de galerijwanden.

Wat de vernieling van de gesteenten door de snijwerktuigen betreft, heeft het NIEB het volgende

proevenprogramma opgesteld en uitgevoerd op bemonsterde proefstukken in harde banken, versneden door de verkenningsschachten en -galerijen :

- a) uniaxiale samendrukking,
- b) trek door splijting tussen platen,
- c) trek door splijting tussen spitsen,
- d) hardheid,
- e) abrasiviteit,
- f) kwartsgehalte,
- g) afmeting van de kwartskorrels,
- h) slijtagefactor,
- i) boorgeschiktheid,
- j) uniaxiale samendrukking met bepaling van de microspleijting,
- k) breking,
- l) boorgeschiktheid met behulp van rolbeitels,
- m) textuur,
- n) aard van de gesteenten.

Het kolengebergte van Luik bevat over het algemeen slechts 15 % zandsteenbanken. Van deze banken zijn er slechts 2 tot 3 % van zeer abrasieve kwartsiet aard en hun drukvastheid ligt begrepen tussen 2.000 en 3.000 kg/cm². De op de tunnel-delfmachines gebruikte rolbeitels met punthamers kunnen ze vernielen. De rolbeitels zullen zeker afslijten bij het doorkruisen van deze banken, maar dit kan slechts een kleine weerslag hebben op de kostprijs van de delving daar de totale dikte van deze banken zeer klein is t.o.v. de ganse af te leggen weg.

Het delven van de stations zal bepaalde problemen stellen aangezien de bestaande puntinbraakmachines enkel gesteenten kunnen versnijden waarvan de drukvastheid 800 kg/cm² overtreft.

Over elke schacht werden er volledige verslagen ingediend bij de studiedienst van de S.T.I.L. en tot besluit kan worden gezegd dat de vier verkenningsgalerijen een zeer gunstige indruk geven.

De toestand van het gesteentemassief is zeer goed, beter dan de meeste metrowerken die wij de jongste jaren konden bezichtigen.

1.7. GROEVEN

1.7.1. Studie van de schiettrillingen

Groeven

De studie van de trillingen in de groeve van Quenast sloeg op 322 salvo's. Het syntheseverslag is opgesteld en zal binnenkort verschijnen in de « Annalen der Mijnen van België ».

Ziehier enkele conclusies :

- 1°) De « Amerikaanse » wet is bewaarheid (trilsnelheid naar gelang van de schietafstand en van de lading), behalve voor de horizontale mijnen die meestal aanleiding geven tot de sterkste trillingen.
- 2°) De lading van de sterkst geladen salvo's werd erkend als de meest kenmerkende ten aanzien van deze wet.
- 3°) Zelfs in een niet gelaagde en homogene afzetting zoals die van de proeven, zijn de coëfficiënten van de wet verschillend volgens de meetrichting, de schietverdieping en de aard van het springwerk

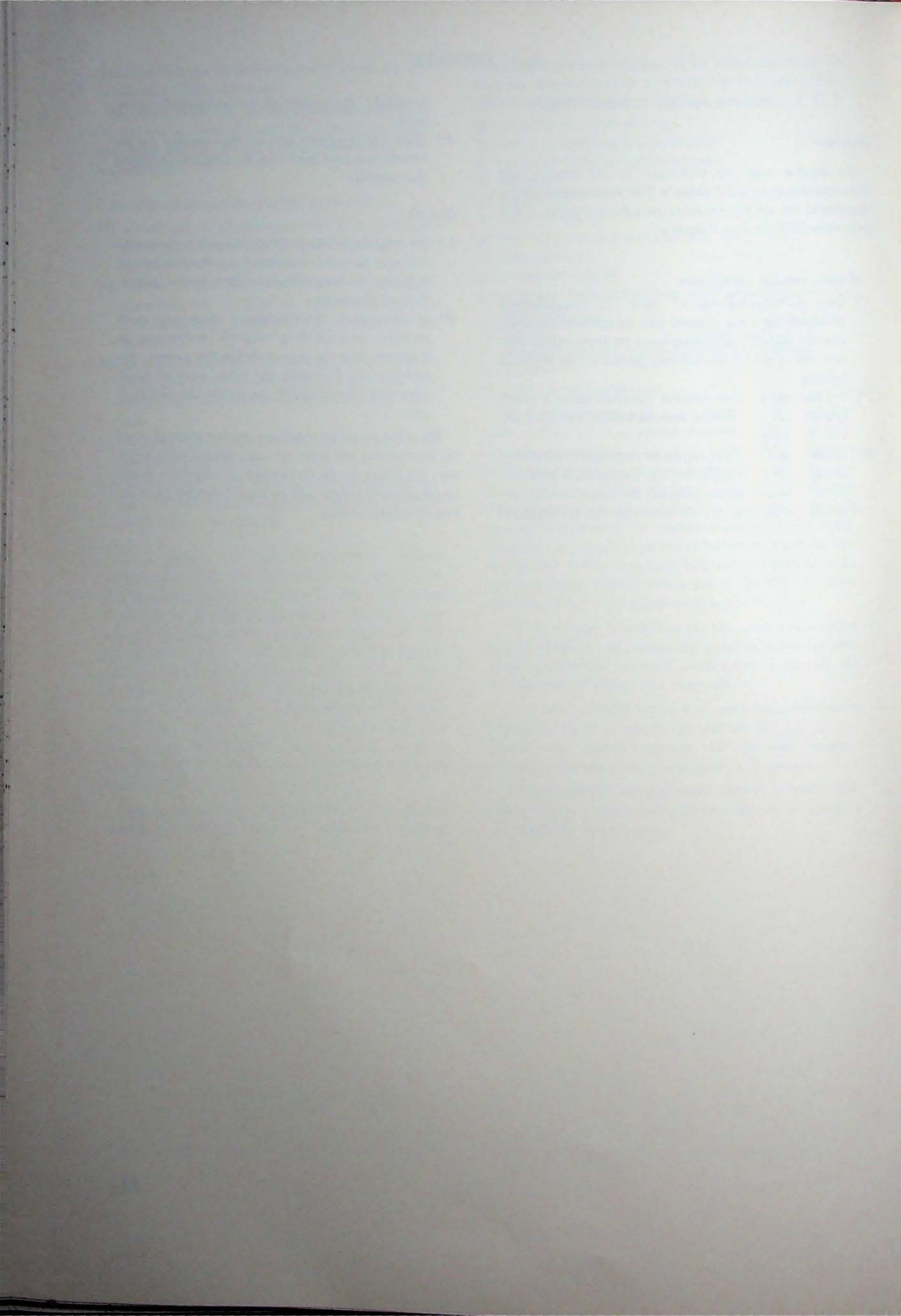
(vertikale, horizontale of gecombineerde ladingen).

- 4°) Over het algemeen kan worden gezegd dat de trilsnelheid toeneemt met de ontginningsdiepte (verdieping).

Grotten

- 1°) De volgens de nabijheid van de grotten bepaalde ladingen per salvo maakten het in Remouchamps mogelijk de autosnelwegwerken zonder problemen uit te voeren.
- 2°) In de groeve van Hampteau moet een reeks proeven de beperking mogelijk maken van de trillingen daar de groeve de grotten nadert : beperking van de lading per salvo, aard en spreiding van de springstof, verschillende vertragingen.

Wij staan erop te herinneren aan het analoge effect bij vermoeiing ten gevolge van herhaaldelijk schieten. Dit effect en de natuurlijke onbekenden (weerstand en configuratie van de lagen) dulden geen enkele meetbare trilling.



2. Sektie « Laboratorium voor analyse en industrieel onderzoek »

2.1. EXTRACTIEVE NIJVERHEDEN

2.1.1. Steenkool en cokes

2.1.1.1. Cokeskool

Er werden 26 nieuwe monsters van ingevoerde cokeskool bemonsterd in diverse binnenlandse cokesfabrieken en ontleed op verzoek van het Departement « Steenkooleconomie » van het Ministerie van Economische Zaken. Dit brengt het aantal van de sedert zowat 3 jaar, op dit stuk, bestudeerde monsters op 96.

In 1976 kwam de meerderheid van de ingevoerde cokeskool (19 op 26) uit Noord-Amerika ; er waren daarenboven nog één Tsjechoslovaakse steenkool, 2 Australische en 4 Duitse. Sedert 3 jaar is het meest opmerkelijke feit de uitzonderlijke constantheid van de samenstelling van de Australische steenkool. Sedert vorig jaar werd bij de Duitse steenkool « Blumenthal » een aanzienlijke hoeveelheid sterk ontwikkelde steenkool (halfvette tot magere) gevoegd. Het is moeilijker de wijzigingen van de Noord Amerikaanse steenkool, die van nogal diverse en minder goed bepaalde oorsprong is, te beoordelen.

In de bestudeerde Amerikaanse steenkool kwam het ganse ranggamma voor, van vlamkolen (RV = 0,80 %) tot magere kolen (RV = 2,15 %). De hypothetische globale samenstelling van een mengsel met gelijke delen van al deze steenkolen zou zijn :

- vlamkolen : 3 %
- vette kolen B : 22 %
- vette kolen A : 58 %
- 3/4 vette kolen : 11 %
- halfvette kolen : 6 %
- magere kolen : minder dan 0,5 %.

Het percentage aan vlamkolen schommelde van 0 tot 17 %, dat van vette kolen B van 0 tot 72 %, dat van vette kolen A van 25 tot 98 % en dat van nog sterker ontwikkelde steenkolen van 0 tot 62 %.

De studie van de ingevoerde steenkool heeft tot gevolg dat de aandacht van de verantwoordelijke diensten van de cokesfabrieken wordt getrokken op de werkelijke samenstelling en op de schommelingen van deze ingevoerde steenkolen. 4 cokesfabrieken hebben ons dan ook gevraagd bijkomende analyses (een dertigtal) te verrichten. Dit moet het mogelijk maken stilaan een werkelijke correlatie op te stellen tussen de samenstelling van de cokesmengsels en de eigenschappen van de cokes die zij vormen.

De petrografische analyses (ranganalyse en analyse van de petrografische bestanddelen) zijn thans zo belangrijk geworden dat enerzijds het ISO ze gaat normaliseren en dat anderzijds blijkt dat ze weldra zullen worden opgenomen in het nieuwe internationale rangschikkingssysteem voor steenkolen. Daarom hebben wij de gedetailleerde petrografische studie hervat van alle steenkoollagen van het Kempens bekken.

De volgende jaarlijkse vergadering van het Internationaal Comité voor Steenkoolpetrografie (ICCP) zal van 25 tot 30 april 1977 plaatshebben te Luik. Op de agenda staan onder meer de ISO ontwerp-normen en de rangschikkings- en voorspellingsformules voor de cokeskwaliteit.

2.1.1.2. Cokes

Het toestel dat de bepaling mogelijk maakt van de reactiviteitsindex van gietcokes bij 1.000°C in een stroom zuivere koolzuuranhydride, volgens het

normvoorstel CEE (referentie ST/ECE/Coal/12) werd afgesteld en met succes gebruikt op talrijke monsters van Belgische gietcokes (fig. 6).

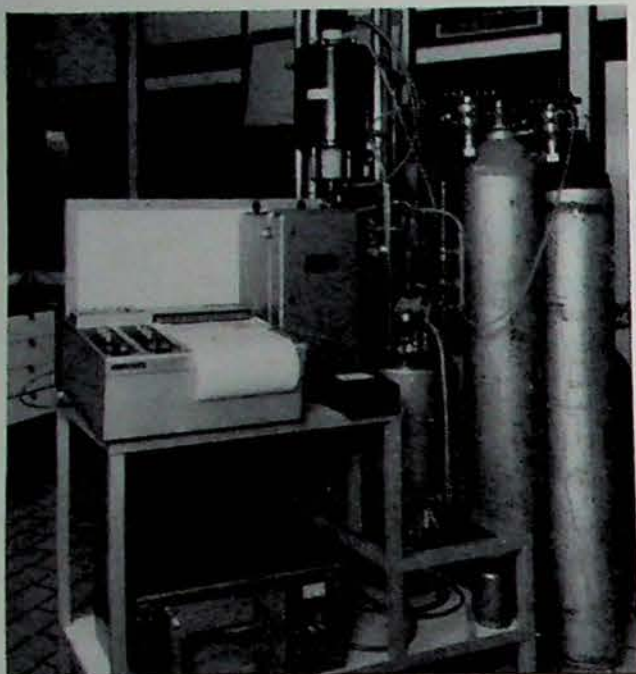


Fig. 6. — Apparatuur voor de bepaling van de reactiviteitsindex van gietcokes.

2.1.2. Aardolie en aardgas

Onze bedrijvigheid in dit vlak is essentieel gericht gebleven op de routinestudie van zeer diverse gesteentemonsters welke ons regelmatig worden toegezonden door de Geochemische Dienst van Labofina. Zo hebben wij in 1976 ongeveer 100 monsters ontleed. De verspreide organische stof in de gesteenten wordt geïsoleerd en geconcentreerd door fysische methodes (centrifugatie in zware vloeistof) en door de studie van zijn ontwikkelingsgraad kan het aardoliepotentieel van het gesteente worden geraamd. De studie gebeurt met behulp van optische methodes, voornamelijk door de klassieke meting van het reflectievermogen van de huminiet-vitrinietpartikels, en aanvullend door het onderzoek van de monsters in fluorescent licht en door de bepaling met de microscoop van de aard van de ganse verspreide organische stof die voorkomt bij vitriniet.

Wat de fluorescentie betreft kan enkel de meting van de in het bijzonder door de sporen uitgestraalde fluorescentiespectra een betrekkelijk nauwkeurige raming geven van de rang van de verspreide organische partikels in weinig ontwikkelde sedimenten (stadium van ligniet en subbitumineuze steenkool : niveau van de aanvangende hoofdfase voor de aardolievorming). In afwachting van de nodige uitrusting om deze fluorescentiespectra te meten zijn wij overgegaan tot het onderzoek in fluorescent licht dat

reeds interessante aanvullende informatie opleverde : subjectieve en ruwe schatting van de fluorescentie-intensiteit van de sporinieten ; waarneming van bepaalde organische partikels die niet bij normaal licht kunnen worden bepaald (bij voorbeeld : niet aanschouwelijke organische stof, bitumen, enz...). De microscopische waarneming in fluorescent licht maakt het ook mogelijk een onderscheid te maken tussen de substanties van het houtachtige type en die van het bitumineuze, algaire of amorphe type, dit wil praktisch zeggen de faciës te bepalen die gunstig zijn voor de vorming van steenkool en die welke gunstig zijn voor de vorming van aardolie.

Het geheel van de problemen ter bepaling en rangschikking van de verspreide organische stof wordt thans bestudeerd door de Commissie voor Geologische Toepassingen van het Internationaal Comité voor Steenkoolpetrografie (ICCP). Het stond op de agenda van de laatste vergadering van deze Commissie waaraan wij deelnamen (Newcastle 1976). Ter voorbereiding op deze vergadering werd een enquête ingericht over de bitumen ten einde het standpunt van de leden van de Commissie te kennen over deze omstreden kwestie. Wij hebben de synthese gemaakt van talrijke standpunten en verslagen opgesteld en verspreid van deze enquête die tijdens de volgende vergadering van het ICCP (april 1977) opnieuw zal worden besproken.

Wij zetten overigens ook de vergelijkende studie voort van de in het Laboratorium voor Geochemie van Labofina verkregen resultaten door pyrolyse en paramagnetische elektronische resonantie op gesteenten en op afgescheiden kerogenen, met of zonder inwerking met chloorwaterstofzuur. Een synthese van deze werkzaamheden wordt voorbereid.

2.1.3. Leistein uit steenbergen

In het kader van de studie van oude steenbergen van steenkoolmijnen heeft het laboratorium de stookwaarde bepaald van een dertigtal leisteemonsters afkomstig uit steenbergen van de bekkens van de Borinage en het Centrum.

2.1.4. Kalk en cement

Het laboratorium heeft een studie verricht van het specifieke oppervlak van twee kalksteensoorten, een studie van de microscopische structuur van een kalkmonster en een twintigtal bepalingen van de stookwaarde van steenkoollei bestemd voor verschillende cementfabrieken.

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

METING VAN DE NEERSLAG
MET NEERSLAGKRIJKEN
IN HET
WAALSE INDUSTRIELE BEKKEN






Carte annuelle

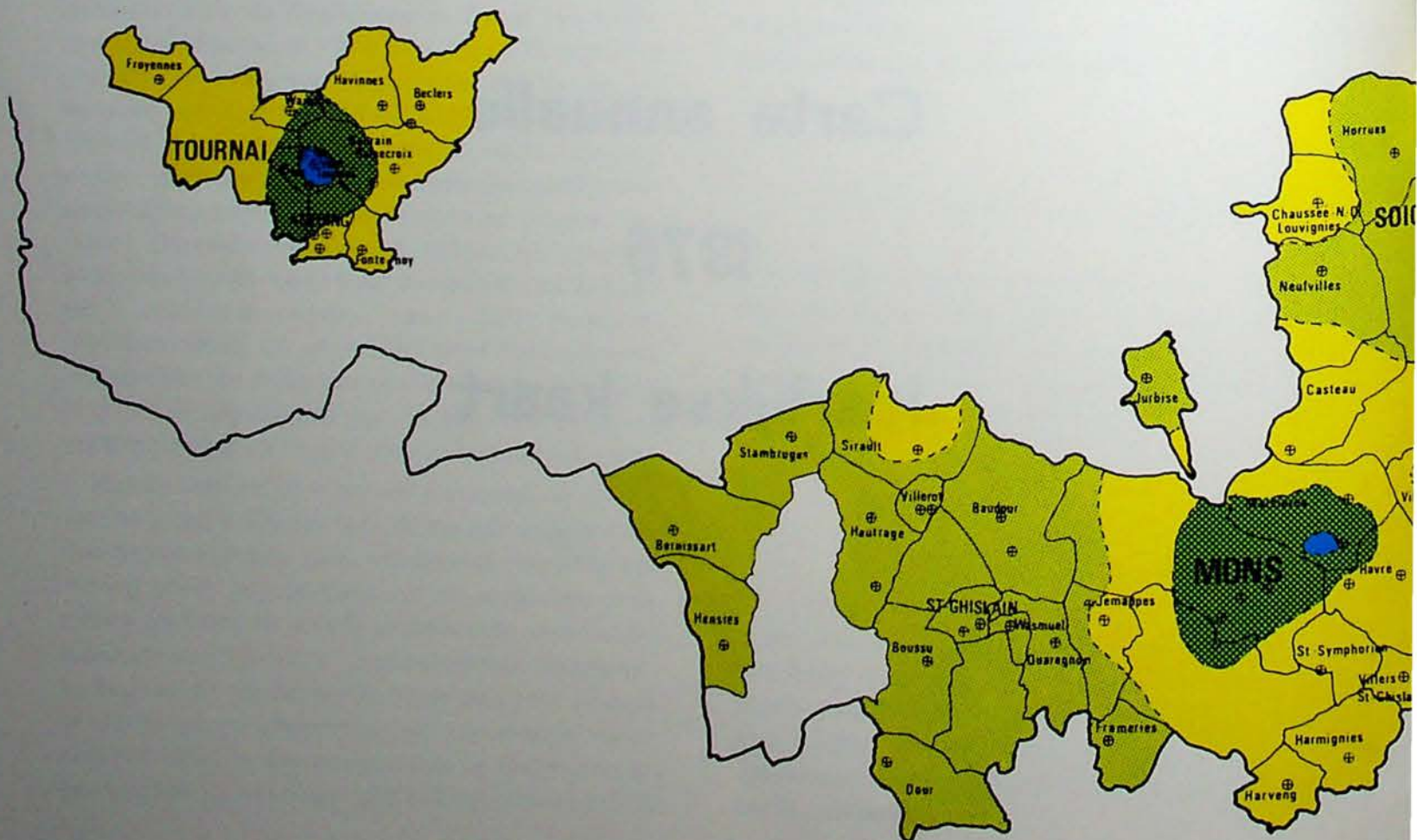
1975

Jaarlijkse kaart

CARTE ANNUELLE DES RETOMBÉES TOTALES

CARTE ADMINISTRATIVE - ECHELLE 1/200.000

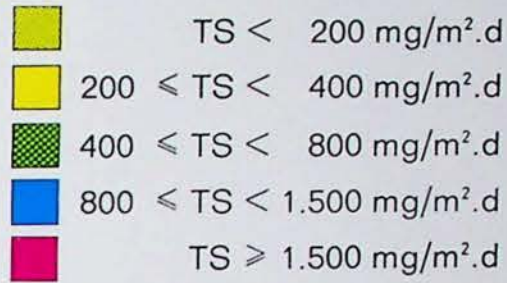
Classe	
	MT < 200 mg/m ² .j
	200 ≤ MT < 400 mg/m ² .j
	400 ≤ MT < 800 mg/m ² .j
	800 ≤ MT < 1.500 mg/m ² .j
	MT ≥ 1.500 mg/m ² .j

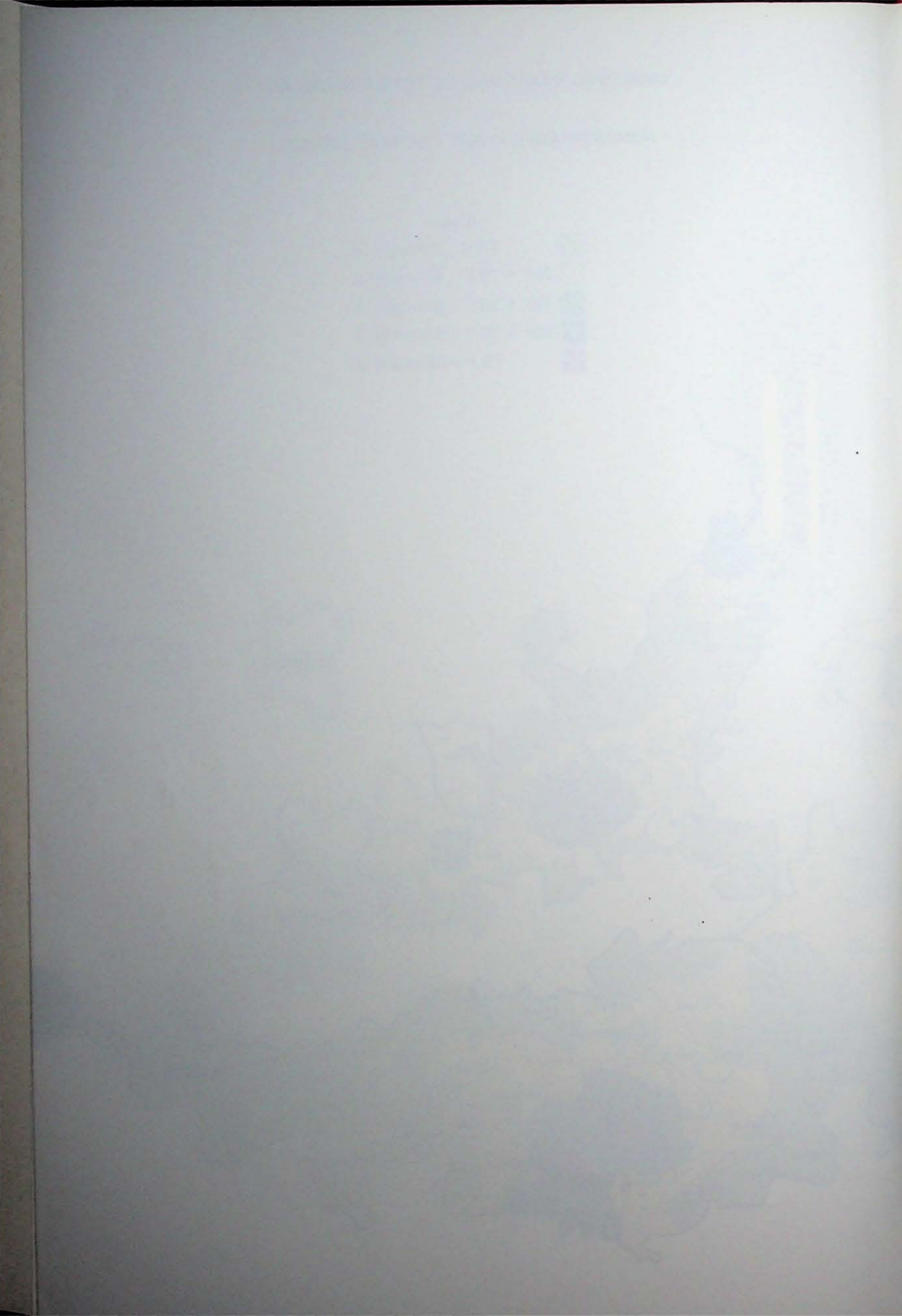


JAARLIJKSE KAART VAN DE TOTALE NEERSLAG

ADMINISTRATIVE KAART - SCHAAL 1/200.000

Klasse





2.2. LEEFMILIEU

2.2.1. Neerslagcontrole-net in de Waalse industriegebieden of in die gebieden met tendens tot industrialisatie

Op 9 april 1976 heeft de Heer De Saeger, Minister van Volksgezondheid, een overeenkomst ondertekend met de navorsingsassociatie gevormd door het NIEB, de ADEC en de IEGSP, ter verlenging tot het einde van 1976 van de ontginning voor rekening van dit ministerie, van het continu net van Owen-kruiken (350 stations), in 1974 opgericht door de Associatie, om de neerslag te controleren in de Waalse industriegebieden of in die gebieden met tendens tot industrialisatie.

Begin 1976 hebben wij een synthese gemaakt van de in 1975 verworven resultaten en dienden een overzichtelijk verslag in, vergezeld van 50 tabellen resultaten en 12 isopollutiekaarten (zie buiten de tekst die betreffende de totale neerslag). Wij hebben er de volgende belangrijke conclusies uitgetrokken.

Het continu net strekt zich uit over het grondgebied van 221 gemeenten (vóór de fusie) die over een oppervlakte van 1.950 km² een bevolking van meer dan 1,5 miljoen inwoners hebben, wat overeenstemt met een gemiddelde dichtheid van 788 inwoners per km². Het net dekt dus werkelijk de gebieden waar de bevolking het dichtst en het talrijkst is, d.i. 50 % van de totale Waalse bevolking.

Zoals het werd opgericht levert het net overeenstemmende resultaten op, niet alleen tussen de verschillende zones, maar ook met de zones uit buurlanden, en in het bijzonder uit de Bondsrepubliek Duitsland.

In de gebieden van onze oude ijzernijverheden en van sommige cementfabrieken stellen wij een uiterst hoog stofneerslagpeil vast dat de nauwelijks voorstelbare waarde van 16 ton stof per hectare in één jaar kan bereiken. Wat de neerslag betreft blijken de nieuwe staalfabrieken het probleem van hun depollutie evenwel goed te hebben opgelost (met name de Cockerillfabriek van Chertal ten noorden van Luik). Wij moeten ook nu reeds melden dat de inbedrijfstelling in juni 1976 van een nieuwe ertsagglomeratieband in Ougrée een neerslagvermindering van ongeveer 75 % tot gevolg had op de streek rond de nieuwe installatie. Bijgevolg ligt het gemiddelde neerslagpeil, dat in 1975 3290 mg/m²/dag bedroeg, thans rond ongeveer 800 mg/m²/dag.

De kwalitatieve studie van het stof bleek bijzonder vruchtbaar te zijn omdat zij goed aangaf met welk type van industrie de toxische elementen verbonden waren. In vele gevallen is de emissie van deze ele-

menten gekenmerkt door tijdelijke en plaatselijk zeer hoge spitsen die nader zouden moeten worden afgebakend door een groter aantal controlestations, door veelvuldiger analyses en door een betere kennis van de plaatselijke klimatologische factoren.

De nieuwe industriezonings, zoals die van Engis, moeten van zeer nabij worden gevolgd omdat de aanwezigheid werd vastgesteld van verschillende toxische elementen: cadmium, lood, zink, chroom, kwik, fluor.

Op grond van dit verslag van 1975 hebben wij in 1976 het net verder ontgonnen volgens dezelfde modaliteiten, met name: maandelijks bepaling van de massa's van oplosbare en onoplosbare neerslag, analyse op de gemiddelde monsters van een trimester van elk station, 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. Sedert de maand april beschikt het laboratorium van Luik over een atoomabsorptiespectrofotometer (SAA) waardoor het rechtstreeks deze analyses kan uitvoeren die vroeger in het laboratorium van Pâturages plaatsvonden (fig. 7). Alvorens de systematische analyse van de verschillende elementen te kunnen aanvangen hebben wij de apparatuur en de verschillende hulptoestellen veelvuldig moeten afstellen. Voor het door de sectie Luik gecontroleerde net in zijn geheel hebben wij in 1976 uitgevoerd:

- 2.122 bepalingen van de oplosbare, onoplosbare en totale massa van de neerslag;
- 663 bepalingen van de gehalten aan fluor, nitraat, fosfaat en sulfaat van het opgevangen water;
- 78 bepalingen van de fluorgehalten in de onoplosbare stoffen;
- 616 oplossingen van de onoplosbare stoffen voor de analyse van de kationen door atoomabsorptiespectrofotometrie;
- ongeveer 2.500 bepalingen van de gehalten aan metalen in de onoplosbare stoffen, door SAA.

Gelet op de bijzondere verontreiniging van de streek van Engis werd er een sterker doorgedreven studie ondernomen. Het aantal kruiken werd verdubbeld en maandelijks werd het gehalte aan fluoride bepaald van de onoplosbare stoffen en het gehalte aan fluoride, sulfaat, nitraat en fosfaat van het opgevangen water.

Aangezien de Commissie « Bemonsterings- en analysemethode voor lucht » van het Belgisch Instituut voor Normalisatie ten slotte het door het ISO voorgestelde vergaartoestel in aanmerking nam voor de meting van atmosferische neerslag door de



Fig. 7. — Spectrofotometer Perkin-Elmer, model 460, voorzien van :

- een microcomputer voor de controle op het kalibreren van de leesparameters
- een atomiser met grafiëtbuis voor het onderzoek van elementen op ppb-schaal
- een automatische monsternemer.

methode van de precipitatievergaartoestellen (cilindervormig recipiënt van polyethyleen met 200 mm gemiddelde binnendiameter als opening en 390 mm totale hoogte, fig. 8), werd sedert de maand september van 1976 een vergelijkende studie ondernomen slaande op 14 ISO-vergaartoestellen gekoppeld aan 14 trechterkruiken verdeeld over verschillende plaatsen. Een meetcampagne van ten minste een jaar zal nodig zijn alvorens er conclusies uit te kunnen trekken.

De gedetailleerde resultaten van alle in 1976 verrichte metingen moeten nog het object vormen van talrijke berekeningen alvorens te kunnen worden gesynthetiseerd en voorgesteld in de vorm van isopol-lutiekaarten. Zij zullen gedeeltelijk worden uitgevoerd met de computer van het Koninklijk Meteorologisch Instituut en gepubliceerd door het Ministerie van Volksgezondheid dat dit onderzoek subsidieert. Nu reeds moet worden opgemerkt dat 1976 een zeer uitzonderlijk abnormaal jaar was op het stuk van het klimaat en de vraag rijst of men rekening kan houden met de resultaten van dit jaar om geldige gemiddelden op te stellen.

2.2.2. *Andere neerslagstudies*

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

- Chanxhe : 3 stations
- Burcht : 4 stations

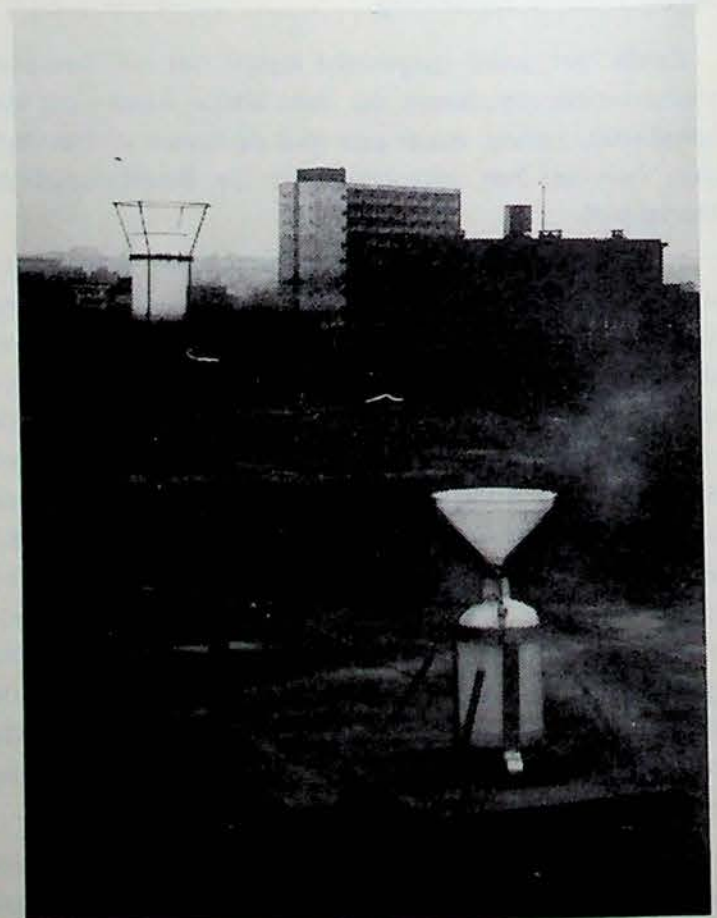


Fig. 8. — Station uitgerust met een trechterkruik en een « ISO »-vergaartoestel.

- Turnhout : 4 stations
- Houthalen : 4 stations
- Zolder : 3 stations
- Loncin : 1 station.

Voor deze 19 stations vinden ook maandelijks analyses plaats.

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

De 13 door het laboratorium gecontroleerde stations liggen als volgt verdeeld : 7 in de provincie Limburg, 5 in de provincie Luik en 1 in de provincie Luxemburg.

De toestellen worden elke week gecontroleerd en men bepaalt de daggemiddelden van de SO₂- en rookconcentraties in de bemonsterde lucht, d.i. ongeveer 5 400 g/s aftebepalingen van SO₂ en rook.

2.2.4. *Andere zwavel-rookstudies*

Naast het NIEB-Luik station werden 3 zwavelrooktoestellen aangebracht in de omgeving van de thermische centrale van Helchteren-Zolder, en sedert de maand april 1 te Rumst bij de steenbakkerijen.

2.2.5. *Deelname aan het nationaal net voor telecontrole op de kwaliteit van de lucht van het Ministerie van Volksgezondheid*

Wij hebben verder deelgenomen aan de oprichting van het nationaal net voor telecontrole op de kwaliteit van de lucht dat het Ministerie van Volksgezondheid aanbrengt in de vijf grote agglomeraties van het land, door deel te nemen aan de vergaderingen van de Groep « Quadriga », belast met de uitvoering van dit net. De inplanting van de automatische stations wordt voortgezet en het net zou een van de volgende maanden operationeel moeten worden.

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

De studie van de organische verontreiniging van de lucht is bijzonder moeilijk. Met name de giftigheid van sommige organische pollutanten, de duidelijk kankerverwerkende aard van sommige koolwater-

stoffen hebben er ons evenwel toe aangezet de studie ervan voort te zetten. In 1976 sloeg deze studie op twee punten :

- a) de extractie van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) uit hun steunstof (meer in het bijzonder uit stof) ;
- b) de uitwerking van een meetmethode voor organische pollutanten in rook bij de emissie.

2.2.6.1. *Studie van de extractie van polycyclische aromatische koolwaterstoffen uit hun steunstof*

De polycyclische aromatische koolwaterstoffen worden gevormd door de onvolledige verbranding van diverse organische stoffen. Men vindt ze met name in veranderlijke hoeveelheden terug in sigarettenrook, uitlaatgassen van wagens, verbrandingsgassen van fuels, enz... Deze substanties met hoog kookpunt komen niet in gasvorm voor in de atmosfeer, maar ze zijn geadsorbeerd op partikels van zeer diverse aard volgens de verontreinigingswijze. Elke gehaltebepalingmethode voor deze koolwaterstoffen vergt dus hun voorafgaande extractie uit hun steunstof.

Een overzicht van de in de literatuur beschreven extractiemethodes van de PAK's uit hun steunstof toont hun grote verscheidenheid aan. Ze kunnen in vier groepen worden gerangschikt :

- A. Methodes met aanwending van een solvent :
 1. Extractie door koud digeren ;
 2. Continue extractie met het soxhlet-toestel ;
 3. Koude extractie met ultrageluiden.
- B. Methode zonder aanwending van een solvent :
 4. Sublimatie in hoogvacuüm.

De proefnemingsstudie welke wij ondernamen toonde aan dat het extractierendement van de PAK's uit hun steunstof aanzienlijk kan schommelen (van 1 tot 10) volgens de toegepaste methode, het solvent en de aard van de steunstof.

Zo hebben de sublimatie in hoogvacuüm en de extractie door koud digeren in een solvent steeds veel lagere rendementen dan die van de continue extractie met het soxhlet-toestel en van de extractie met ultrageluiden. Deze laatste twee methodes leveren gelijkaardige rendementen op met dezelfde solvents, maar de extractie met ultrageluiden is verkieslijker omdat ze veel vlugger is (2 uur tegen 100 met het soxhlet-toestel) en koud verloopt, wat de thermische destructie van de geëxtraheerde PAK's die vaak wordt waargenomen bij de warme extractie met het soxhlet-toestel voorkomt.

De extractierendementen zijn ook afhankelijk van de aard van het solvent : zo geven de paraffinehou-

dende koolwaterstoffen (pentaan, heptaan, cyclohexaan) die nochtans door veel auteurs worden voorgestaan, zeer middelmatige rendementen vergeleken bij die van benzeen, toluen en aceton.

De extractierendementen zijn ten slotte afhankelijk van de aard van de steunstof : zo is de extractie van de PAK's vlugger en vollediger vertrekkende van stof in de lucht (volledige extractie na 100 uren met het soxhlet-toestel) dan vertrekkende van roet (onvolledige extractie na 2.000 uren). Zelfs met ultrageluiden kan geen volledige extractie worden gewaarborgd uitgaande van roet.

2.2.6.2. *Uitwerking van een meetmethode voor organische pollutanten in rook bij de emissie*

In 1975 hebben wij bij de studie van de meting van organische pollutanten bij de immissie een opvangtechniek uitgewerkt voor deze pollutanten op een chromatografiekolom van Tenax om ze te concentreren tot op een meetbare waarde. Deze studie werd gepubliceerd in het Frans (mei 1976) en in het Nederlands (september 1976) in de *Annalen der Mijnen van België* onder de titel « Bemonstering, recuperatie en analyse van organische pollutanten in de lucht ».

In 1976 vingen wij de studie aan van de bepaling van het gehalte aan organische substanties van rook bij de emissie. Hier zijn de gehalten aan organische pollutanten algemeen hoog. Ze moeten dan ook niet geconcentreerd worden zoals bij de immissie, maar in tegendeel, slechts een klein representatief volume volstaat als monster.

De eerste rookbemonsteringen aan de schoorsteen gebeurden in glazen ampullen. In het laboratorium werd een opgaand deel van deze bemonsteringen overgebracht op een chromatografiekolom van Tenax en de organische pollutanten werden geanalyseerd volgens de voordien uitgewerkte methode voor hun dosering bij de immissie.

Zo te werk gaande wordt evenwel vaak een aanzienlijke condensatie vastgesteld van waterdamp en organische produkten op de wanden van de bemonsteringsrecipiënt. Bijgevolg ontsnappen talrijke produkten, vooral de allerswaarste, gedeeltelijk aan de analyse. Daarom hebben wij twee andere methodes bestudeerd.

De eerste bestaat erin een bepaald volume rook met behulp van een gasspuitje onmiddellijk over te brengen op een chromatografiekolom. Zo wordt de storende condensatie van de waterdamp tijdens de overbrenging vermeden en kan daarna een volledige en gedetailleerde studie worden uitgevoerd van de in de rook bevatte diverse organische pollutanten.

De tweede methode welke gebaseerd is op het werk van twee Duitse vorsers Ixfeld en Buch (Brenn-

stoff-Chemie 47, nr. 3, 1966, 79-83) tracht daarentegen enkel het totale gehalte van de organische substanties in de rook te bepalen. Daarom worden de op een silicagelpatroon geadsorbeerde organische substanties thermisch gedesorbeerd en verbrand in een zuurstofstroom. Het aldus gevormde CO₂ wordt geabsorbeerd in een oplossing van bariet met gekende titer en het teveel aan bariet wordt dan getitreerd. Om kwantitatief te zijn vergt de verbranding van de organische substanties echter wel het gebruik van een katalysator. Onze eerste proeven met platina afgezet op aluminiumoxydepellets toonden een snelle desactivering van de katalysator aan, gepaard gaande met een daaropvolgende daling van het verbrandingsrendement. Er zullen dus nieuwe proeven moeten worden uitgevoerd met andere katalysatoren.

2.2.7. *Deelname aan het nationaal programma : Onderzoek en Ontwikkeling over het fysisch en biologisch leefmilieu — Project Lucht*

Op 10 januari 1975 keurde de Ministerraad de uitvoering goed van een nationaal programma over het leefmilieu — Project Lucht, dat door onderzoek en ontwikkeling, daar waar de wetenschappelijke en technische kennis ontoereikend zijn, aan de Regering en de openbare overheid de rationele grondslagen moet geven tot de besluitvorming voor de te voeren acties en de middelen om ze uit te voeren inzake luchtverontreiniging.

Om dit programma te verwezenlijken wordt op integrerende wijze een beroep gedaan op alle wetenschappen, zodat geen enkele interactie over het hoofd wordt gezien, en enkel op wetenschappelijke centra bij uitstek.

De uitvoering van het programma steunt op overeenkomsten en contracten die in naam van de Regering door de Staatssecretaris voor het Wetenschapsbeleid werden afgesloten.

Na de goedkeuring van het project werd de afdeling Pâturages ingezet voor de uitvoering van het programma om de toepasbaarheid te bestuderen van veelbelovende moderne technieken voor continue en semi-continue metingen van de emissie van gasvormige pollutanten in de schoorstenen. In december 1975 werd een beroep gedaan op het laboratorium van Luik om gelijklopend met wat in de testzone van Gent was verricht, een inventaris op te maken van elke industriële emissie van luchtpolluënten in een equivalente zone van de streek van Luik, die zich uitstrekt van Engis tot Herstal en een oppervlakte van 112 km² beslaat. Deze inventaris moet worden opgesteld op grond van berekeningen, selectieve me-

tingen, het beroep doen op emissiefactoren uit de literatuur en andere. De te verstrekken informatie zal bij voorbeeld betrekking hebben op de geografische ligging van de bron, de parameters van de schoorstenen, de aard, de kenmerken en de hoeveelheden van de in de atmosfeer afgegeven pollutanten, de emissieduur. Deze opdracht welke de medewerking van de ondernemingen vergt, wordt verricht met de hulp van de betrokken ministeries, elk wat zijn bevoegdheid betreft.

Hoewel het contract aangaande het laboratorium van Luik pas op het einde van de maand juni 1976 werd ondertekend zijn wij sedert het eerste semester in contact getreden met de Gentse collega's (Prof. Hoste en Dams) die belast zijn met een analoge opdracht in de streek van Gent, alsook met de collega's belast met de studie van de overdrachtsverschijnselen van de lucht-polluenten op de bodem, de plantengroei en de dieren, om te vermijden dat wij een te grote achterstand zouden oplopen t.a.v. de andere instellingen die medewerken aan de uitvoering van het programma. Wij hebben de enquêteformulieren opgesteld, bestemd voor de betrokken industriëlen, en meegewerkt aan de uitwerking van de gecodificeerde formulieren bestemd voor de computer (ponskaarten).

Sedert het begin van de overeenkomst (1 juli 1976) hebben wij formulieren verzonden naar 124 firma's uit de streek van Luik om de eerste inlichtingen te verzamelen over de emissie van pollutanten waarvoor zij verantwoordelijk zouden zijn. Wij zijn begonnen met het bezoek van deze firma's om de gevraagde en ontvangen inlichtingen te preciseren.

Wij hebben ook een bibliografische studie ondernomen over de emissie van partikels en gas (bemonstering bij de emissie en dosering), enkele praktische voorafgaande proeven aangevat, en het nodige materieel gekozen en besteld.

Ten slotte hebben wij een procedure opgesteld van gegevensberekeningen en -formulieren voor de verbrandingsinstallaties en de opslagreservoirs die

vrijwel in alle ondernemingen voorkomen en de voornaamste oorzaken vormen van de luchtverontreiniging in de centrales.

Onze deelname aan de tak « overdracht van pollutanten » voor de zone van Luik bestond eerst in het opsporen samen met de verantwoordelijken van de tak, van plaatsen in de nabijheid van onze neerslagvergaartoestellen die gunstig zijn voor het aanbrennen van met vaseline ingesmeerde platen. Wij wonen ook regelmatig de vergaderingen van deze tak bij en werken mee aan analytische enquêtes. Bovendien geven wij, naar aanleiding van de wens van de Minister van Volksgezondheid, elke inlichting aangaande ons neerslagmeetnet door aan de takcoördinator.

2.2.8. Deelname aan de normalisatiewerkzaamheden van meetmethodes voor de luchtverontreiniging

Wij blijven verder deelnemen aan de normalisatiewerkzaamheden van meetmethodes voor de luchtverontreiniging binnen de Commissie « Bemonsterings- en analysemethodes voor lucht » van het Belgisch Instituut voor Normalisatie. In oktober 1976 nam een lid van ons Instituut als hoofd van de Belgische delegatie deel aan de werkzaamheden van de vierde plenumvergadering van het ISO/TC146 : Kwaliteit van de lucht.

2.2.9. Samenwerking met de onderwijsinstellingen

De sectie « Leefmilieu » van het laboratorium heeft verschillende eindejaarswerken geleid van studenten uit het hoger onderwijs in verband met problemen van luchtverontreiniging.

2.3. POLYMEREN

De bij de oprichting van de sectie gekozen onderzoek-opties worden sedert vijf jaar gehandhaafd maar ontwikkelden zich op verschillende wijze.

In het vlak van de « Incorporatie van minerale vulingen » gaf de studie van het harsbeton aanleiding tot het grootste aantal werkzaamheden terwijl in het vlak van het « Gedrag van materialen t.o.v. vuur » de controle op de reactie t.o.v. vuur overheerste.

Zoals de vorige jaren was het belangrijkste deel van de ganse bedrijvigheid evenwel voorbehouden aan een zeer verscheiden technologische hulp aan de nijverheid.

2.3.1. Incorporatie van minerale stoffen

2.3.1.1. Harsbeton en -mortel

Tijdens de jongste twee jaren nam de sectie actief deel aan de uitwerking van een synthetisch marmer dat bestaat uit een mengsel, samengesteld uit ongeveer 20 % polyesterhars en 80 % fijne kalksteen, waarbij na kneding een kleurstof wordt gevoegd. De verkregen brij kan worden gegoten om ze verschillende vormen te geven : platen, wasbak- of douche-kuipen, bouwelementen voor gevels.

Momenteel zijn de fabricageprocédés en het materiaal goed afgesteld en in de streek van Luik zal een produktie-eenheid die 400 t/jaar kan produceren in een eerste etappe en 1.100 t/jaar in een tweede, worden opgericht.

Op figuur 9 is een gebouw voorgesteld dat gebouwd werd vertrekkende van dit soort elementen dat de Amerikanen « Plastic Marble » noemen.

Tijdens een bezoek aan het NIEB legden industriëlen uit het Midden-Oosten veel belangstelling aan de dag voor dit produkt ; er zijn onderhandelingen aan de gang tussen INEWALL, een Belgische industrieel, en een firma uit Koeweit over exportovereenkomsten voor de vakkennis en de installatie van het materieel. Het materiaal zou er vervaardigd worden met zand als minerale vulling. In het NIEB werden afstellingsproeven verricht uitgaande van honderden kilo's zand dat

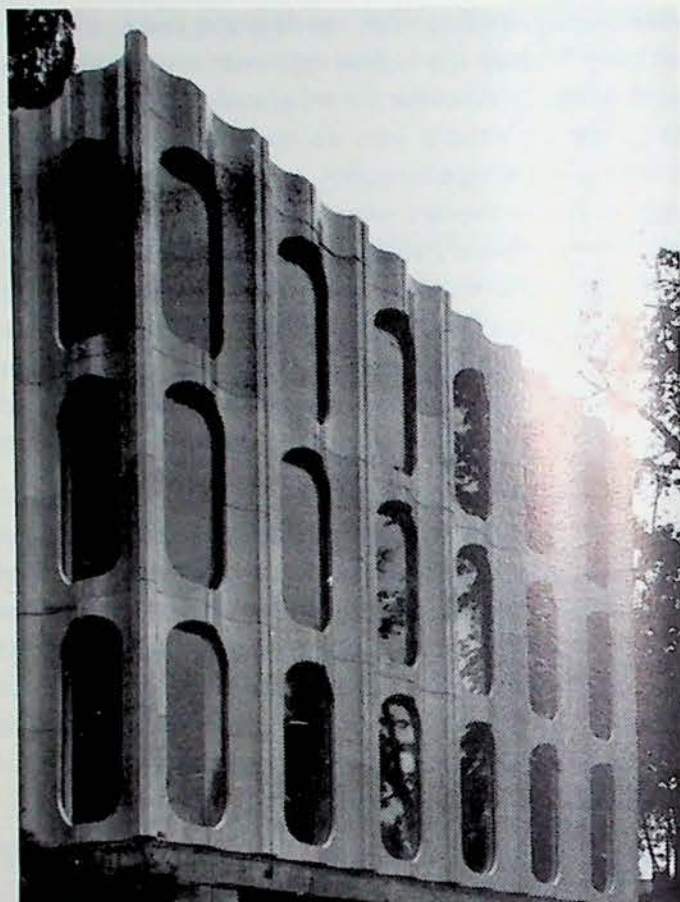


Fig. 9. — Gevel in elementen verkregen door vorming uitgaande van een mengsel fijne kalksteen en polyesterhars.

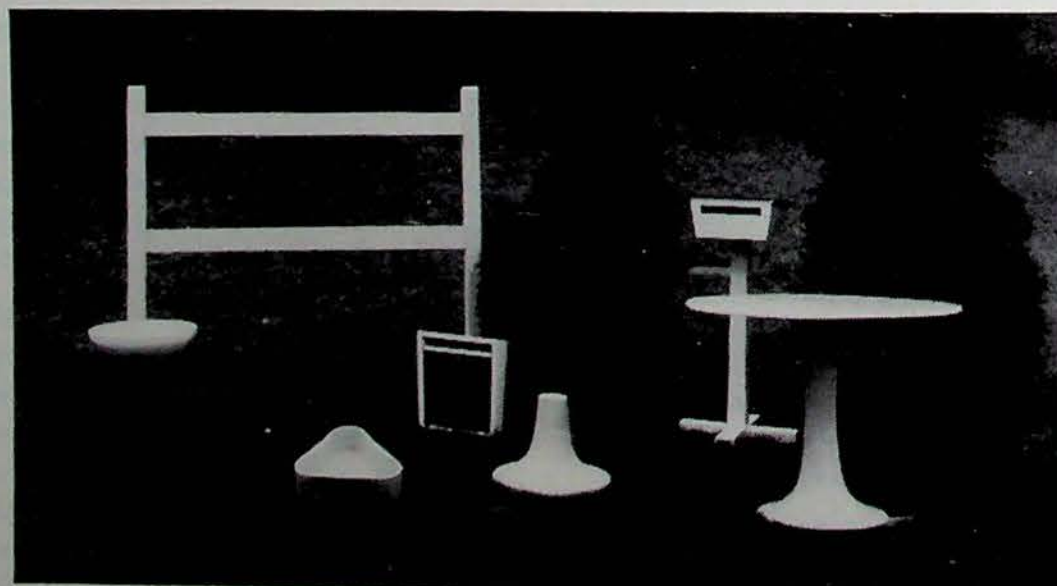


Fig. 10. — Voorbeelden van tuinmeubilairartikelen.

rechtstreeks uit het Midden-Oosten kwam. De proeven sloegen op eigenschapsbepalingen en uitzichtonderzoeken door eerst gebruik te maken van gewoon hars en daarna van hars dat aangepast is aan de bijzondere klimatologische omstandigheden van Koeweit.

De projecten tot verwezenlijking van stads- of tuinmeubilair werden overigens in diverse richtingen voortgezet. Figuur 10 geeft enkele vervaardigde stukken weer die hierna omschreven worden :

- Bloembakken van diverse afmetingen werden gegoten uitgaande van bestaande modellen die gewijzigd werden volgens de eigenschappen van het harsbeton.
- De vervaardiging van afsluitingen werd aangevat. Door een voorafgaande studie van de versterkings- of ondersteuningstypes (gaas, betonijzer, metalen of plastieken staven) en de mogelijkheid tot verlichting door incorporatie van een schuimkern konden de afmetingen worden bepaald voor de latten en palen, afhankelijk van de te verkrijgen mechanische eigenschappen. Om de studie aan te vullen werden verschillende bevestigingswijzen overwogen voor de latten op de palen : vastbouten, verankeren, pengaten. De vergelijking van de eigenschappen van deze afsluitingen met die van afsluitingen van hout, klassiek verstevigd beton of van geëxtrudeerde synthetische elementen, toont aan dat het harsbeton zowel lichtheid, duurzaamheid, stevigheid en gemakkelijk onderhoud in zich verenigt. De kostprijs en met name die van de palen is evenwel nog te hoog om te kunnen concurreren met de thans op de markt beschikbare elementen.
- De volledige studie van een brievenbusprototype werd tot een goed einde gebracht. Het werd zo opgevat dat de bus ofwel een vast deksel had van harsbeton of een mobiel deksel van gelaagd polyester. Alle tintcombinaties zijn mogelijk en de bus kan worden vastgemaakt aan een bestaande structuur of aangebracht op een harsbetonnen voet.
- Zonneschermvoeten werden in gietvormen gegoten van gelaagd polyester, opgevat in twee delen en in de vorm van een halve diablo.

Buiten dit specifieke domein werden talrijke elementen van verschillende vorm en uitzicht bestudeerd met name meetklemmen met incorporatie van korte vezels, schoorsteenelementen, reliëfplaten met het uitzicht van hardsteen bestemd voor een nieuwe Luikse fontein.

2.3.1.2. *Verbetering van de verwezenlijkingen met kunststoffen*

De aan de gang zijnde studie over de incorporatie van talk, krijt, dolomiet, mica, amiantpoeder en antimoniumoxyde in thermoplastische polymeren werd in de mate van het mogelijke voortgezet. Verschillende proeven op de chemische weerstand en het gedrag van gevulde polymeren bij temperatuur (HDT, Vicat-punt, punt van glasachtige overgang) maakten de bepaling mogelijk van het versterkend effect van sommige vullingen (talk, mica, micro-amiant). Antimoniumtrioxyde daarentegen, dat vaak gebruikt wordt als ignifugeermiddel, veroorzaakt een daling van diverse mechanische, chemische en fysische eigenschappen.

2.3.1.3. *Lijm voor steenachtige materialen*

De eerste bouwfase van de nieuwe zetel van de Bank Brussel Lambert te Luik, opgericht met behulp van gepreassembleerde hardsteenelementen is thans beëindigd. (zie foto ter illustratie van de inleiding van het verslag).

2.3.2. *Gedrag van materialen t.o.v. vuur*

2.3.2.1. *Proeven voor de industrie*

De op verzoek van de industrie uitgevoerde metingen van de reactie t.o.v. vuur beslaan het grootste deel van de bedrijvigheid in het vlak van het gedrag t.o.v. vuur. Een vijftigtal proces-verbalen werden opgesteld waarvoor meer dan 2.500 metingen nodig waren.

De benodigde apparatuur voor de toepassing van de Franse norm C 32-070, slaande op de classificatie van elektrische geleiders en kabels op het stuk van hun gedrag t.o.v. vuur, is thans opgesteld. Deze apparatuur welke de verificatie mogelijk maakt van enerzijds geleiders en kabels die geen vlammen voortplanten, en anderzijds van die welke geen brand voortplanten, werd in de werkplaatsen van het NIEB gebouwd. De twee delen ervan zijn voorgesteld op figuur 11 en voorbeelden van kabels die de vlamvoortplantingsproef ondergingen komen voor op figuur 12.

2.3.2.2. *Studie van de methodologie van de ontwerp-norm NBN 713-030*

De ontwerp-norm NBN 713-030 op de reactie t.o.v. vuur, welke de opstelling tot doel heeft van een classificatie van bouwmaterialen, vormde het object

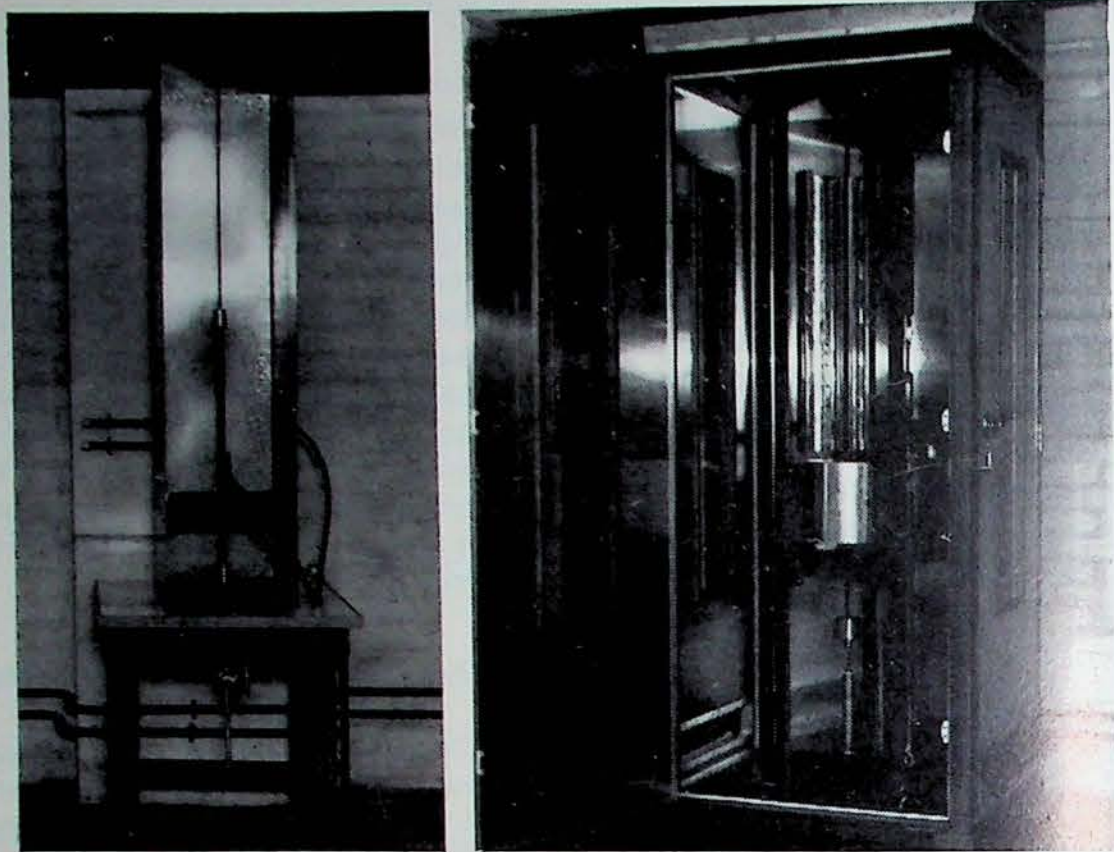


Fig. 11. — Apparatuur voor de nazichtproef van geleiders en kabels die geen vlammen voortplanten (links gedeelte) en van die welke geen brand voortplanten (rechts gedeelte).

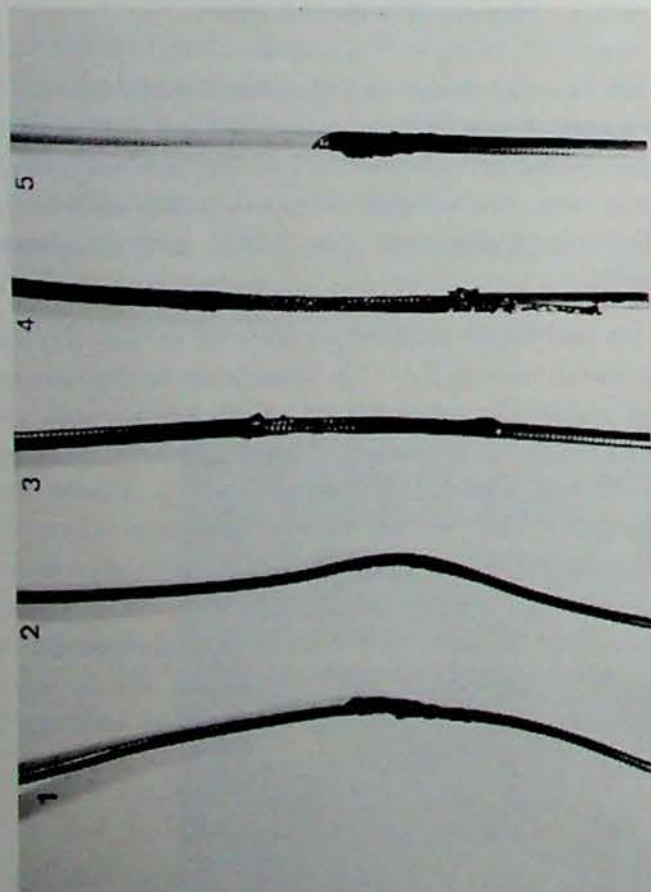


Fig. 12. — Voorbeelden van kabels die de niet-voortplantingsproef van vlammen ondergingen : 1) niet voortplantend, 2) niet voortplantend, 3) voortplantend, 4) voortplantend, 5) niet voortplantend.

van een uitwerking aangezien sommige factoren nog moeten worden aangepast opdat het ontwerp definitief kan worden genormaliseerd.

De uitwerking bestond hoofdzakelijk in het onderzoek van de proefmethodologie door het uitvoeren van reeksen metingen waarin de invloed van verschillende factoren, zoals het nominale aan de radiator geleverde vermogen, de evenwichtstemperatuur van de proefkamer en de verwarming van de instromende lucht, werd bestudeerd.

Verschillende reeksen proeven slaande op proefmonsters van gelaagd polyester werden uitgevoerd en de volgens de NBN 713-030 geteste materialen werden eveneens onderworpen aan de proef met de epiradiator (Frans decreet van 4 juni 1973) om een correlatie op te stellen tussen de twee tests.

Het geheel der resultaten stelde ons in staat de werkvoorwaarden te preciseren :

- het nominale aan de radiator geleverde vermogen moet 900 W bedragen ;
- het stabilisatieniveau van de temperatuur van de proefkamer moet worden opgedreven om 90°C te bereiken ;
- ten slotte moet de instromende lucht voorverwarmd worden om de luchtcirculatie binnen de proefkamer binnen aanvaardbare grenzen te houden.

Deze nieuwe voorwaarden spreiden de schaal van de vuurreactie-index uit en maken de test selectiever.

2.3.2.3. Analyse van verbrandingsrook

Het verbrandingssysteem dat moet worden aangewend in het in het kader van de Nationale Commissie « Brandonderzoek » ondernomen onderzoek is aangebracht. De werking van de mobiele oven waarvan het voortgangsmechanisme in het NIEB gebouwd werd geeft ten eerste voldoening.

De analysehulptoestellen zoals de elektrostatische precipitator, de gasfasechromatografen, de infrarode continue analysetoestellen, de gasopvangsystemen voor nader onderzoek werden aangebracht. Op figuur 13 ziet u een foto van het geheel.

Verscheidende afstellingsproeven van het geheel werden uitgevoerd door verbranding van een zelfde polyester, en het bleek dat de belangrijke hoeveelheid roet die gevormd werd analytische problemen zou kunnen stellen.

In een vaste verbrandingsoven werden zeven verschillende geïgnifugeerde polyesters verbrand bij temperaturen tussen 400 en 800°C. De verandering van de CO/CO₂ verhouding werd gevolgd door gasfasechromatografie. Het opvangen teer werd

eveneens geanalyseerd en de aanwezigheid van 19 tot 33 voorname verbindingen, waaronder toluen, styreen en methylnaftalenen vaak voorkomen, kon worden aangetoond.

2.3.3. Thermische analyse

Ook hier nemen de aanvragen tot tussenkomst ten gunste van de industrie duidelijk toe, zowel op het gebied van de thermogravimetrie als op dat van de differentiële enthalpische analyse.

De voornaamste proeven betreffen hoofdzakelijk :

- thermische stabiliteitsonderzoeken ;
- ontbindingstudies bij geprogrammeerde of isotherme temperatuur ;
- metingen van de soortelijke warmte en de smelttemperatuur ;
- bepalingen van de lengte-uitzettingscoëfficiënt van harsbeton en samengestelde materialen ;
- bepalingen van de ontstekingstemperatuur.

Op een meer theoretisch vlak werd de ontbinding van verschillende polyesters grondig gevolgd met de thermobalans. Het doel van dit werk is de invloed van diverse parameters te bepalen op het thermisch afbraakproces. De volgende parameters kwamen in aanmerking :

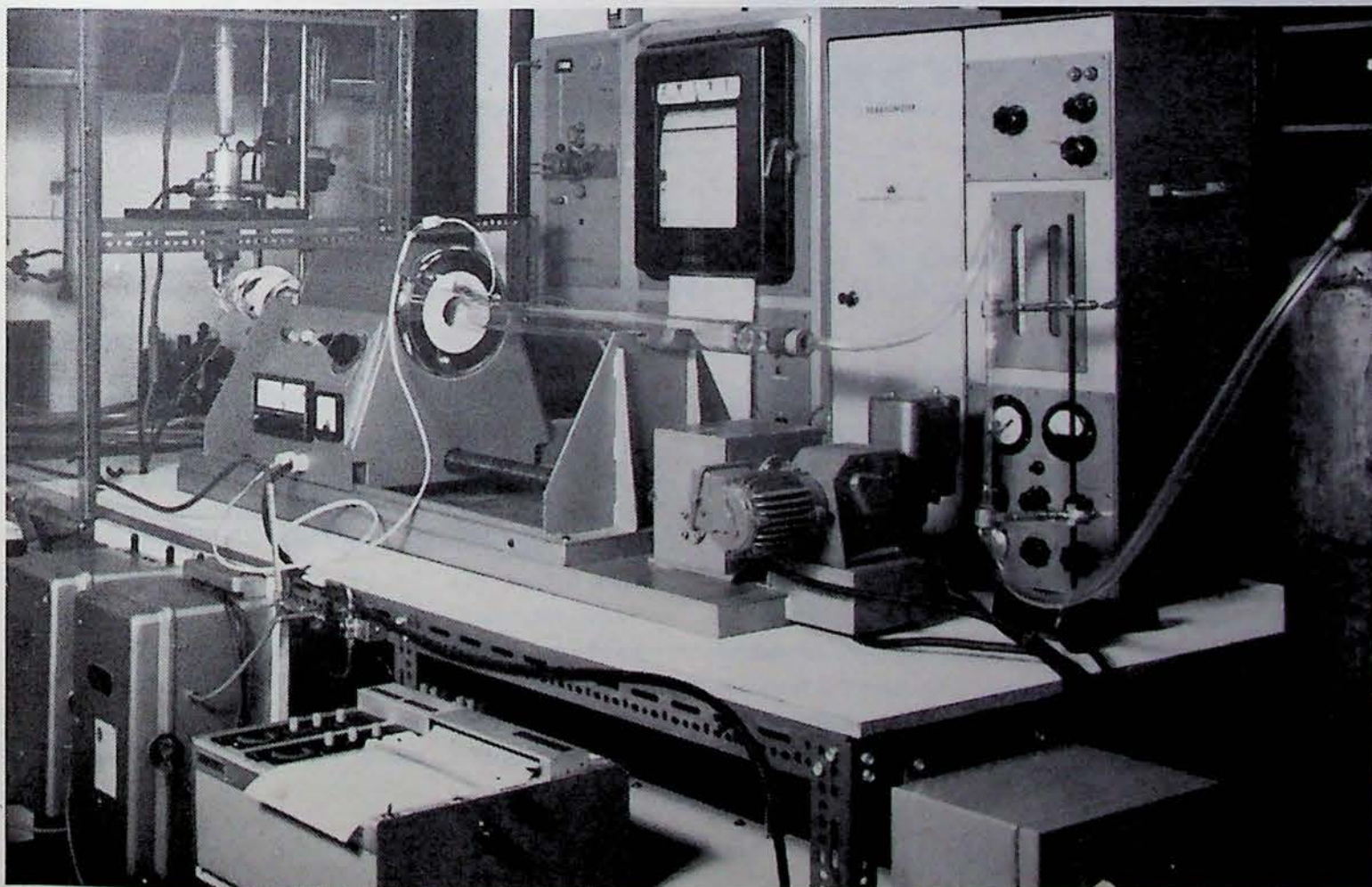


Fig. 13. — Algemeen zicht op het verbrandingssysteem met mobiele oven en de analyse-apparatuur.

- de verwarmingsnelheid,
- de aan de beproeving onderworpen stofhoeveelheid,
- de staat van de onderzochte stof,
- de aard van de omgevingsatmosfeer,
- de aanwezigheid van diverse vullingen en toevoegmiddelen.

Voor elf polyesters konden indexen van relatieve thermische stabiliteit worden bepaald en de vergelijking toont duidelijk de invloed aan van het chloren-disch zuur (HET-zuur), een verbinding die rijk is aan chloor en als ignifugeermiddel gebruikt wordt voor polyesters, op het pyrolyseproces van deze harsen.

De analyse van de wijzigingen voorkomende in de infrarode absorptiestroken van een klassiek polyester dat een geleidelijke pyrolyse ondergaat, toont aan dat de afbraak aanvangt rond 250°C en totaal is rond 400°C. Boven deze temperatuur wordt er een polygecondenseerd aromatisch geraamte gevormd dat alleen nog enkele overblijvende polyesterfuncties bevat.

2.3.4. Hulp aan de industrie

Naast de metingen op het gebied van harsbeton, de reactie t.o.v. vuur en de thermische analyse, werden diverse bepalingen verricht welke alle andere analysemogelijkheden van het laboratorium inschakelden :

- identificatie van afgewerkte of halfafgewerkte produkten door infrarode spectrofotometrie :

- meer dan dertig verschillende materialen werden geanalyseerd ;
- gehaltebepaling van HCl, CO en CO₂ door gasfasechromatografie in de verbrandingsrook van diverse materialen ;
- gehaltebepaling van chloor en stikstof in weefsels en kleurstoffen ;
- bepaling van het specifieke oppervlak van antimoniumoxyden, zand en kalkhoudende minerale vullingen ;
- stookwaarde van diverse kunststoffen ;
- opstelling van volledige technische steekkaarten van fijne vullingen : pH, olieopsorping, vochtigheid, droge of natte granulometrische analyse.

Bijzondere aandacht moet worden besteed aan de versnelde verouderingsproeven die uitgevoerd werden op proefmonsters van alle afmetingen, gaande van enkele centimeters tot meerdere meters, met behulp van diverse apparatuurtypes en volgens totaal verschillende technieken : Xénotest, UV met hoge relatieve vochtigheid, thermische cyclussen van —40 tot +80°C, artificiële bezonning op 80 °C gevolgd door koeling door waterbesprenkeling, langdurige onderdompeling in waterbaden op 60°C.

2.3.5. Samenwerking met de onderwijsinstellingen

Zoals de vorige jaren leiden de vorsers van de sectie « Polymeren » de eindejaarswerken van studenten uit verschillende Luikse onderwijsinstellingen.

2.4. DIVERSE WERKZAAMHEDEN

Naast de bovenvermelde studie- en onderzoekthema's voerde het laboratorium talrijke analyses en diverse werkzaamheden uit, waaronder wij aanstippen :

- 80 onmiddellijke analyses van steenkool van diverse herkomst ;
- 20 bepalingen van het zwavelgehalte van vaste en vloeibare brandstoffen ;
- 14 elementaire analyses van steenkoollei.

3. Sektie « Proefstation »

3.1. VALORISATIE VAN BRANDSTOFFEN

3.1.1. *Ontroking van Poolse eitjes*

In Katowice werd opnieuw contact gelegd met de Poolse firma die interesse aan de dag legde voor de produktie van een rookloze brandstof op basis van halfcokes, geagglomereerd met pek op lage temperatuur. De vergadering maakte de bespreking mogelijk van de technische kenmerken van het door het NIEB voorgestelde ontwerp voor een oven met gefluïdiseerd zandbed en van de door onze Belgische licentiehouders opgestelde prijsofferte.

3.1.2. *Ontroking van Indische eitjes*

Op verzoek van een Franse firma van agglomeratiematerieel die voor Indië werkzaam is, hebben wij een reeks proeven van thermische behandeling in zandbed uitgevoerd in de proefoven, op agglomeraten van 20 g, op basis van halfcokes verbonden met pek op lage temperatuur. In principe moeten de eitjes bij het verlaten van de pers een hoge vochtigheidsgraad bezitten (20-30 %). Dit vergt een droogbehandeling alvorens ze worden ontrookt. Daar de ontvangen monsters een groot gedeelte van hun vochtigheid verloren hadden, werden vóór het drogen bevochtigingsproeven uitgevoerd door een gedeelte van de agglomeraten onder te dompelen in water.

De uitgelekte eitjes (ongeveer 18 tot 20 % H₂O) blijken de thermische schok bij 150° te verdragen. De ontroking is volledig voor een behandelingsduur van 3/4 uur.

Rekening houdend met de als bevredigend beschouwde resultaten en met de gelijkenis van het door de Poolse industriële groep gestelde probleem, heeft de Belgische engineering-firma, licentiehouders voor de bouw van ovens met gefluïdiseerd zandbed, een begrotingsraming opgesteld voor een installatie met 2 lijnen van 12,5 t/h.

3.1.3. *Deelname aan de studies van het C.R.M.*

Het Centrum voor Research in de Metallurgie voert een door de CEG gesubsidieerde studie uit over het gedeeltelijk in de cokesoven brengen van niet voor cokesbereiding geschikte steenkolen in de vorm van eitjes geagglomereerd met pek. In de proefoven dienen voorafgaande proeven uitgevoerd om diverse factoren zoals de samenstelling van de mengsels en het kaliber van de eitjes te bestuderen. Rekening houdend met de kleine ladingen die voor de proefnemingen vereist zijn, werd de agglomeratieinrichting van het NIEB ter beschikking gesteld van het CRM en op het einde van dit jaar werd met de eerste produkties begonnen.

3.2. DEELNAME AAN DE VOORAFGAANDE STUDIES OVER DE ONDERGRONDSE VERGASSING

3.2.1. Experimentele vergassingsinrichting

Tijdens het eerste semester heeft het personeel van het proefstation deelgenomen aan de montage en de beproeving van het materieel bestemd voor de vergassingsproeven van steenkool onder hoge druk. De tijdens de eerste ontstekingen waargenomen, uiterst hoge temperatuurniveaus hebben een aantal wijzigingen teweeggebracht in het oorspronkelijke programma en onder meer de vervanging van de thermokoppels Ni - Ni - Cr door thermokoppels Pt - Pt - Rh en de bestelling van een CO₂-ontspanningsinstallatie om de verbrandingslucht te verdunnen en de endotherme reactie van Boudouard te activeren. De kop van de reactor werd gewijzigd en aangepast aan de fijnere en brozere koppels Pt-Pt-Rh.

Om de metaalwand van de reactor te beschermen tegen smelting en verbranding, werd rondom een zone van 3 cm zeer fijnkorrelig zand van Mol aangebracht. De reactorkern bevat een mengsel met een hogere doordringbaarheid voor de verbrandingslucht en houdt aan gewicht 50 % steenkool 5/10 en 50 % steenkool in. Tevens werd de steenkool onderaan de reactor over ongeveer 10 cm vervangen door een beschermende laag zand van Mol.

Tijdens het tweede semester werden vijf proeven uitgevoerd met continu debiet onder constante druk. Daar de keten van continu-gasontleders nog in montage was, werden de waarnemingen verricht met het Orsat-apparaat op basis van met geregelde tussenpozen genomen monsters. Een eerste reeks werd verricht bij drukwaarden van 4,4 - 9,7 en 28 bar, met een luchtmassadebiet van zowat 5 Nm³/h (behalve wat de proef bij 28 bar betreft, waar het massadebiet 8 Nm³/h bedroeg wegens de limiet van de regeling der hogedrukschuiven). De laatste twee proeven werden verricht bij 10 en 28 bar met een luchtdebiet van 15 Nm³/h.

Het onderzoek van de tijdens de proeven verkregen resultaten roept verschillende bemerkingen en enkele interpretaties op.

Vooreerst merkt men bij het verloop van de proefneming drie achtereenvolgende fasen op : een

aanlooperperiode, waarin de zuurstof uit de lucht niet volledig wordt verbruikt, gevolgd door een langere periode in vergassingsregime tijdens dewelke de samenstelling van het gas stabiel blijft. In de derde fase evolueren de reacties naar een eenvoudige verbranding.

De op vier punten van de reactoras gemeten temperaturen stijgen zeer snel. De waargenomen maxima liggen boven de 1500°C en meer dan 1750°C werd bereikt toen het massadebiet 15 Nm³/h bedroeg. In dit geval smolt het platina van de onderste twee koppels en werd het Rijnzand fel glazig. Voor de volgende proeven is men van plan het zand door Korund te vervangen, dat bestand is tegen temperaturen boven de 2000°C.

Algemeen genomen hebben de gasen die uit de vergassingsfase komen een CO-gehalte van 23 à 24 % en een verbrandingswarmte van om en nabij de 1.000 kcal/Nm³. Enkel de proef bij 4,4 bar leverde een duidelijk armer gas.

Uit de berekening van de balans van de vijf uitgevoerde proeven blijkt dat het verbruik van verbrandingslucht 81 à 82 % van het geproduceerde gasvolume beliep. Dit laatste kan worden gesplitst in twee fracties : ongeveer 90 % luchtgas en 10 % destillatiegas.

3.2.2. Experimentele verbrandingsinrichting voor arm gas onder hoge druk

De plannen van de proefverbrandingskamer werden uitgewerkt door het tekenbureau van het proefstation. De uitvoering ervan werd toevertrouwd aan het Belgisch Instituut voor Hoge Druk.

Het omhulsel, bestand tegen 50 bar, en de metalen verbrandingskamer werden in de loop van het tweede semester geleverd.

De montage van de inrichting zal tijdens het eerste kwartaal 1977 een aanvang kunnen nemen.

3.3. VALORISATIE VAN GROEVEPRODUKTEN

In het kader van onze samenwerking met de VKKD hebben wij de voorafgaande werkzaamheden voortgezet met het oog op de uitwerking van een onderzoekprogramma over de valorisatiemogelijkheden van zwavelig residuslik, verkregen door ontzwaveling van industriële rook door wassing met kalkmelk.

De chemische en fysische kenmerken van monsters van zwavelig residuslik, afkomstig van de rook ontstaan bij de roosting van blende, werden bepaald en oxydatieproeven op dit slik in een gebufferd medium met pH 4,5 werden met succes uitgevoerd in een kleine flotatiecel. Het sulfietgehalte van het verkregen gips bedroeg minder dan 1 %. Anderzijds werd zwavelig slik geproduceerd in een speciaal daarvoor gebouwde wasmachine. Het doel was een verplaatsbaar systeem uit te werken waardoor het mogelijk zou zijn

bemonsteringen te verrichten op industriële schoorstenen om de invloed van eventuele onzuiverheden op de kenmerken van het na oxydatie bekomen gips na te gaan.

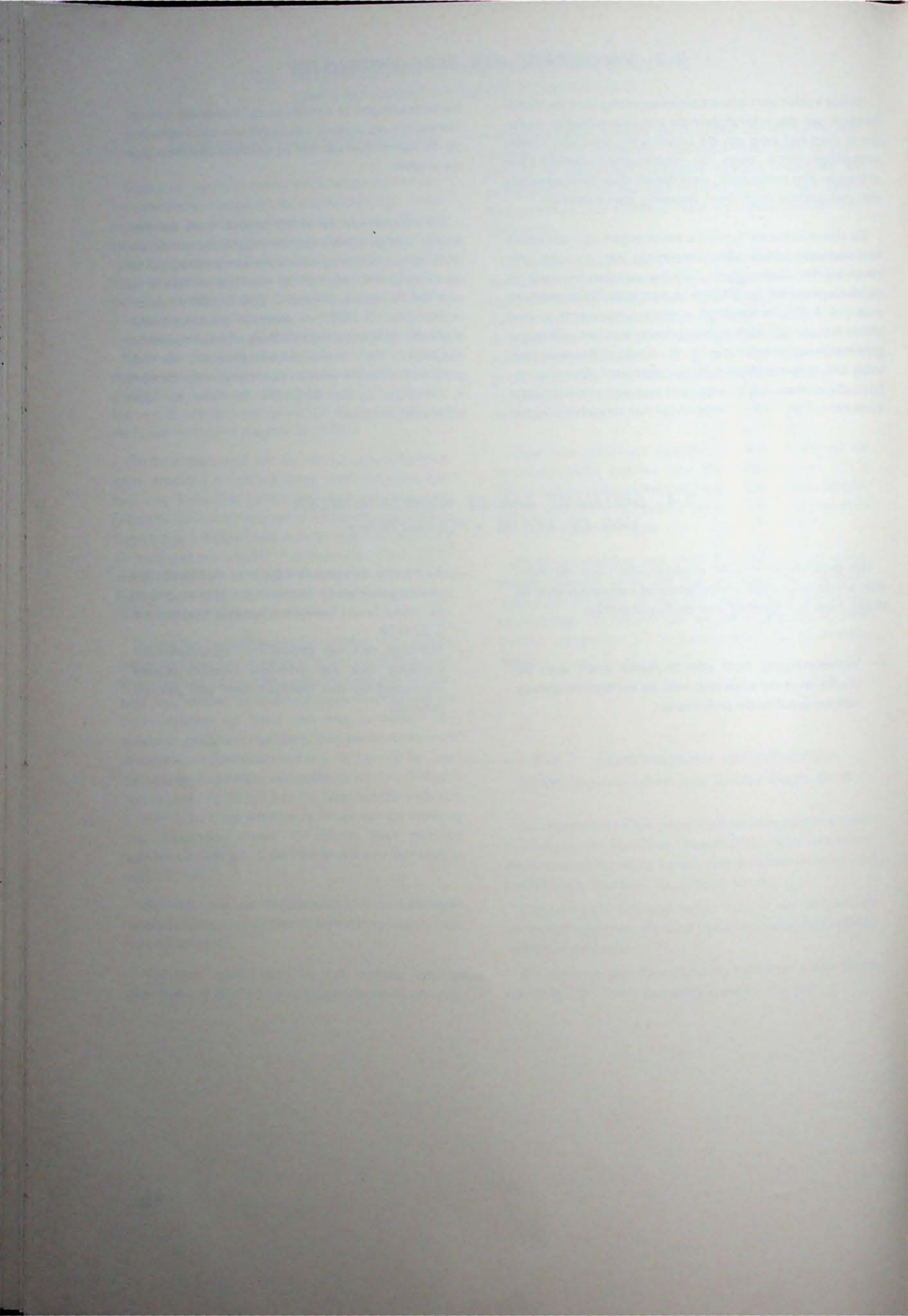
Op verzoek van de VKKD hebben onze diensten tevens deelgenomen aan de organisatie en de uitwerking van een programma van compressieproeven op mortelproefbuisjes en op muurtjes om aan te tonen dat de bastaardmortel C 200 G 100 en de cementmortel C 300, in normale gebruiksomstandigheden gelijkwaardig zijn. Deze proeven maken het mogelijk de mortelsamenstellingen en de proefmethodes die worden aanbevolen door de thans in ontwerp zijnde Belgische normen, op losse schroeven te zetten.

3.4. DEELNAME AAN DE WERKZAAMHEDEN VAN DE SEKTIE « POLYMEREN »

Het proefstation heeft deelgenomen aan de montage en de bouw van installaties of toestellen voor de studie over het gedrag van de kunststoffen :

— Vervaardiging van een mobiele oven voor de studie over de toxiciteit van de verbrandingsrook van verschillende polymeren.

- Bouw van een proefkabine voor de classificatie van de geleiders en kabels m.b.t. tot hun gedrag ten opzichte van het vuur volgens de Franse norm C 32-070.
- Montage van het paneel met weerstandsverwarming voor een artificiële bezonningsproef uitgevoerd op een prefabelement van gelaagd polyester.



Afdeling Pâturages

4. *Sektie Veiligheid « Springstoffen »*

In 1976 heeft de Directeur-generaal der Mijnen twee Duitse springstoffen met ionenuitwisseling als springstoffen van het type nr III aangenomen voor gebruik in ondergrondse mijnwerken. Sedert de invoering van deze nieuwe springstoffen heeft de afdeling Pâturages haar traditionele taak inzake controle van springstofmonsters voor steenkoolmijnen die uit de handel worden genomen, voortgezet.

Zoals vorig jaar beoogden de navorsingen die eigen zijn aan het Instituut de vervolmaking van het Belgisch systeem van ingeschakelde stofgrendels, ondermeer door de vierkante sektie van de laatste versie te vervangen door een ronde sektie van dezelfde grootte. Bovendien werd, aan de hand van verscheidene proeven, de mogelijkheid bevestigd om de toepassing van dit systeem uit te breiden in het

voordeel van de veiligheid in de vuurwerk- en kruitfabrieken.

Zoals elk jaar heeft de samenwerking met de Springstoffendienst van het Bestuur van het Mijnwezen het grootste deel van de werkzaamheden geleverd tijdens het ganse dienstjaar: schoten met veiligheidsspringstoffen in een mortier met bijzondere vorm, werkzaamheden in verband met nieuwe springstoffen in waterig gel voor de groeven, diverse produkten op basis van ammoniumnitraat, onderzoek van verschillende partijen detonatoren, koorden en lonten.

Tenslotte werd een « vormings »-procédé met gebruik van springstof beproefd ten behoeve van het project voor de ondergrondse vergassing van steenkool onder hoge druk.

4.01. OFFICIELE ERKENNING VAN TWEE DUITSE VEILIGHEIDSSPRINGSTOFFEN MET IONENUITWISSELING

Zoals werd aangekondigd in paragraaf 401 van het NIEB-verslag 1975, heeft de N.V. « PRB Nobel Explosifs » de vervaardiging van « Kempoxite » in haar fabriek te Balen afgeschaft wegens de daling in het verbruik van mijngas- en stofveilige springstoffen.

Ter vervanging gebruiken de Belgische steenkoolmijnen springstoffen met analoge eigenschappen, vervaardigd in de D.B.R. : « Wetter-Roburit B » van Wasag Chemie G.m.b.H en « Wetter-Energit B » van Dynamit Nobel A.G.

Naar aanleiding van de resultaten van de in 1975 uitgevoerde onderzoeksschoten (zie paragraaf 401 van het NIEB-verslag 1975) en van de dit jaar verrichte bijkomende proeven (schoten met de cilindervormige stalen mortier in kolenstof), heeft de Directeur-generaal der mijnen « Wetter-Roburit B » en « Wetter-Energit B » als springstoffen van het type nr III aangenomen voor gebruik in ondergrondse mijnwerken.

4.02. CONTROLE VAN SPRINGSTOFFEN VOOR STEENKOLMIJNEN

Sedert de invoering van de pas aangenomen veiligheidsspringstoffen op de Belgische markt, controleert de ploeg « Springstoffen » van Pâturages geregeld deze produkten op dezelfde manier en met dezelfde regelmaat als toen « Kempoxite » werd gebruikt.

Zo werden vanaf maart 1976 tot december van hetzelfde jaar, zes monsters van « Wetter-Roburit B » gecontroleerd en bevredigend bevonden in de proefomstandigheden die eigen zijn aan het gewone type III (mortier met normale gleuf).

Bij de mortier met zijgleuf (proefomstandigheden van het verbeterde type III) daarentegen, veroorzaakten de schoten in mijn gas op het tweede in mei genomen monster verschillende ontvlammingsen in weliswaar strenge klimatologische omstandigheden (omgevingstemperatuur 37°C en relatieve luchtvochtigheid: 21 %). Deze resultaten bevestigen hoe belangrijk het is controles in de zijgleuf te verrichten. Dit werd vorig jaar reeds duidelijk aangetoond (zie paragraaf 402 van het NIEB-verslag 1975).

N.B. — Hoewel aangenomen, werd « Wetter-Energit B » nog niet gebruikt door de Belgische Steenkolenmijnen.

4.03. PROEF MET DE IN POLEN GEBRUIKTE MORTIER MET SPLEET

Met het oog op de wetenschappelijke zending die de Belgische delegatie, onder leiding van de Directeur-generaal der Mijnen, in november 1976 in de Poolse Volksrepubliek vervulde, heeft het Instituut verschillende reeksen schoten in mijn gas afgevuurd met springstoffen van de types III en IV in de in Polen gebruikte mortier met spleet (cfr. Cybulski — « Recherches sur la sécurité des explosifs tirés d'un mortier à fente à l'égard du grisou » — Brussel-Heerlen 1956).

Deze mortier vertoont een spleet in de vorm van een diepe sleuf met 1.485 cm lengte, bestemd voor de te testen patronen (fig. 14, 15 en 16).

Bij twee standen van de mortier in de galerij hebben wij de grenslading van de springstoffen met ionenuitwisseling van de types III en IV bepaald.

In de normale gleuf, d.i. naar boven gekeerd (bissectricevlak verticaal) en met 95 cm afstand tussen de kroon van de ontploffingskamer en de rij patronen op de bodem van de spleet (fig. 15), bereikt de grensla-

ding 1100 g voor « Kempoxite » met 30 diameter (rij patronen 1,20 m lang), 1000 g voor « Wetter-Roburit B » in patronen met 31 mm diameter (rij patronen 1,08 m lang) en tenslotte 750 g voor « Wetter-Energit B » in patronen met 31 mm diameter (rij patronen 0,81 m lang).

In de zijgleuf, waarvan de bodem 500 mm van de schokwand verwijderd is (fig. 16), bedraagt de grenslading slechts 300 g voor « Kempoxite » en 250 g voor « Wetter-Roburit B ». Daarentegen blijft ze hoger dan 1200 g (rij patronen 1,5 m lang) voor « Charbrite 418 » in patronen met 30 mm diameter (enige springstof van het type IV die onder deze omstandigheden werd getest).

Aldus blijkt dat de insluitingsomstandigheden in de gleuf van de Poolse mortier met spleet een invloed uitoefenen op het gedrag in mijn gas, die duidelijk merkbaar is bij de springstoffen van het type III (die niet ontvlammen bij 1400 g in de normale gleuf, wanneer die open is in een rechte hoek).

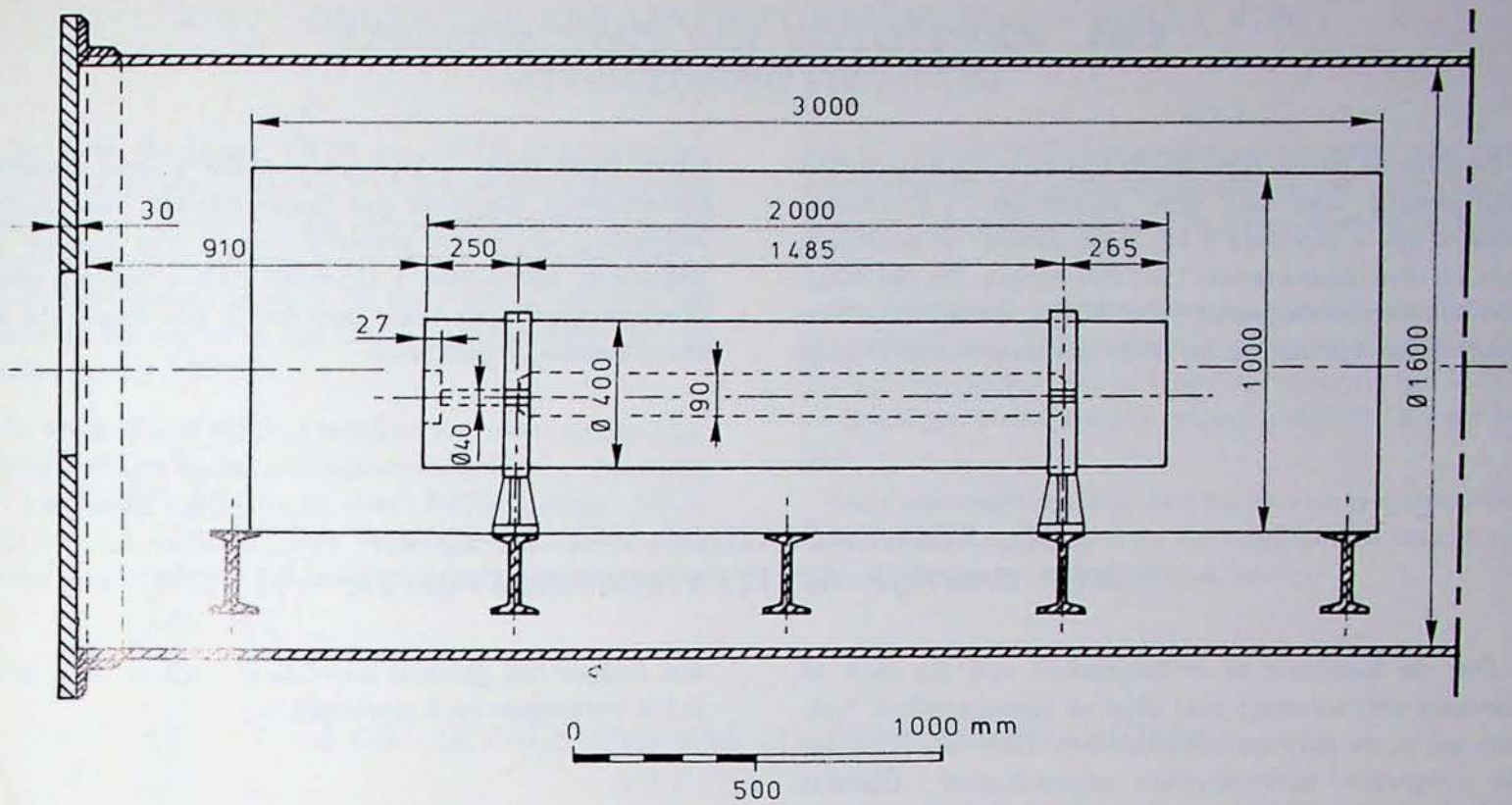


Fig. 14. — Mortier met spleet gebruikt in Polen.

Vue longitudinale suivant flèche F :

langsaanzicht volgens pijl F.

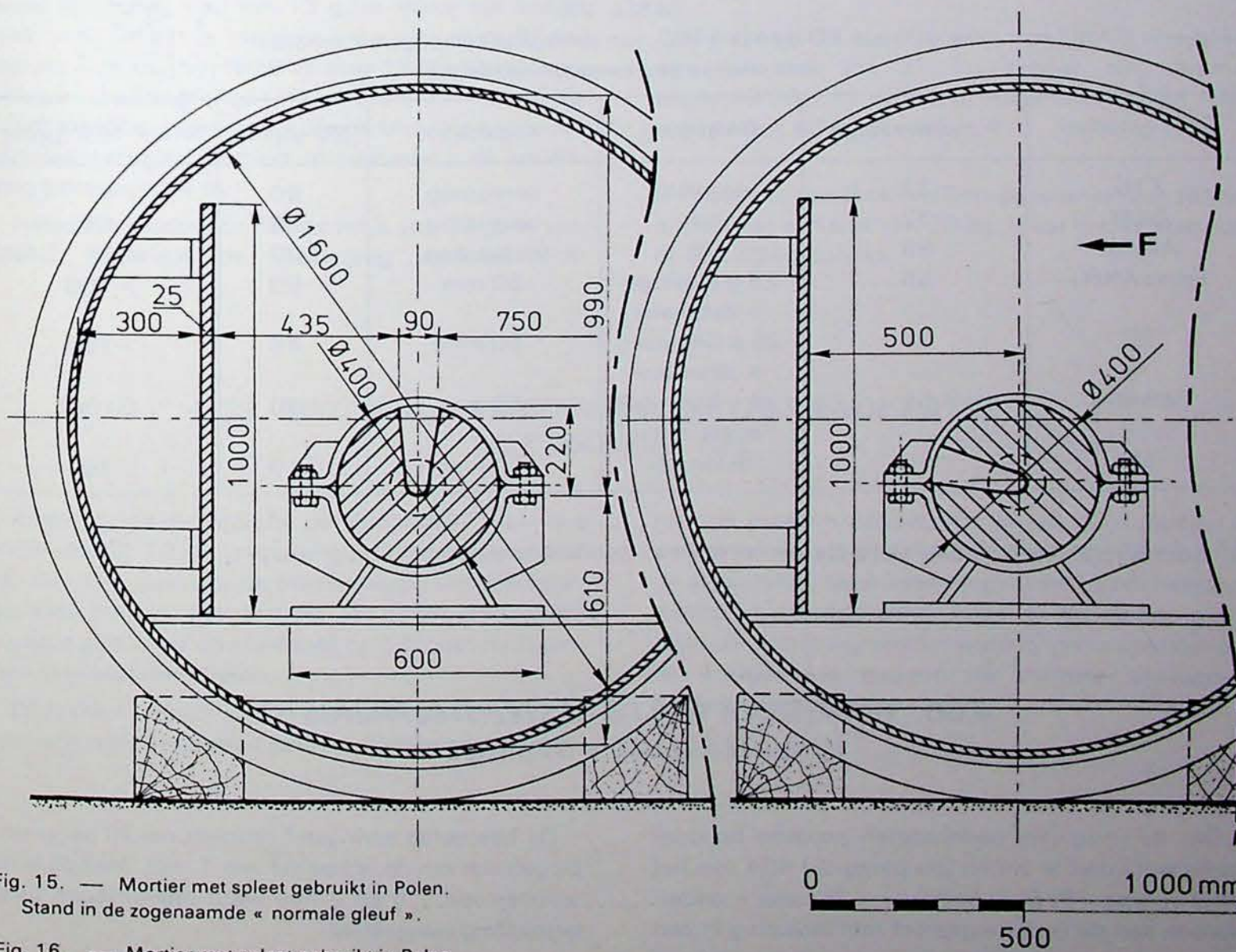


Fig. 15. — Mortier met spleet gebruikt in Polen.
Stand in de zogenaamde « normale gleuf ».

Fig. 16. — Mortier met spleet gebruikt in Polen.
Stand in de zogenaamde « zijgleuf ».

4.04. VOORSTELLING VAN TWEE KLASSIEKE GESTEENTESPRINGSTOFFEN

De Franse firma NPE heeft ons twee springstoffen voorgesteld van het type dynamiet, « Dynamite BAM » en « Gomme F15 » genaamd, in patronen met 25 mm diameter en 150 mm lengte. De patronen met een eenheidsgewicht van 100 g, ondergingen de geschiktheidsproef op de detonatieoverdracht in vrije

lucht. Daar waar « Dynamite BAM » een volledig bevredigend resultaat gaf (geen enkele overdrachtweigerings voor een afstand van 9 cm tussen de patronen), vertoonde « Gomme F15 » talrijke overdrachtweigerings voor een tot 3 cm beperkte afstand tussen de patronen.

4.05. ROOKONDERZOEK VAN SCHOTEN MET DIVERSE GESTEENTESPRINGSTOFFEN

Om de kwaliteit te onderzoeken van de rook afkomstig van schoten met diverse springstoffen, hebben wij in de springstofkamer van 10 m³, 200 g van de volgende springstoffen afgeschoten: Gomme F15, Dynamite BAM, Alsilite, Frans ANFO en Péardite. Daarna hebben wij met behulp van analysebui-

zen Dräger het gehalte aan CO en NO + NO₂ in de aldus verkregen rook gemeten.

De resultaten, die slechts een vergelijkende waarde hebben, komen voor op tabel VII.

TABEL VII.
Gehalte aan CO en NO + NO₂ van de rook afkomstig van schoten met diverse gesteentespringstoffen

Springstoffen	φ mortier (mm)	Ontsteking	φ patroon	CO (ppm)	NO + NO ₂ (ppm)
F15	32	detonator	oorsprong	90	17
BAM	32	id.	oorsprong	50	18
Alsilite	55	id.	oorsprong	100	28
Frans ANFO	55	25 g Blastogel + detonator	50 mm	60	> 100
id.	55	25 g Géonite B + detonator	50 mm	45	> 100
Péardite	55	25 g Blastogel + detonator	50 mm	20	G100
id.	55	detonator	50 mm	10	> 100

N.B. : De gehalten voorkomend in de tabel zijn gemiddelden van verschillende analyses.

4.06. ONDERZOEK VAN DE GESTEENTESPRINGSTOF IN WATERIG GEL « STURALEX »

Om de vorig jaar ondernomen proeven op deze springstof voort te zetten (zie paragraaf 404 van het NIEB-verslag 1975) hebben wij « Sturalex » onderworpen aan de verhittingsproef met insluiting in een stalen huls met gekalibreerde lichtschiif, beschreven in paragraaf 407 van het NIEB-verslag 1971.

De beproefde springstof ontploft na 30 seconden bij gebruik van de lichtschiif van 1 mm. Met de lichtschiiven van 1,5 en 2 mm werd daarentegen geen ontploffing vastgesteld.

...

4.07. ONDERZOEK VAN SPRINGSTOFMONSTERS « IREGEL 406 » VOOR MASSASCHIETWERK

De over de jaren 1974 en 1975 gespreide be-monsteringscampagne op de werkplaats in de groeve leidde tot de conclusie dat de moederbrij die nog niet gegelatineerd is en nog geen gasachtige microbellen bevat, gevoeliger is voor de detonatieschok dan het gestolde en verlichte gel (zie paragraaf 405 van het NIEB-verslag 1975).

In aansluiting daarop hebben we twee nieuwe be-monsteringen op de werkplaats verricht, volgens de in paragraaf 403 van het NIEB-verslag 1974 beschreven techniek, om vervolgens schoten af te vuren in polyethyleenbuizen met een binnendiameter

van 43 mm en 600 mm lengte, elk voorzien van twee sondes op 23 mm afstand van elkaar, om, met behulp van een tijdsintervalmeter, de detonatiesnelheden te meten.

De verkregen resultaten tonen aan dat de detona-tiesnelheid van de moederbrij geregeld duidelijk ho-ger ligt dan die van het overeenstemmende gel (3300 tot 3600 m/s voor de brij, tegen 2900 m/s voor het gel).

Deze waarneming sluit aan bij de vroeger bekomen conclusies in verband met de respectieve detonatie-gevoeligheid van beide produkten.

4.08. BEPROEVING VAN SOEPELE SLAGKOORDEN MET PENTHRITE

Na overlegging door de N.V. Sertra-Blasting heb-ben wij een tweede monster onderzocht van de ge-wone slagkoord Rey van 13 g/m. (Voor het onder-zoek van het eerste monster verwijzen wij naar pa-ragraaf 406 van het NIEB-verslag 1975). Onderwor-pen aan een langdurige (10 minuten) trek van 40 kg wordt deze koord langer zonder te krimpen en zonder zijn detonatiegeschiktheid te verliezen ; de verlen-ging bedraagt 2,4 %.

Hetzelfde geldt voor Pentacord 8 van 12 g/m van DNAG, waarvan de verlenging evenwel 8 %

bedraagt. Er werden tevens twee « lichte » koorden onderzocht.

Microcord VM van 1,5 g/m van DNAG weerstaat aan een trek tot 35 kg zonder zijn detona-tiegeschiktheid te verliezen, maar breekt snel wan-neer de trek 40 kg bereikt.

Primacord van Bickford Company weerstaat zonder schade aan een trek van 20 kg, maar breekt wanneer de trek 30 kg bereikt.

4.09. ONDERZOEK VAN EEN ZELFVASTZETTENDE PATROON MET WATERIG GEL

Zoals aangekondigd in paragraaf 407 van het NIEB-verslag 1975, onderging een tweede monster van de vorig jaar door de Maatschappij Deligne voor-gestelde patroon met waterig gel de proeven welke bepaald zijn in de omzendbrief nr 171 van de Direc-teur-generaal der Mijnen.

Daar een eerste reeks proeven slechts weinig bevredigende resultaten gaven, werden twee andere

reeksen proeven uitgevoerd, de ene door gaatjes te maken in het achterste gedeelte van de patroon, en de andere door twee inkervingen van 15 cm lengte te maken in dezelfde zone. Enkel in dit laatste geval blijkt de uitdrijving van het waterig gel te voldoen om de voorgestelde patroon de vereiste zelfvastzet-tingseigenschappen te geven.

...

4.10. ONDERZOEK VAN EEN TRAAGBRANDENDE VEILIGHEIDSLONT

Op verzoek van de N.V. Sertra-Blasting hebben wij een traagbrandende lont van de firma I.C.I. onderworpen aan de onderzoeken die de gebruikstoelating voorafgaan. Deze worden in detail aangegeven in paragraaf 409 van het NIEB-verslag 1974.

Uit de proeven blijkt dat het verbrandingstempo van de voorgestelde lont gemiddeld iets hoger ligt dan 130 s/m. Indien men een stuk over 25 cm lengte verplettert tussen 2 hoekstalen bedraagt het verbrandingstempo 110 s/m, wat te snel is. Ook de

waterdichtheid is duidelijk onvoldoende : na een verblijf van 24 h onder water wordt het moeilijk de verbrandingstijd met zekerheid te bepalen. Hij stijgt in elk geval met meer dan 10 % ten opzichte van de gemiddelde waarde ; er werd zelfs vastgesteld dat de verbranding ophield bij een stuk dat 4 weken in een vochtig lokaal had verbleven.

De ontvlambaarheid en het ontstekingsvermogen blijken daarentegen groot genoeg te zijn.

4.11. KETSSEN VAN DE DETONATOR OP LONT DOOR DICHTTE WURGING

Herinneren wij eraan dat de dichtheid van de wurging op de lont aanleiding kan geven tot weigering wanneer er binnen in de detonator een dode ruimte bestaat tussen het kruit van het lont en de gevoelige springstof die de detonatie moet bewerken. Wanneer het uiteinde van de lont dat in de detonatorbuis wordt ingebracht op 30° schuin wordt afgesneden en de bek van deze schuine zich op 2 mm van de in de buis samengeperste springstof bevindt, bedraagt de

ketsfrequentie 23 % (zie paragraaf 408 van het NIEB-verslag 1975). Om dit gevaar voor weigeringen sterk te beperken heeft P.R.B. ons een reeks speciale detonatoren op lont bezorgd, met een overbelasting aan buskruit. Met deze detonatoren en deze lont als die welke voordien werd gebruikt, worden nog slechts 2 weigeringen per 40 proeven vastgesteld, d.i. 5 %, wanneer de detonator zoals hoger werd vermeld op de lont wordt gewurgd.

4.12. ONDERZOEK VAN EEN PARTIJ DEFECTE DETONATOREN VOOR INDUSTRIEEL GEBRUIK

Het gaat over een partij van 17 PNE-detonatoren met aluminium buis, van het klassieke type voor gebruik in de groeven.

Een ervan vertoonde de bijzonderheid uitgerust te zijn met een oranje dop waarlangs de gele draad afgebroken was. De 16 andere met witte dop hadden allen hetzelfde gebrek : één van de twee draden, soms beide, waren afgesneden ter hoogte van de eerste wurgingafdruk vertrekkende van de draden.

Het onderzoek met het vergrootglas van het afgebroken uiteinde van de koperen draden toont een geleidelijke verdunning aan, wat blijkt te bewijzen dat de draad eerder afbrak door uitrekking, gevolgd door een geleidelijke samentrekking, dan door afschuiving.

De ontstekers daarentegen zijn normaal daar hun weerstand steeds tussen 1,80 en 2,00 ohm ligt.

4.13. ONDERZOEK VAN DE GEVOELIGHEIDSDREMPEL VAN EEN PARTIJ ELEKTRISCHE DETONATOREN VOOR STEENKOLENMIJNEN

In Pâturages werden 153 momentdetonatoren PNE en detonatoren met geringe vertraging, met koperen buis, onderzocht op verzoek van het Mijnarrondissement van Hasselt die ze in de steenkolenmijn van Beringen had bemonsterd naar aanleiding van weigeringen bij het schieten.

143 ervan, met weerstanden schommelend tussen 1,61 en 2,30 ohm, sprongen bij de eerste belasting onder de reglementaire impuls van 3 millijoule/ohm.

De 10 overblijvende detonatoren vertoonden de volgende kenmerken :

- 2 waren reeds gesprongen ;
- 3 ontploften niet volledig ;
- bij 1 was één van de twee draden uitgerukt doorheen de dop ;
- 1 was verpletterd en de brugdraad was niet meer omhuld door de cel ;
- 1 had een variabele weerstand tussen 0,85 en 1,15 ohm, zonder duidelijke reden ;
- bij 1 was er contact tussen de buis en de geleidraden ;
- 1 veroorzaakte een ontploffingsweigering : de cel werkte maar gaf de ontploffing niet door aan de gevoelige springstof.

4.14. ONDERZOEK VAN PNE-DETONATOREN MET ALUMINIUM-KOPERDRADEN

Te Matagne werden elektrische detonatoren van het type 702 geïmporteerd, waarbij werd gebruik gemaakt van draden met aluminiumkern bekleed met een koperlaag die in totaal 12,5 % van het gewicht uitmaakt.

Om advies te kunnen uitbrengen over het industrieel gebruik van dergelijke draden voor detonatoren en als verlengdraden, werden op een partij monsters voorzien van detonatoren zonder lading, proeven uitgevoerd die in het kader van de omzendbrief nr 137 van de Directeur-generaal der Mij-

nen konden verricht worden (de onontvlambaarheid van de isolatie van de draden en de mechanische en thermische stabiliteit van deze isolatie na een 10 minuten durende opslag van de draden bij minder dan 5°C werden evenwel niet getest, omdat de kwaliteit van de isolatie dezelfde is gebleven als bij de geleidingsdraden met koperkern).

Daar alle resultaten positief waren, werd een gunstig advies uitgebracht over het industrieel gebruik.

4.15. PROEVEN OP DE DETONATIEGESCHIKTHEID VAN PRODUKTEN OP BASIS VAN AMMONIUMNITRAAT

Met behulp van de schietinrichting die voorkomt op figuur 19 van paragraaf 411 van het NIEB-verslag 1974, hebben wij vijf stikstofhoudende meststoffen op basis van ammoniumnitraat getest :

- een meststof met 27,5 % N van Finse oorsprong (gefabriceerd door Kemira Oy in Helsinki), hoofdzakelijk bestaande uit calciumammonitraat, voorgelegd door de Antwerpse firma N.V. G. Janssens en Co ;
- een driedelige meststof met 25 % N gefabriceerd door de N.V. Carbochimique te Tertre ;
- een enkelvoudige stikstofhoudende meststof met hoog ammoniumnitraatgehalte (stikstofpercentage : 34,5 %), voorgelegd door de Compagnie française de l'Azote ;
- een stikstofhoudende meststof met 26 % N van Poolse oorsprong (gefabriceerd door « Zakłady Azotowe » te Kedzierzyn), hoofdzakelijk bestaande uit calciumammonitraat, voorgelegd door de Antwerpse firma A. Janssens en Zonen ;

- een stikstofhoudende meststof met 26 % N van Spaanse oorsprong (gefabriceerd door de N.V. Sefanitro te Luchana-Baracaldo), hoofdzakelijk bestaande uit calciumammonitraat, voorgelegd door de Antwerpse firma G. Janssens en Co.

Deze produkten plantten de detonatie niet voort in de proefomstandigheden, zelfs niet na een kunstmatige veroudering van vijf temperatuurcycli 25/45°C.

Behalve deze produkten, werden ons door de Nederlandse Stikstofmaatschappij zuivere ammoniumnitraten in technisch zuivere prills (met 34 % N) voorgelegd om hun geschiktheid tot voortplanting van de detonatie na vijf temperatuurcycli 25/45°C na te gaan.

Drie van deze produkten plantten de detonatie niet voort. Het vierde, met lagere dichtheid en een porusheid die gemiddeld driemaal hoger ligt dan bij de eerste drie, plant de detonatie volledig voort wanneer het geschoten wordt in buizen met 100 mm diameter.

4.16. ONDERZOEK OVER EEN INGESCHAKELD STOFGRENDELSYSTEEM

De vorm van de laatste versie van de watersnelblusser werd gewijzigd : de vierkante sectie met 20 cm zijde werd vervangen door een ronde sectie met 22,5 diameter. Het vermogen van de elementen werd dus nagenoeg niet gewijzigd, maar de fabricage van de hoezen werd er aanzienlijk door vergemakkelijkt. Bovendien maakt deze vorm het mogelijk de polyuretaanschuimblokken te overtrekken met een beschermend buitenomhulsel dat de stevigheid van het geheel versterkt.

Zoals aangekondigd in paragraaf 415 van het NIEB-verslag 1975 wordt het pyrotechnisch signaal doorgegeven van de detector naar de diverse bluselementen door een buisvormig snoer zonder vernietigingseffect, met 20 mg/m lading, « NONEL » genoemd (« non electrical »). Wij hebben de veiligheid van dit snoer getest met elektrostatische ladingen en de weerstand gemeten van de springstoflaag : de verkregen resultaten zijn gunstig.

Om de overdracht van het pyrotechnisch signaal van het ene bluselement naar het volgende veilig te stellen, zijn de snoeren NONEL aan de twee uiteinden voorzien van een detonator op lont met zwakke lading ; het intieme contact van twee detonatoren behorende tot twee naast mekaar liggende snoeren, dat veilig en eenvoudig werd ingesteld met behulp van Ingersoll-verbindingen en veren, zorgt voor de overdracht van de detonatiegolf. Het vergemakkelijkt eveneens de afstelling van een continu-controletoestel op de betrouwbaarheid van het gebruikte pyrotechnisch systeem.

Wat de thermomechanische detector betreft, hebben wij het tijdsinterval gemeten dat het doorsnijden van de nyldraad scheidt van de ontsteking van de slagdetonator. Het gemiddelde van 20 proeven geeft 13,388 milliseconden, terwijl de uiterste waarden 11,018 en 15,850 milliseconden bedragen.

Drie exemplaren van deze detonator worden momenteel vervaardigd. Een ervan zal in de loop van het eerste kwartaal van 1977 naar Cerchar worden gezonden om er proeven te ondergaan.

Steeds in het kader van het onderzoek « ingeschakelde stofgrenfels » hebben wij de snelheid bepaald van de vlam te wijten aan de verbranding van een CH₄ bel in het dak. De proeven worden uitgevoerd in de schietgalerij voor springstoffen, met circelvormige sectie gelijk aan 2 m². De bel in het dak is gevormd door 1 m³ aardgas verdeeld over een lengte van 30 meter ; 2 detectiecellen op 20 meter afstand van mekaar dringen in de gasbel en zijn verbonden met de klemmen van de tijdmetr Hewlett-Packard. Dan wordt de bel ontstoken door middel van een snelle

lont. De gevonden vlamsnelheden liggen tussen 2,166 en 2,359 m/s en het gemiddelde van 10 proeven belooft 2,270 m/s.

Ten einde de blusapparaten voor stofgrenfels te kunnen gebruiken in het voordeel van de veiligheid in industriële lokalen van buskruit- en vuurwerkfabrieken hebben wij een reeks hierna omschreven proeven verricht.

Op een metalen tafel legt men, op ongeveer 30 cm van mekaar, 3 hopen van 300 g tot 1 kg explosief kruit. Op 51,5 cm boven deze tafel is horizontaal een viervoudige nyldraad gespannen die de veer spant van een hamer welke tegenover een slagdetonator is geplaatst die verbonden is met een NONEL-snoer (hier herkent men de thermomechanische detector, het metalen luik ten minste). Zoals bij de stofgrenfel bestemd voor de ondergrond, geeft het NONEL-snoer het pyrotechnisch signaal door aan het blusapparaat, bestaande uit een 2 m lang element dat 100 l water bevat en horizontaal op 1,56 m hoogte t.o.v. de tafel opgesteld.

TABEL VIII.
Tijdsintervallen tussen de ontsteking van verschillende kruittypes en de inwerkingtreding van de stofgrenfel

Kruittype	Δt (milliseconden)
Buskruit (speciale infanterie)	152,01
Samenstelling Flash (Hendrickx)	150,19-170,01
Kruit « ILL 1 - wit » (Hendrickx)	261,35
Samenstelling Flare (Hendrickx)	576,06
Rookloos grafietloos kruit in schilfers (PRB Clermont)	581,22
Rookloos grafietloos kruit in cilinders (PRB Kaulisle)	918,49

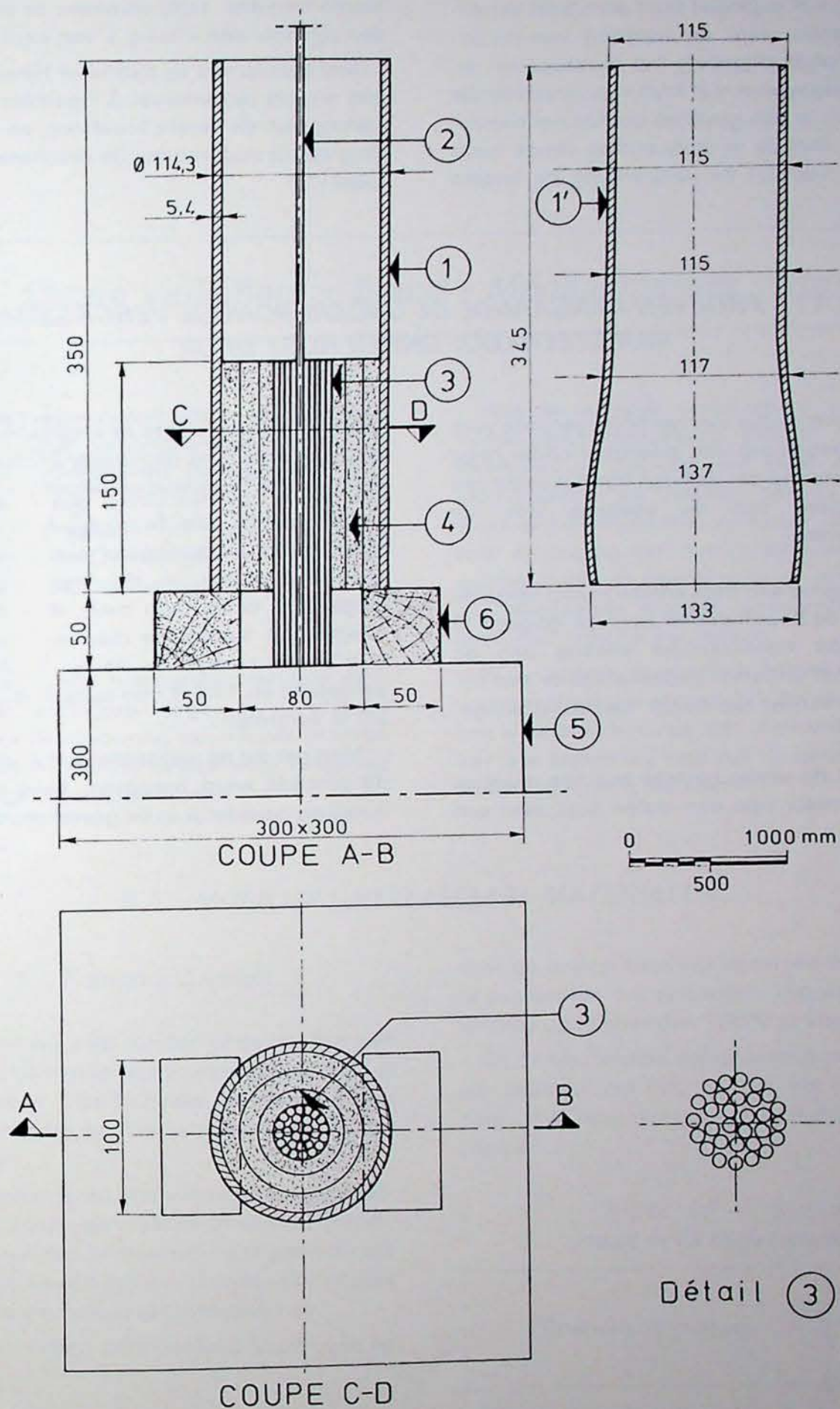


Fig. 17. — Inrichting voor het uitzetten van een stalen buis bij middel van een explosieve lading.

1. Stuk buis « gaz » (35 cm lang) zonder lasnaad van zacht staal van de stevige ISO-reeks (Belgische norm NBN 53201) $\emptyset 4''$
2. Ontstekingsslagsnoer (Dynacord 12 g/m)
3. Bundel van 29 eindjes Dynacord van 20 cm lang rond het ontstekingsnoer 2
4. Mof van polyurethaanschuim (met open poriën) die bundel 3 in het midden van buis 1 houdt
5. Schietniveau
6. Houten blokken die buis 1 ondersteunen
- 1' Stuk uitgezette buis 1 door salvo met slagsnoer.

Wanneer men het explosief kruit aansteekt veroorzaakt de uitslaande vlam de smelting van de nylondraad en schakelt bijgevolg het blusapparaat in. De proef werd uitgevoerd met kruit van verschillende samenstellingen ; in alle gevallen doofde het blusapparaat de vlam van de in verbranding zijnde hoop volledig, en dit voordat de verbranding de andere

hopen bereikte, zelfs wanneer ze onderling verbonden zijn door een « brug » van explosief kruit.

Met behulp van de tijdmetrator Hewlett-Packard hebben wij het tijdsinterval Δt gemeten tussen de ontsteking van de eerste kruithoop en de inwerkingtreding van de stofgrendel. De resultaten komen voor op tabel VIII.

4.17. PROEVEN AANGAANDE DE ONDERGRONDSE VERGASSING VAN STEENKOOL ONDER HOGE DRUK

De economische studie van het NIEB-procédé voor ondergrondse vergassing van steenkool onder hoge druk heeft aangetoond dat de hoge boringkosten een belangrijk element van de kostprijs van het kilowatt-uur vormen.

Het komt er dus op aan deze kosten zoveel mogelijk te drukken door de boordiameter zo groot mogelijk te maken. Voor de noodzakelijke koeling van de boorbasis is in het onderste gedeelte echter een minimumdiameter vereist die hoger niet dient aangehouden.

Daarom werd de vraag gesteld hoe het mogelijk zou zijn de diameter van een stalen buis over een

gedeelte van de lengte te vergroten met behulp van een oordeelkundig geplaatste explosieve lading, om de gewenste uitzetting te bekomen.

Met gebruik van de op figuur 17 afgebeelde inrichting, die als springstof een bundel slagsnoeren rond een axiaal in de buis geplaatste ontstekingskoord bevat, kan men, naar de op figuur 17 aangeduide lading, de diameter van een naadloze buis in zacht staal van de ISO-reeks, met 5,4 mm wanddikte en 114,3 mm buitendiameter, met zowat 20 % vergroten.

Men ziet dat de uitgezette buis 1' die bij middel van dit procédé werd bekomen, haar symmetrieas behoudt en geleidelijk in de gewenste mate uitzet.

5. Sektie Veiligheid « Brand - Mijngasmeting - Stof »

In 1976 hebben wij systematisch de fabricage van transportbanden voor ondergrondse werken in steenkolenmijnen gecontroleerd. Deze proeven, aangevat einde 1975 (zie paragraaf 5.1.1.3 van het NIEB-verslag 1975), maakten het mogelijk in 1976 de overeenstemming met het aangenomen prototype na te gaan van bijna 60.000 m band.

Er werd eveneens een belangrijke toename vastgesteld in de aannemingsaanvragen en de oriëntatieproeven, alsook de uitvoering van nieuwe proeven op verzoek van het Permanent Orgaan voor Veiligheid en Salubriteit in de Steenkolenmijnen.

Wat de moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissie betreft, hebben wij de kleefbelasting bepaald van meer dan 80 olie- en vetmonsters; wij hebben tevens meerdere ontvlambaarheidstests met verstoven straal uitgevoerd, naar aanleiding van het verschijnen van het vijfde verslag inzake de specificaties en proefomstandigheden aangaande moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor mechanische transmissie.

Wij hebben bovendien diëlektrische proeven voortgezet op poeder- en CO₂-blusapparaten en blijven werken in het vlak van ontvlambaar stof. Sedert vier jaar stellen wij vast dat de bedrijvigheid van de dienst regelmatig toeneemt.

5.1. MOEILIJK ONTVLAMBARE MATERIALEN

5.1.1. Transportbanden

Dit jaar hebben wij 249 banden onderworpen aan de proeven voorkomende in het ministerieel besluit van 11 september 1961 inzake transportbanden welke in ondergrondse werken van steenkolenmijnen worden gebruikt.

Om deze proeven werd ons verzocht om een aanneming te verkrijgen, een fabricage te controleren, het gedrag van een nieuw mengsel na te gaan of mee te werken aan de uitwerking van proeven op het vlak van de Economische Europese Gemeenschap.

De indeling van deze bedrijvigheid komt voor op tabel IX :

5.1.1.1. Aannemingsproeven

In 1976 werden 11 van de achttien banden welke het object vormden van een officiële aanvraag, ter aanneming voorgelegd aan de Directeur-generaal der Mijnen. Een ervan, bekleed met polychloropreen, zal slechts kunnen worden gebruikt met banden waar-

voor de nodige beschikkingen werden getroffen om te voorkomen dat ze zouden slippen of om de aandrijfkop op minder dan 100°C te koelen.

Bij de tien andere aangenomen banden zijn er negen bekleed met PVC en een met gemengde bekleding : PVC aan een zijde en polychloropreen aan de andere.

TABEL IX — Statistiek
van de in 1976 geteste banden

Doel van de proeven	Aantal monsters	
	goede	slechte
Officiële aannemingen	11	7
Oriëntatieproeven	6	14
Fabricagecontroles	147	40
Door de steenkolenmijn aangevraagde controles	414	6
EEG-proeven	2	2
Totaal	180	69

5.1.1.2. Oriëntatieproeven

Hetzij met het doel mengsels uit te werken die geschikt zijn voor banden met grote weerstand (zie paragraaf 5112 van het NIEB-verslag 1975), hetzij om de invloed te bestuderen van sommige factoren op de resultaten van de proeven (dikte van de bekleding, verhouding van de toevoegmiddelen), heeft een Belgische firma ons gevraagd aannemingstests uit te voeren op dertien met PVC beklede banden en op twee banden met gemengde bekleding (PVC aan een kant en polychloropreen aan de andere). Slechts een van deze twee laatste onderging met succes alle proeven en vormde het object van een daaropvolgende officiële aannemingsaanvraag (zie paragraaf 5111 hierboven).

De firma Monsanto die plastificeerstoffen maakt heeft ons gevraagd de ontvlambaarheidsproef met de propaanbrander uit te voeren op vijf bandmonsters. Deze banden ondergingen de test met succes.

5.1.1.3. Controleproeven

Zoals wij hadden aangekondigd in paragraaf 5113 van het NIEB-verslag 1975 controleerde onze dienst dit jaar alle bestellingen van transportbanden bestemd voor ondergrondse werken in steenkolenmijnen.

Per lengte van ongeveer 300 m wordt een monster genomen dat de bij ministerieel besluit van 11 september 1961 bepaalde tests moet ondergaan. Zo werden 187 monsters getest. Drie ervan mislukten elke proef met de propaanbrander, of met wrijving tegen een draaiende trommel; 8 andere beantwoordden ten minste niet aan één proef met de brander noch aan een of meerdere wrijvingsproeven tegen een trommel.

Wij hebben in totaal 263 proeven met de propaanbrander uitgevoerd waarvan 24 slecht waren, en 720 met de trommel, waarvan 89 slechte. Het aantal slechte wrijvingsproeven per band bedroeg:

- 6 voor 3 banden
- 5 voor 3 banden
- 4 voor 2 banden
- 3 voor 6 banden
- 2 voor 11 banden
- 1 voor 8 banden.

Hoewel de gemiddelde verhouding geweigerde banden voor 1976 ongeveer 21 % bedraagt, wat een zelfde grootte-orde is als die welke in de buurlanden tijdens het eerste controlejaar wordt vastgesteld, moeten wij toegeven dat deze controle gunstig was daar wij vaststellen dat de afkeuring, berekend op de 52 laatste ter proefneming overgelegde banden, nog slechts 4 % belooft.

De steenkolenmijnen hebben ons 16 monsters van gebruikte banden laten onderzoeken waarvan er 10 goed waren, en 4 monsters van nieuwe banden die allen goed waren.

5.1.1.4. Onder bescherming van de Europese Gemeenschappen uitgevoerde proeven

Sedert enkele jaren reeds tracht het Permanent Orgaan voor Veiligheid en Salubriteit in de Steenkolenmijnen een controlemethode op de ontvlambaarheid van banden uit te werken op een klein proefstuk dat de fabrikanten gemakkelijk kunnen gebruiken.

Daarom heeft elk belanghebbend land (Frankrijk, Groot-Brittannië, de Bondsrepubliek Duitsland en België) op vier monsters van banden uit de vier voormelde landen de volgende vijf tests uitgevoerd:

- 1) ontvlambaarheidsproef met de propaanbrander;
- 2) trommelwrijvingsproef;
- 3) bepaling van de grenszuurstofindex;
- 4) minigalerijtest, van Duitse oorsprong;
- 5) Barthel-brandertest, van Britse oorsprong.

Het is belangrijk te noteren dat de eerste twee tests reeds door het Permanent Orgaan werden aangenomen.

De verkregen resultaten komen voor in tabel X.

De resultaten tonen aan dat er in alle landen een goede overeenstemming bestaat inzake de ontvlambaarheidsproef met de propaanbrander, de grenszuurstofindex, en in mindere mate, de Barthel-brandertest, wegens een grote spreiding in de tijd dat de vlammen zich voordoen. De overeenstemming komt tevens tot uiting in de trommelwrijvingsproef ondanks de uiteenlopende gemeten oppervlakte-temperaturen. Deze verschillen zullen verdwijnen als alle landen dezelfde door het Permanent Orgaan voorgestane temperatuurmethode zullen aannemen: het in de trommel ingesloten thermokoppel dat meedraait. Enkel de minigalerijtest laat nog onverklaarbare grote verscheidenheid blijken in de resultaten.

5.1.2. Moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissie

5.1.2.1. Bepaling van de ontvlambaarheid van onder druk verstoven vloeistoffen

In 1976 verscheen het vijfde verslag over de specificaties en proefomstandigheden aangaande moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissie. Dit verslag verschilt van het vorige daar het

TABEL X — Resultaten van de op dezelfde banden uitgevoerde vergelijkende proeven in verschillende proefstations van de Gemeenschap

Proefstation	NCB - Groot-Brittannië				Duitse proefmijn				Cerchar - Frankrijk				NIEB - België			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Vuurvoortplantingsproef (propanabranders)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Trommelwrijvingsproef	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Grenszuurstofindex	26,3	26,2	38,6	34,6	26,5	26,5	40,5	34,5	28,1	27,9	39,4	35,2	27,3	27,6	38,3	35,0
Barthelbrandersproef	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-				
Minigalerijproef	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+

+ : de band slaagde voor de proef
 - : de band slaagde niet voor de proef

naast de in de vroegere Gemeenschap der Zes van kracht zijnde vereisten, de Britse specificaties overneemt.

Een vloeistof van het type D, Quintolubric 822-300 genaamd, die door de Kempense steenkolenmijnen werd voorgesteld voldeed aan de in het Verenigd Koninkrijk geldende vereisten.

Anderzijds heeft de vennootschap Labofina ons drie synthetische vloeistoffen van het type D ter beproeving overgelegd : twee van het fosfaat-ester type en een niet gefosfateerd ester. Deze drie vloeistoffen doorstonden de in het Verenigd Koninkrijk van kracht zijnde proef.

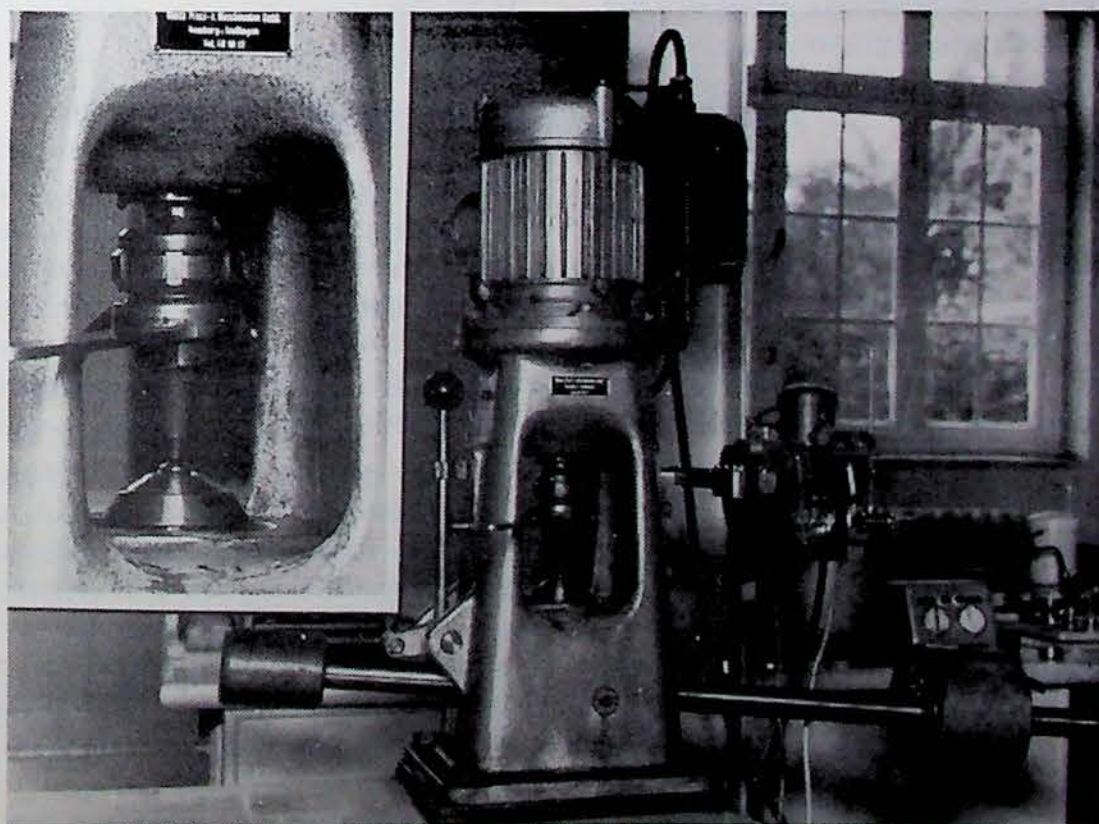


Fig. 18. — « Vierkogels »-machine voor de bepaling van de kleeftbelasting van hydraulische vloeistoffen. In het klein : Detail van de kogelhouderinrichting.

5.1.2.2. *Beoordeling van de kenmerkende eigenschappen « extreme pression »*

De N.V. Belgian Shell heeft ons 81 olie- en 4 vetmonsters overgelegd om de kleefbelasting ervan te bepalen volgens de methode « Extreme Pression by Precision Shell Four Ball EP Tester » (fig. 18).

Op verzoek van de betrokken firma werd voor een reeks van 31 olie- en 3 vetmonsters de toepassingduur van de belasting op de kogels van 10 tot 60 s opgevoerd. Deze nieuwe methode veroorzaakte geen enkele wijziging in de resultaten daar zich 2 s na de toepassing van de belasting geen enkele lasverbinding voordeed. Bijgevolg zijn wij teruggekeerd naar de traditionele methode waarbij de toepassingduur van de belasting beperkt is tot 10 s.

5.2. *BLUSAPPARATEN*

5.2.1. *Poederblusapparaten*

Om het label « Benor » te verkrijgen hebben wij voor de controle-instelling « Apragaz » diëlektrische proeven uitgevoerd op 9 poederblusapparaten volgens de norm S21-018. Alle geteste apparaten werden in overeenstemming bevonden met deze norm.

spanningsweerstand van spuitrechters van CO₂-blusapparaten, bepaald door § 3 van de norm S21-015.

5.2.2. *CO₂-blusapparaten*

De controle-instelling « Apragaz » heeft ons eveneens gevraagd de proef uit te voeren op de hoog-

Vier blusapparaten ondergingen zonder moeite deze proef. De firma wiens spuitrechters vorig jaar niet voldeden aan deze test (zie paragraaf 522 van het NIEB-verslag 75) heeft twee keer nieuwe monsters moeten overleggen om de aanneming te verkrijgen. Dit brengt uiteindelijk het aantal verschillende spuitrechters welke slaagden voor de voormelde proef op 5.

5.3. *MIJNGASMETING*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen hebben wij met behulp van het Lebreton-toestel 20 monsters van mijn gas uit de zuidelijke zetels van het

land onderworpen aan de mijn gasmeetkundige analyse. Wij vonden geen enkel gehalte hoger dan 0,50 %.

5.4. *ONTVLAMBAAR STOF*

Op verzoek van een deskundigenmaatschappij bij de brandverzekeringsinstellingen hebben wij het zelfverbrandingsverschijnsel bestudeerd van melkpoeder waarbij visolie wordt gevoegd, een onnatuurlijk produkt dat niet geschikt is voor menselijk verbruik en bestemd is voor de fabricage van veevoeding. Tegen het einde van de droogteperiode ontstond in meerdere opslagsilo's voor deze stof immers een spontane verbranding waardoor verschillende tientallen ton produkten verloren gingen.

Om deze zelfverbranding te bestuderen hebben wij een laag melkpoeder van 50 mm uniforme dikte aangebracht op de vlakke ronde verwarmingsplaat met 400 mm diameter, waarvan sprake is in paragraaf 542 van het NIEB-verslag 1973, en die op de plaat gehouden wordt door een metalen ring van 300 mm diameter.

Door zes thermokoppels van Fe-Fe constantaan op verschillende niveaus in de poederlaag, van centimeter tot centimeter, en verbonden met een registreer-toestel kan het verloop van de temperatuur binnen het poeder continu worden gevolgd wanneer de plaat verwarmd wordt.

Uit de twee verrichte proeven kan worden afgeleid dat het poeder 4 tot 5 uur na het begin van de verwarming begint te verteren voor een plaattemperatuur tussen 300 en 350°C. De maximale temperatuur van de in verbranding zijnde laag kan 600°C bereiken terwijl die van de plaat 400°C niet overtreft. De verbranding van het poeder gaat gepaard met rookafgifte en witgloei-hitte, maar er doen zich geen vlammen voor.

Om deze proef uit te voeren rusten wij ons uit volgens de door de WG2 van het Internationaal Elektrotechnisch Comité 31H voorgestelde voorschriften.

6. Sektie « Elektriciteit »

6.1. ONTPLOFFINGSVAST MATERIEEL

6.1.1. Aanneming en controle omtrent de gelijkvormigheid met de norm NBN 286

6.1.1.1. Voor de mijnen bestemd materieel

In 1976 werd aan de Directeur-generaal der Mijnen volgend ontploffingsvast materieel voor groep I ter aanneming voorgesteld :

Elektrische motoren :	8
Diverse toestellen :	24
Totaal :	<u>32</u>

Onderzochte wijzigingen en ter aanneming voorgestelde aanhangsels :

2

Totaal aantal aannemingen en aannemingsaanghangsels voor de mijnen :

34

6.1.1.2. Voor andere nijverheden dan de mijnen bestemd materieel :

Groepen IIa, IIb :

Elektrische motoren :	3
Verlichtingsmaterieel :	8
Diverse toestellen :	17

Groep IIc :

Elektrische motoren en diverse toestellen :	5
---	---

Totaal : 33

Onderzochte wijzigingen en aanhangsels : 6

Totaal aantal aannemingen en aannemingsaanghangsels voor bovengrondse bedrijven : 39.

6.1.2. Materieel aangenomen volgens buitenlandse normen :

UL 698 (USA) :	1
NEN 3125 (Nederland) :	3
Totaal :	<u>4</u>

Totaal voor het ontploffingsvast materieel : 77.

6.1.3. Schroefwerk, het zwak punt van ontploffingsvaste omhulsels van een lichte legering

Verscheidene ontploffingsvaste omhulsels van licht metaal : aluminium en aluminium-siliciumlegering, met een zeer laag magnesiumgehalte, werden in de loop van 1976 ter aanneming voorgesteld.

Herhaaldelijk werd vastgesteld dat omhulsels van dit type een zwakke plek vertoonden ter hoogte van de stelschroeven van onderdelen gemonteerd met schroefverbinding, wanneer die bij een interne ontploffing aan trekkracht onderhevig waren.

Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat bij instrumentendozen, waarvan het deksel met de doos een met stalen schroeven verzekerde vlakke pakking vormt, met een breedte gelijkvormig met de norm, de interne druk die werd veroorzaakt door de ontploffing van het proefgasmengsel afnam naarmate meer proeven werden genomen. De pakking vertoonde een spleet die groter werd na elke ontploffing, te wijten aan de blijvende vervorming van het aluminium rond de schroeven. Een onderzoek van verscheidene ge-

vallen wees uit dat die vervorming twee oorzaken heeft :

— In één geval werd gebruik gemaakt van schroeven met cilindervormige kop met zeshoekige indruk (DIN 912-1970). Deze schroeven zijn vervaardigd van staal van kwaliteit 8.8, d.i. staal met een elastische grens van 640 N/mm^2 (64 kgf/cm^2) ; de treksterkte (en de druksterkte, die voor dit geval van belang is) van aluminium met 12 % silicium bedraagt zowat 160 N/mm^2 voor de in zand gegoten stukken. Indien het omhulsel benaderend mechanisch berekend wordt met een veiligheidscoëfficiënt 2 bij de op de schroeven uitgeoefende ontploffingsdruk, wat bij de individuele overdrukproef een veiligheidscoëfficiënt 1,33 geeft — ruimschoots voldoende voor de schroeven — dan wordt het aluminium onder de schroefkop verpletterd. Zo zou bijvoorbeeld een schroef M8 (DIN 912-1970) correct berekend zijn voor een trekkracht van $320 \text{ N/mm}^2 \times 36,6 \text{ mm}^2$ — doorsnede van de kern — d.i. 11700 N. Daar het aluminiumoppervlak onder de cilindervormige kop 66 mm^2 groot is, bedraagt de trekkracht 180 N/mm^2 , wat, voor de gebruikelijke kwaliteiten van in zand gegoten aluminium, de trek- en druksterkte overtreft.

Voor de schroevenfabrikant is de oplossing, in dit eerste geval, zeer eenvoudig : het volstaat onder de schroefkop een platte stalen ring (NBN 773-1969) aan te brengen ; bij de als voorbeeld genomen schroef M8 wordt het steunvlak op het aluminium aldus op 122 mm^2 (i.p.v. 66 mm^2) gebracht (De normale ring waarvan sprake wordt in het door de Europese norm in ontwerp EN 50014 voorgeschreven beschermingskuipje van de schroefkop geplaatst).

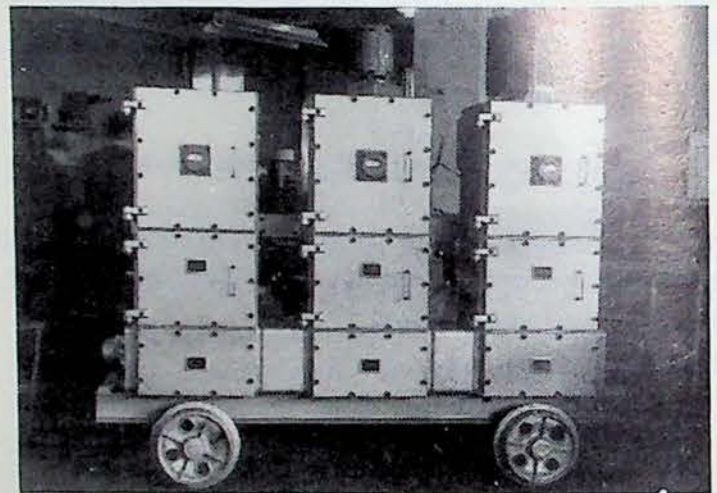
— In een ander geval rustten de schroefkoppen wel op platte stalen ringen, maar drong de schroefdraad niet diep genoeg in het aluminium. Gewoonlijk wordt gebruik gemaakt van een werkende schroefdraad die, voor stalen onderdelen, ten minste gelijk is aan de schroefdiameter en, voor gietijzeren stukken, 1,5 maal zo groot is als de diameter. De ervaring heeft geleerd dat deze empirische waarde moet worden verhoogd tot 2 bij aluminium stukken.

Indien evenwel, omwille van plaatsgebrek, geen diepe gaten kunnen geboord en getapt worden, dienen stalen inlegstukken met schroefdraad en voorzien van groefjes, in het aluminium ingegoten te worden ; deze kleine inlegstukken vergroten het uitrukplak van de draad in het aluminium aanzienlijk ; zo stemt bijvoorbeeld de werkende schroefdraad van een schroef M8, voorzien van een inlegstuk met draad, overeen met een schroef M12. Een bouwer heeft de aanname van omhulsels in licht materiaal bekomen — wat hem voordien was geweigerd — door ze van inlegstukken te voorzien, zonder daarvoor de gietmodellen te moeten wijzigen.

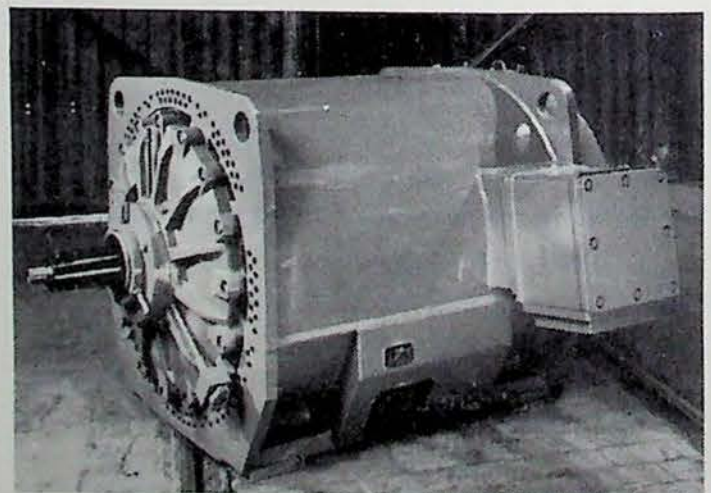
De verschillende proefnemingen die bij verscheidene gelegenheden in de loop van 1976 werden verricht, hebben aangetoond dat de bouwers voor ontploffingsvaste omhulsels in een lichte legering doorgedreven mechanische berekeningen moeten maken. Tenslotte werd bewezen dat de individuele proef in overdruk gelijk aan 1,5 maal de ontploffingsdruk overeenkomstig de norm voor elk ontploffingsvast omhulsel, volledig verantwoord is. De aanname van de grootste maat uit een reeks aluminium dozen werd ingetrokken als gevolg van een breuk van het omhulsel, die zich op vijf voorgelegde monsters voordeed. Deze breuk werd zowel bij de dynamische (2 monsters) als bij de statische proef (3 volgende monsters) vastgesteld, wat dan weer het bewijs levert dat beide overdrukmethoden voor individuele controle gelijkwaardig zijn.

6.1.4. *Individuele proeven*

Aantal proces-verbalen afgeleverd na verificatie van ontploffingsvaste omhulsels bij dynamische of statische overdruk : 245.



a



b

Fig. 19 en 20 : Ontploffingsvaste apparaten van gelast staal voor verificatieproeven op de statische overdruk. 225 compartimenten werden tijdens 1976 in Pâturages onderzocht.

a : schakelkasten

b : omhulsel en buizenkoeler voor motor

6.1.5. *Hersteld materieel*

Aantal proces-verbalen afgeleverd na verificatie en proeven omtrent de gelijkvormigheid met de norm NBN 286 op hersteld materieel : 5.

In de Duitse Bondsrepubliek verplichten de reglementaire voorschriften dat het elektrisch ontplofingsvast materieel enkel in erkende reparatiewerkhuizen mag hersteld worden en dat het, na herstelling, moet nagezien en zelfs getest worden door de bevoegde Overheid.

De nieuwe Europese normen voorzien in gelijkaardige maatregelen. De Belgische normen vermelden geen enkele regel omtrent dit materieel.

Het dient evenwel aangestipt dat bepaalde gebruikers nu reeds een document eisen waarin de gelijkvormigheid van het hersteld materieel met de normen, zowel qua bouw als qua weerstandsvermogen van het materiaal, gewaarborgd wordt.

.
..

6.2. *INTRINSIEKE VEILIGHEID*

Dit jaar werden drieëntwintig nieuwe aanvragen ingediend tot aanneming en getuigschriften van gelijkvormigheid ; gedurende deze periode heeft de dienst de stroomkringen van zeventwintig toestellen of toestelsets bestudeerd, onderzocht en beproefd.

Twaalf ervan gaven volledige voldoening en werden voorgesteld tot aanneming als intrinsiek veilig materieel. Van deze laatsten waren er zeven bestemd voor de mijnen :

- een set bestaande uit een door het NIEB (Luik) gewijzigde voeding GTM 67 A, een mijngasmeter GTM 67 A en zijn aansluiting op het teletransmissiesysteem BF type TF 24 (1e categorie) ;
- een set bestaande uit een door het NIEB (Luik) gewijzigde voeding ATM, een anemometer ATM 689, een mijngasmeter GTM 67 A en hun aansluiting op het teletransmissiesysteem BF type TF 24 (1e categorie) ;
- een methaanmeter MSA type D6 (1e categorie) ;

- een afstandsbediening type EX 208 (1e categorie) ;
- een afstandsbediening type EX 220 (1e categorie) ;
- een draagbare anemometer ATP 685 (1e categorie) ;
- een set bestaande uit een gasontleider UNOR 1 en zijn aansluiting op het teletransmissiesysteem BF type TF 24 (1e categorie).

Vijf andere toestellen waren bestemd voor andere nijverheden dan de mijnen :

- een brandverklikker SICLI (2e categorie) ;
- een set voor tachymetrische bediening en aanduiding voor droger R.I.T. (2e categorie) ;
- een gasontleider type RH4 (2e categorie) ;
- een afstandsbediening type EX 208 (1e categorie) ;
- een afstandsbediening type EX 220 (1e categorie).

De overige vijftien toestellen werden geweigerd of zonder gevolg geklasseerd.

6.3. *VERSTERKTE VEILIGHEID « e »*

Aanneming en controle omtrent de gelijkvormigheid met de norm NBN 717.

Elektrische motoren :	13
Diverse toestellen :	11
Wijziging en aanhangsel :	1
Totaal :	<hr/> 25

Materieel aangenomen volgens buitenlandse normen

NEN 3125 :	5
CEI — 79-7 :	6
Totaal :	<hr/> 11

Totaal voor het materieel met versterkte veiligheid « e » : 36.

6.3.1. *Speciale motoren aangenomen in versterkte veiligheid*

Aanneming van asynchrone motoren met kooirotor, met groot vermogen, voor een net op 60 Hz.

Daar Belgische en Nederlandse bouwers uitvoeren naar olieproducerende landen onder Amerikaanse technische invloed, hebben de elektrische diensten van Pâturages motoren bij 60 Hz beproefd en van versterkte veiligheid verklaard, overeenkomstig de voorschriften van de Internationale Elektrotechnische Commissie CEI, publikatie 79-7. Het gaat over krachtige motoren (thans tot 2.500 kW) die bij de bouwer moeten worden beproefd. Deze beschikt

normaal beschouwd over een energiebron met middelmatig vermogen bij 50 Hz en een bron met zwak vermogen bij 60 Hz. Er moet dus een proevenprogramma worden opgesteld dat past bij de mogelijkheden van de bouwer en « beperkte proeven » wordt genoemd, zodat de gedeeltelijke resultaten toch een vrijwel nauwkeurige waarde kunnen geven voor de verhitting van de wikkelingen in nominaal bedrijf, alsook de waarden van de aanzetstroom I_A en van de tijd t_E met geblokkeerde rotor bij 60 Hz. In overeenstemming met de bouwers hebben wij een programma van beperkte proeven uitgewerkt waarvan het resultaat met zekerheid een bovenkwotering geeft, d.w.z. leidt tot hogere verhittingen dan in werkelijkheid. Door de beschikbaarheid van de proefvloer van de bouwer kunnen over het algemeen de volgende proeven worden verricht :

- A. Proef met spanning 50 Hz die dezelfde flux induceert als de nominale spanning bij 60 Hz, d.i. $U(50) = 5/6 \times U(60)$, daar de machine onbelast is.

In dit geval is de verhitting van de statorwikkelingen te wijten aan de normale magnetische verliezen 50 Hz, aan de verliezen door interne ventilatie 50 Hz en aan de verwaarloosde jouleverliezen van de magnetiseerstroom.

- B. Proef met nominale stroom bij 50 Hz en met beperkte spanning $U(50)$. De statorverhitting is te wijten aan de jouleverliezen 50 Hz, aan de normale magnetische verliezen 50 Hz, aan de verliezen door ventilatie 50 Hz en aan de bijkomende magnetische verliezen 50 Hz.

- C. Proef met nominale spanning bij 60 Hz daar de machine onbelast is. De statorverhitting is te wijten aan de normale magnetische verliezen 60 Hz, aan de verliezen door ventilatie 60 Hz en aan de verwaarloosde jouleverliezen van de magnetiseerstroom.

Het vereenvoudigde resultaat bestaat in het optellen van de verhittingen gemeten volgens de formule : $B + C - A$, wat leidt tot de volgende gelijkheid :

Jouleverliezen 50 Hz + ventilatie 50 Hz + normale magnetische verliezen 50 Hz + bijkomende magnetische verliezen 50 Hz + normale magnetische verliezen 60 Hz + ventilatie 60 Hz — normale magnetische verliezen 50 Hz — ventilator 50 Hz = jouleverliezen 50 Hz + ventilatie 60 Hz + normale magnetische verliezen 60 Hz + bijkomende magnetische verliezen 50 Hz.

Inzake de balans van de verliezen kan worden vermeld dat de verliezen in nominaal bedrijf worden verkregen met uitzondering van :

- a) De bijkomende jouleverliezen bij 60 Hz : ze worden verkregen bij 50 Hz, maar wat de stator betreft moet worden opgemerkt dat het hier gaat over hoogspanningsmachines, met een groot

aantal onderverdeelde draden in de gleuf en dus met beperkt skineffect. Het verwaarloosde verschil (in dit geval door onderkwotering) zou trouwens door klassieke formules kunnen worden berekend. Nog steeds inzake de stator bestaat een vaststaande bovenkwotering erin de jouleverliezen te verwaarlozen, welke te wijten zijn aan de magnetiseerstroom, en hoger liggen in proef C (inductie bij 60 Hz) dan in proef A (dezelfde inductie, maar bij 50 Hz).

- b) De bijkomende magnetische verliezen bij 60 Hz (i.p.v. 50 Hz). De bijkomende verliezen welke rechtstreeks invloed hebben op de verhitting van de wikkelingen zijn evenwel die van de gleufstroomstoot en dus afhankelijk van de relatieve slip. In proef B is de relatieve slip bij 50 Hz ten minste gelijk zonet groter dan de slip in nominaal bedrijf bij 60 Hz.
- c) Ten slotte bestaat de overigens belangrijkste bovenkwotering erin de verhittingen, ten minste van de stator, te beschouwen als evenredig met de verliezen. Hierdoor verwaarloost men de grootste warmteconvectie in nominaal bedrijf, evenals de doelmatigheidsstijging van de ventilatie bij 60 Hz t.o.v. bij 50 Hz.

De verhitting van de rotor wordt natuurlijk gemeten tijdens proef B en dus tot stand gebracht met nominale stroom. De relatieve slip tijdens deze proef is ten minste gelijk aan (en meestal groter dan) de nominale slip bij 60 Hz, en anders worden de normale en bijkomende jouleverliezen geëerbiedigd met nog een kleine bovenkwotering. Een vergissing die niet mag worden verwaarloosd voor de rotorwikkeling is de doelmatigheid van de ventilatie bij 60 Hz.

De kooi, over het algemeen met halfgesloten gleuf, is immers rechtstreeks onderworpen aan de perifere ventilatie van de rotor : er bestaan theorieën over de koeling van de roterende cilinders en wij passen een empirische formule toe (Roth : verhitting van de machines), met name dat de rotortemperatuur bij 60 Hz deze zou zijn gemeten bij 50 Hz en vermenigvuldigd met een verhouding $= \sqrt{(5/6)^3}$, d.i. $\pm 90\%$ van de temperatuur van proef B.

Wij hebben dus de stator- en rotorverhittingen bepaald in nominaal bedrijf met een veiligheidscoëfficiënt, die volgens de bouwers zelf, aanvaardbaar is, want rekening houdend met het gebruik van deze machines in ontplofbare middens haalt het streven naar veiligheid het bij het streven naar een maximaal gebruik van het materieel. De aanzetstroom I_A moet nog worden bepaald en de tijd t_E nog worden berekend. Men voert een proef met geblokkeerde rotor uit, bij 50 Hz, met beperkte spanning volgens de mogelijkheden van de proefvloer. Er wordt een eerste verbetering aangebracht in de spanning, rekening houdend met een verzadigingsfactor maar de spanning beschouwend bij constante flux, d.i. in feite U_n

× 50/60 ; deze factor wordt bij gebrek aan nauwkeurige proeven geraamd volgens het werk « PTB Testing Memorandum ». Dan moet de impedantie-kortsluitingsverhouding worden bepaald tussen 50 Hz (proeffrequentie) en 60 Hz. Deze verhouding zou 5/6 bedragen indien men enkel rekening hield met de smoorspoelen ; omwille van de weerstanden ligt de verhouding iets hoger, vooral bij verzadiging. Men zal het gelijk aan 0,85 kiezen behalve wanneer men het proefondervindelijk kan bepalen door een

kortsluitingsproef met een soortgelijke stroom, bij 50 Hz en daarna bij 60 Hz. De rotorverhitting in tijd t_e wordt evenredig beschouwd met de jouleverliezen, wat nog een bovenkwotering is aangezien er zeker een warmtedissipatie is naar de elektroplaten. Er moet evenwel worden aangestipt dat het skineffect daarentegen groter is bij 60 Hz en waarmee rekening zou kunnen worden gehouden door een coëfficiënt die wij in de toekomst hopen te ramen door proeven in het elektriciteitslaboratorium van Pâturages.

6.4. VEILIGHEID DOOR INWENDIGE OVERDRUK

Aanneming en controle omtrent de gelijkvormigheid met de norm NBN 716.

NEN 3125 :	1
CEI 79-2 :	2
Totaal :	<u>3</u>

Diverse toestellen : 2

Materieel aangenomen volgens de buitenlandse normen

Totaal voor het materieel in inwendige overdruk : 5.

6.5. VEILIGHEID « N »

Er bestaat geen nationale norm voor deze beveiligingswijze. Een studiegroep van de Internationale Elektrotechnische Commissie (CEI) onderzoekt evenwel een voorstel tot normalisatie. Bij gebrek aan normen wordt gewoonlijk door de

gebruikers gevraagd dit materieel te onderzoeken en te beproeven op zijn gelijkvormigheid met de Britse norm BS 5000/Part 16 : 1972.

Aantal in 1976 afgeleverde proces-verbalen : 68 (elektrische motoren).

6.6. MATERIEEL IN SPECIALE VEILIGHEID

De proefstations van de landen van de Gemeenschappelijke Markt, waaronder, voor België, NIEB-Pâturages, hebben aan de Europese Normalisatiecommissie de wens te kennen gegeven dat elektrisch materieel, dat weliswaar aan geen enkele bestaande norm beantwoordt, onder bepaalde voorwaarden en na strenge proeven uitgevoerd in samenwerking tussen twee of meer stations, in omgevingen met ontploffingsgevaar zou mogen aangewend worden.

Deze procedure heeft betrekking op nieuwe technieken die niet in de huidige normen vervat zijn maar dezelfde veiligheid bieden als materieel gelijkvormig met de norm. In 1976 werden het proefstation van Pâturages twee problemen voor onderzoek voorgelegd.

A. Corrosiewerend produkt dat dient aangebracht op de bewerkte vlakken van de ontploffingsvaste pakkingen. Hoewel de norm voor ontploffingsvast materieel « metaal-op-metaal »-pakkingen voorschrijft, neemt men aan dat het aanbrengen van een corrosiewerende beschermingslaag met een dikte

van enkele microns de « vlamplettende » eigenschap van de pakking niet kan aantasten ; de norm staat trouwens een spleet van 0,1 mm (algemeen) toe. Dit produkt moet de volgende eigenschappen hebben :

- Na te zijn aangebracht, voldoende dikvloeibaar blijven zodat, bij sluiting van de pakking, de overtollige hoeveelheid kan worden uitgedreven.
- Steeds soepel blijven en meer bepaald geen vastkleving veroorzaken van de elkaar rakende stukken die een ontploffingsvaste pakking vormen : een te grote ondoordringbaarheid van deze pakkingen kan de door een interne ontploffing veroorzaakte druk verhogen en aldus de resultaten wijzigen van de proeven op een prototype, dat zonder dit produkt zou aangenomen zijn.
- Niet mettertijd vaste deeltjes gaan vormen die onder invloed van interne ontploffingen wigtloeiend zouden kunnen worden (verkolen).

Smeermiddelen op basis van silicon lijken aan deze criteria te voldoen ; het gebruik van dit materiaal werd evenwel nog door geen enkele aanneming

bekrachtigd. Een voor onderzoek overgelegd materiaal, met onbetwistbare corrosiewerende eigenschappen en bovendien goed klevend, zou kunnen aangewend worden in de doorgangen van bedieningsassen en motorstangen, d.i. op de plaatsen waar, uit constructienoodzaak, spleten zijn van meer dan 0,1 mm en waar een dubbel klevend laagje van enkele microns een te verwaarlozen dikte heeft, vergeleken bij de spleet zelf.

B. Een verwarmingsinstallatie met elektrische weerstand wordt momenteel aangenomen als gelijkwaardig met de veiligheid Ex (e)-versterkte veiligheid. Het gaat om banden in van grafiet voor-

ziene kunststof die om buisleidingen kunnen gewikkeld worden om ze aldus op de gewenste temperatuur te houden. Deze weerstanden zijn van het type met negatieve coëfficiënt, d.w.z. dat het uitgestraalde vermogen afneemt wanneer de temperatuur stijgt, om het nulpunt te bereiken bij een temperatuur van 80°C (sommige types bij 120°C).

Er werden metingen van de oppervlaktetemperatuur verricht in verschillende omgevingsomstandigheden, alsook door de weerstanden overmatig tegen warmte te isoleren en ze aan 10 % overspanning te onderwerpen. Andere tests : doorslagsterkte, niet-voortplanting van de vlam, mechanische weerstand, werden met succes toegepast.

6.7. ALLERLEI

Metingen van geluidshinder

De proces-verbalen van proeven slaan op metingen van geluidshinder uitgevoerd door het NIEB-Pâturages op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen ; deze bedrijvigheid is natuurlijk verbonden aan de sectie « elektriciteit ». Om af te rekenen met milieuproblemen veroorzaakt door geluidshinder heeft de sectie van Pâturages zich voorzien van een draagbare geluidsmeter waarmee de geluidsdruk kan worden gemeten overeenkomstig de meest recente ISO-normen en IEC-publicaties. Deze metingen kunnen gebeuren voor continue geluiden of impulsen, met filters A-B-C-D en in analyse in frequentiebanden (octaven). Alvorens de uitrusting aan te vullen met onontbeerlijk toebehoren als een draagbaar grafisch registreertoestel, heeft het elektriciteitslaboratorium bovendien een grafisch temperatuurregistreertoestel — model Joens — gewijzigd om het uitgangssignaal van de geluidsmeter op te tekenen. De geluidsregistratie gebeurt per punt in verhouding tot een per seconde aangegeven punt ; dit aangepaste apparaat kan echter maar voor de meting van continu geluid worden gebruikt : bijgeluiden werden bij voorbeeld 's nachts onafgebroken, gedurende 4 uren (22 u. - 2 u.), grafisch geregistreerd om de geluidstoename op te sporen gelijktijdig met de aanvang of de stopzetting van metallurgische werkzaamheden.

Hierdoor kon een voor de omgeving van een metaalbewerkend bedrijf bijzonder hinderlijke geluidsbron worden geïsoleerd.

Meting van de soortelijke weerstand van een toevoegstof voor polymeren :

Er werden twee aanvragen voor meting ingediend bij het Instituut. Zo werd de soortelijke weerstand van negen dioctylftalaatmonsters gemeten met behulp van het in het verslag 1975 beschreven toestel, dat gewijzigd werd om een grotere nauwkeurigheid in de metingen te bekomen.

Rubber geleibuis :

Een rubber geleibuis werd voor aanneming voorgelegd. Op basis van de in het Instituut verrichte proeven kon de gevraagde aanneming niet worden verleend.

Vlamgrendelinrichting voor oxyacetyleenbranders :

Het Instituut heeft drie vlamgrendelinrichtingen die op buigzame leidingen van oxyacetyleenbranders dienen geplaatst, onderzocht. Voor geen enkele van de drie inrichtingen kon een gunstig proces-verbaal worden opgemaakt.

7. Sektie Gezondheid « Bestrijding van de luchtverontreiniging »

7.1. STUDIES BETREFFENDE DE LUCHTVERONTREINIGING

7.1.1. *Meting van de luchtverontreiniging in rook en SO₂*

(Door het Ministerie van Volksgezondheid
gefinancierde studie)

Het laboratorium heeft dit jaar verder meegewerkt aan het nationaal meetnet.

Dit net werd op initiatief van de Algemene Directie van de Hygiëne van het Ministerie van Volksgezondheid opgericht. Het bestaat uit meetstations welke de in de lucht voorkomende rook, de stofdeeltjes kleiner dan 10 micron en het SO₂ doorlopend en om de 24 uur bepalen.

Dit jaar hebben wij meer dan 13.000 gehaltebepalingen van rook en SO₂ uitgevoerd.

7.1.2. *Meting van de verontreiniging van industriële oorsprong met behulp van neerslagkruiken*

Op verzoek van het Bestuur van het Mijnwezen hebben wij de stofneerslagstudies voortgezet in de streek van Charleroi, Bergen-Obourg, Vilvoorde, Quenast-Rebecq en Soignies. In deze streken bevinden zich respectievelijk ijzerfabrieken, cementfabrieken, een cokesfabriek en groeven.

Sedert de maand september meten wij tevens de neerslag met behulp van vijf kruiken in Cour-sur-Heure, in de nabijheid van de groeve.

TABEL XI. — Minimale en maximale waarden
van het pH en het stof

Streek	pH		Stofneerslag mg / m ² dag	
	minimum	maximum	minimum	maximum
Bergen-Obourg	5,55	9,55	96	1129
Dampremy	4,25	9,90	257	6492
Marcinelle	3,65	9,50	131	2624
Quenast	3,45	6,60	145	2647
Rebecq	3,70	6,70	102	1047
Soignies	6,15	9,20	137	1062
Cour-sur-Heure	4,85	7,10	152	594
Vilvoorde	9,95	7,05	106	2156

Tabel XI geeft de minimale en maximale waarden aan van het pH en van het waargenomen stof in de verschillende streken waar wij een totaal van 96 kruiken controleren.

7.1.3. *Controlenenet voor de stofneerslag in de Waalse industriestreken*

(Door het Ministerie van Volksgezondheid gefinancierde studie)

In het raam van het controlenenet voor de luchtverontreiniging van industriële oorsprong in Wallonië dat door het Ministerie van Volksgezondheid wordt gesubsidieerd, heeft het laboratorium de opmetingen voortgezet die verleden jaar waren begonnen in de streek van Doornik, Bergen, Soignies, Feluy, Braine-le-Comte, Tubize en La Louvière.

Maandelijks bepalen wij voor elk station het gehalte aan oplosbaar en onoplosbaar stof evenals het gehalte aan SO_4^{--} ionen.

Om de drie maand bepalen wij voor een middelmatig monster van de vloeibare fase het doseringsgehalte van de fosfaten, nitraten en fluoriden en voor een middelmatig stofmonster bepalen wij het doseringsgehalte van de volgende metalen: ijzer, calcium, cadmium, lood, chroom, zink en kwikzilver.

Op grond van de tijdens het vierde trimester van 1974 en de drie eerste trimesters van 1975 waargenomen resultaten hebben wij een syntheseverslag opgesteld.

Dit verslag werd doorgezonden naar de Hinderdienst van het Ministerie van Volksgezondheid.

In tabel XII hebben wij de minimale en maximale waarden vermeld, uitgedrukt in percentages voor de verschillende kationen voor de perioden 74-75 en 75-76; deze laatste periode omvat enkel drie trimesters: het laatste trimester van 1975 en de eerste twee van 1976. Tussen deze twee periodes stelt men geen grote schommelingen vast in de stofsamenstelling.

7.1.4. *Studie van de vaste verontreiniging in Kruibeke door luchtfiltratie*

Op verzoek van het Mijnwezenbestuur van Hasselt hebben wij de dagelijkse studie voortgezet van de vaste verontreiniging afgegeven door een Argex-fabriek die uitgezette produkten op basis van klei voortbrengt.

TABEL XII. — *Samenstelling van het onoplosbaar stof in %.*
Minimale en maximale waarden.

Streek	% Calcium	% IJzer	10^{-1} % Chroom	% Zink	% Lood	10^{-1} % Cadmium	
<i>Doornik-Vaulx</i> jaar	74-75	0,36 à 18,6	1,10 à 6,00	3 à 26	0,04 à 0,33	0,02 à 0,36	0,3 à 3
	75-76	1,0 à 22,7	0,91 à 4,70	3 à 18	0,06 à 0,59	0,01 à 0,18	0,3 à 2,9
<i>Bergen-Obourg</i> jaar	74-75	0,96 à 16,8	1,50 à 13,80	3 à 16	0,08 à 1,00	0,04 à 0,27	0,3 à 4
	75-76	0,9 à 21,6	2,36 à 7,48	7 à 22	0,08 à 0,93	0,05 à 0,33	0,5 à 2,2
<i>Soignies-Feluy</i> jaar	74-75	0,58 à 2,25	1,70 à 21,30	4 à 54	0,11 à 0,31	0,05 à 0,42	0,2 à 2
	75-76		1,72 à 15,40	5,5 à 37	0,09 à 0,36	0,04 à 0,38	0,2 à 4
<i>Tubize-Quenast</i> <i>Braine-le-Comte</i> jaar	74-75	0,42 à 3,97	2,90 à 13,80	4 à 34	0,02 à 0,54	0,01 à 0,21	0,1 à 2
	75-76	0,7 à 3,4	3,77 à 20,52	6,6 à 27,4	0,02 à 0,33	0,01 à 0,22	0,04 à 3,2
<i>Borinage</i> jaar	74-75		1,57 à 6,40	4 à 80	0,03 à 0,43	0,05 à 0,30	0,5 à 7
	75-76	0,04 à 7,3	2,02 à 27,90	3,9 à 70,7	0,05 à 0,31	0,06 à 1,40	0,8 à 5,8
<i>Centrum</i> jaar	74-75		2,20 à 26,70	4 à 23	0,05 à 0,26	0,06 à 1,83	0,7 à 3
	75-76	0,09 à 11,7	2,65 à 27,90	3,9 à 50	0,01 à 0,42	0,05 à 1,40	0,7 à 4

De bemonsteringsinrichting omvat :

- een zuigtoestel met een filtreerkop voorzien van een filtreermembraan met 160 mm diameter ;
- twee stofopvangsters type C.P.A. voorzien van filters van polyuretaanschuim en werkend met batterij.

Tijdens het eerste semester hebben wij het zuigtoestel moeten vernieuwen en de twee stofopvangsters moeten voorzien van een voeding die de batterijlading constant houdt ; zo werd het « herladen van de batterijen » dat zo goed en zo kwaad als het kon door het personeel van de fabriek werd uitgevoerd, uitgeschakeld.

De resultaten van de metingen worden maandelijks doorgegeven aan het Mijnwezenbestuur van Hasselt.

7.1.5. *Studie van de door de steenbakkerijen in de streek van Kortrijk geloosde fluor*

Bij het bakken van bakstenen komt een gedeelte van de in de grondstof (klei + leisteen) aanwezige fluoriden vrij en wordt afgegeven in het leefmilieu van de steenbakkerij.

Ten einde een raming te hebben van de tijdens het bakken vrijgegeven hoeveelheid fluoriden heeft het

Mijnwezenbestuur van Hasselt ons gevraagd het fluoridegehalte te bepalen in de niet gebakken en in de gebakken baksteen.

Tijdens het laatste trimester van 1975 ontvingen wij 180 te analyseren bakstenen afkomstig van verschillende steenbakkerijen uit de streek van Kortrijk evenals klei- en leisteenmonsters.

In het laboratorium wordt het monster fijngestampt en bij 100°C gedroogd ; daarna ondergaat het een alkalische smelting bij 900°C in een platinakroes opdat de onoplosbare fluoriden zich volledig omzetten in oplosbare fluoriden.

Voor de dosering van de fluoriden in de aldus bereide oplossingen gebruiken wij een specifieke electrode met fluoride-ionen gecombineerd met een calomelelectrode en verbonden met een digitale millivoltmeter op 0,1 mV na.

Dit jaar hebben wij fluor gedoseerd in 56 baksteenmonsters ; bovendien bepalen wij maandelijks de fluor in het door vijf kruiken opgevangen regenwater in de omgeving van de steenbakkerij van Lendeledede.

Men stelt vast dat klei na het bakken gemiddeld 300 ppm minder fluoride bevat ; per ton niet gebakken klei worden dus 300 gram fluoriden vrijgegeven tijdens het bakken.

7.2. AANNEMING VAN EN CONTROLE OP ADEMHALINGSTOESTELLEN

7.2.1. *Aanneming van nieuwe toestellen overeenkomstig de wet van 11 september 1961*

Wij hebben de volgende toestellen onderworpen aan de aannemingsproeven :

- het autonoom ademhalingstoestel met gesloten kring Fenzy 67 voorzien van een zuurstoffles, een zuiveringspatroon gevuld met natronkalk, twee ademzakken en een gezichtsmasker ;
- het autonoom ademhalingstoestel met open kring Fenzy-Mandet 2000 voorzien van twee luchtflessen van een lichte legering met 4 liter inhoud onder een druk van 200 bar, een gezichtsmasker gevoed in luchtverdruk en een longautomaat (fig. 21) ;
- het autonoom ademhalingstoestel met open kring Fenzy-Mandet 3000 voorzien van twee luchtflessen van een lichte legering met 4 liter

inhoud onder een druk van 200 bar, een gezichtsmasker gevoed in luchtverdruk en een debietregelaar ;

- een longautomaat Auer voor een ademhalingstoestel met toevoer van vrije lucht ;
- het ademhalingstoestel met toevoer van vrije lucht Kemira ;
- de autonome ademhalingstoestellen met open kring Matter 44/200, Matter 33/300 en Matter 6/300, voorzien van een of twee luchtflessen, een gezichtsmasker Kemira gevoed in lichte onderdruk en een longautomaat (fig. 22) ;
- het autonoom ademhalingstoestel met gesloten kring Fenzy 66 voorzien van een zuurstoffles van 0,400 liter, een kalkzuiveringspatroon, een ademhalingszak en een gezichtsmasker ;
- anti-stof halfmaskers Fernez FZ 105, Fernez M.A.F. 103 en Fernez Minhor, voorzien van filters van behandeld vilt (fig. 23) ;
- het anti-stof halfmasker Auer Trilix (fig. 24).



Fig. 21 : Autonom toestel met open kring Mandet-Fenzy 2000



Fig. 22 : Autonom toestel met open kring Matter 6 / 300



Fig. 23 : Anti-stof halfmaker Fernez Minhor



Fig. 24 : Anti-stof halfmasker Auer Trilix

7.2.2. Controle op de anti-stof en anti-CO filtreerpatronen

Krachtens de wet die de aannemingsvoorwaarden van de ademhalingstoestellen reglementeert, moet elke fabrikatiepartij aangenomen filters of filtreerpatronen een controle ondergaan die bestaat in het testen van een bepaald aantal uitgekozen stukken van de partij.

Tabel XIII geeft voor dit jaar het totaal aantal filters en patronen aan die werden gecontroleerd.

7.2.3. Controle op zelfredmaskers

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 aangenomen partij maskers een controle ondergaan op de doeltreffendheid t.o.v. CO, rekening houdend met de veroudering van de maskers na verloop van tijd.

Dit jaar hebben wij 60 maskers getest : 16 Dräger en 44 Auer.

TABEL XIII.
Filters of filtreerpatronen die ter controle werden voorgelegd

Type van filters of filtreerpatronen	Aantal stukken
Anti-stof filters Auer Kollix	7963
Anti-stof filters Barikos 1405 / St	12592
Anti-stof filters Dräger 905 St	1075
Anti-stoffilters S.F.A.	3493
Anti-stof filters Dräger 90 St en 745 St	870
Gemengde patronen Dräger	3297
Gemengde patronen Auer	2380
Gemengde patronen Barikos	99
Gemengde patronen Fernez	105
Anti-CO patronen Dräger	433
Anti-CO patronen Auer	245

**7.3. STUDIE VAN DE TOEPASBAARHEID
VAN VEELBELOVENDE MODERNE TECHNIEKEN VOOR CONTINUE
EN SEMI-CONTINUE METINGEN VAN DE EMISSIE
VAN GASVORMIGE POLLUENTEN IN DE SCHOORSTENEN**
(Door de diensten van het Wetenschapsbeleid gesubsidieerd onderzoek)

Dit onderzoek maakt deel uit van het nationaal R-D programma over het leefmilieu uitgewerkt door de regering.

De projecten van dit programma zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de problemen waarmee de openbare overheden te kampen hebben en het doel ervan bestaat erin, in de vorm van alternatieven, rationele bases te leveren tot de besluitvorming voor de uit te voeren actie en de middelen om ze te verwezenlijken.

Sedert 1 januari 1976 wordt het onderzoek gesubsidieerd voor een periode van twee jaar, waardoor een licentiaat in de scheikunde en een technicus A₂ konden worden aangeworven.

Dit onderzoek heeft tot doel :

- 1) de theoretische vergelijkende studie van de verschillende fysische en chemische principes waarop de in de handel zijnde analysatoren gebaseerd zijn, en van hun toepasselijkheid bij meting van de emissie van pollutanten zoals : SO₂, NO_x en lichte koolwaterstoffen ;
- 2) de vergelijkende proefstudie van een beperkt aantal in de handel zijnde analysatoren ;
- 3) de proefstudie van de voornaamste klassieke analysemethodes voor SO₂ en de NO_x.

Na een onderzoek van de fysische of chemische principes waarop de in de handel zijnde analysatoren gebaseerd zijn hebben wij de diensten van het Wetenschapsbeleid voorgesteld :

- 1) voor de analyse van SO₂ : een analysator gebaseerd op de meting van de uitgezonden straling van de SO₂-moleculen die vooraf werden opgewekt door een gepulseerde U.V.-straling van een kwiklamp ;
- 2) voor de meting van de NO_x : een analysator gebaseerd op de opsporing van de tijdens de reactie tussen de NO_x-moleculen en de ozonmoleculen uitgezonden straling, waarbij de chemische luminescente reactie plaatsheeft in gedeeltelijk vacuüm om het desactiveringseffect te voorkomen.

Deze twee aan de emissie aangepaste continue analysators werden besteld en ze zullen begin 1977 worden geleverd.

De vergelijkende proefstudie van de klassieke dosermethodes van SO₂ is beëindigd.

Het SO₂ wordt in het laboratorium geproduceerd uitgaande van de reactie tussen natriumsulfiet en chloorwaterstofzuur.

De geteste methodes zijn :

- 1) absorptie in een oplossing van H₂O₂ met 1 % (4,0 < pH < 4,5), daarna gehaltebepaling van het gevormde H₂SO₄ door :
 - zuurmeting met natriumtetraboraat 0,01 N
 - troebelheidsmeting volgens ASTM D 516-68
 - zwaartekrachtmeting volgens NBN 647 ;
- 2) absorptie in NaOH 0,1 N gevolgd door de gehaltebepaling van de gevormde sulfieten door absorptie van jodium in aanwezigheid van zetmeel ;

- 3) absorptie in een jodiumoplossing gevolgd door de gehaltebepaling van het overblijvende jodium door een oplossing van natriumhyposulfiet ;
- 4) absorptie in een oplossing van natriumtetrachloromercuraat gevolgd door de colorimetrische gehaltebepaling van het gevormde disulfitomercuraat met pararosaniline en formaldehyde (West and Gaeke methode) ;
- 5) absorptie in een zuuroplossing van kaliumjodide en zetmeel in de aanwezigheid van kaliumjodaat en ogenblikkelijke gehaltebepaling van het door het kaliumjodaat geabsorbeerde SO₂.

Voor gehalten begrepen tussen 50 en 3500 ppm hebben wij twee methodes kunnen selecteren welke resultaten opleveren vergelijkbaar met $\pm 5\%$:

- de zuurstofwatermethode met gehaltebepaling van het gevormde zuur door gravimetrie of turbidimetrie,
- het rechtstreeks titreren van het SO₂ door iodometrie.

Deze laatste methode is de snelste.

Daar voor de continue analysators de in de schouw bemonsterde rook gezuiverd moet zijn van stofdeeltjes en roet, en verarmd aan waterdamp om de watercondensatie te voorkomen bij de werkingstemperatuur van de analysator (40 °C), hebben wij de mogelijkheid bestudeerd om deze rook te verdunnen in een verhouding gelegen tussen 0 en 100 om de voormelde doeleinden te bereiken.

In een eerste systeem wordt de gefiltreerde rook aangezogen met zwak debiet doorheen een capillaire buis en stroomafwaarts t.o.v. deze buis verdund met gezuiverde lucht en naar de analysator gestuurd.

In de tweede bestudeerde inrichting wordt de gefiltreerde rook aangezogen met groot debiet door een eerste pomp ; daarna wordt slechts een klein gedeelte ervan aangezogen doorheen een capillaire buis en verdund met gezuiverde lucht dank zij een tweede pomp die het mengsel in de analysator stuurt.

Wij hebben de voor- en nadelen van deze twee verdunsystemen bestudeerd. De studie moet worden voortgezet met de analysators.

7.4. NORMALISATIE VAN FILTERS VOOR ALGEMENE VENTILATIE

Het NIEB werd aangesteld als controle-instelling voor de toekenning van het Benor-merk aan filters voor algemene ventilatie die overeenstemmen met norm X44-001.

De op 1 september 1976 verschenen norm X44-001 bepaalt de testinstallaties en de meet-

methodes van de drie voornaamste kenmerken van de luchtfilters, met name : het drukverlies, het rendement en het stofopvangvermogen.

Wij moeten dus tijdens 1977 de proefbank bouwen om deze filters te kunnen beproeven overeenkomstig de in de norm beschreven testmethodes.

8. Sektie « Valorisatie van steenbergen »

8.1. INLEIDING (1)

De steenbergen zijn ongetwijfeld de meest zichtbare gevolgen van de grote industrialisatieperiode en bevatten evenwel nog aanzienlijke hoeveelheden energiestoffen waarvan de terugwinning door rationele methodes in vele gevallen rendabel zou blijken.

De totale tonnemaat van de steenbergen van steenkolenmijnen op Belgisch grondgebied bedraagt zowat 850 miljoen ton ; indien men rekening houdt met het feit dat enkel de steenbergen met minder dan 75 % as rendabel kunnen worden ontgonnen om de brandstoffen terug te winnen en dat de tonnemaat van de ontginbare steenbergen op 200 miljoen ton wordt geraamd, zou de theoretisch terugwinbare tonnemaat steenkoolhoudend materiaal 40 miljoen ton belopen wat overeenstemt met 20 miljoen ton aardolie-equivalent.

In 1976 waren de steenbergen in België als volgt ingedeeld :

— streek van Bergen	121
— streek van Charleroi	153
— streek van Luik	72
	—
Totaal	346
— streek van Limburg	16
	—
Algemeen totaal	362

Tot nog toe worden de teruggewonnen stoffen van de ontgonnen steenbergen gebruikt door de elektrische centrales die ontworpen werden om met steenkool te werken, of door de cementfabrieken die klinkers maken met behulp van steenberglesteen.

Voor de toekomst zijn andere valorisatievooruitzichten gepland : terugwinning van alumine en productie van aluminium, fabricage van lichte aggregaten voor de bouwnijverheid door breking en agglomeratie.

8.2. OPDRACHT VAN HET NIEB

De huidige energieproblemen volgend op de oliecrisis van 1973 hebben de Belgische Staat, door bemiddeling van het Staatssecretariaat voor Waalse Streekeconomie, aangezet tot de ondertekening met het NIEB van een overeenkomst waardoor het NIEB zich verbindt de steenbergen van de steenkolenmijnen uit het Waalse landsgedeelte te prospecteren met het oog op een rationele ontginning voor de terugwinning van steenkoolhoudende stoffen die zij bevatten.

Deze opdracht omvat de totstandbrenging van bo-

ringen en bemonsteringen op de steenbergen, de verkleining van de monsters, de opstelling van de wasbaarheidskurven en de analyses voor de bepaling van het percentage aan as, water en vluchtige bestanddelen.

Aangezien de meeste bestaande steenbergen zich in de streek van Charleroi en Bergen bevinden werd de afdeling Pâturages belast met het volbrengen van deze taak die verspreid zal liggen over meerdere jaren.

(1) De inlichtingen voorkomende in deze inleiding werden ontleend aan het handvest « Nos terrils » dat in 1976 werd uitgegeven door het Ministerie van Economische Zaken.

8.3. AANGEWENDE MIDDELEN OM DE OPDRACHT TE VERWEZENLIJKEN

Het in 1976 uitgevoerde werk bestond hoofdzakelijk in het verwezenlijken van drie doelstellingen :

- 1) het NIEB voorzien van het benodigde materieel om de gevraagde werken uit te voeren ;
- 2) de lokalen inrichten en er de toestellen bestemd voor de laboratoriumwerkzaamheden opstellen ;
- 3) het benodigde personeel aannemen en ter plaatse opleiden (op de steenberg en in het laboratorium).

Al deze doelstellingen konden worden bereikt dank zij de technische bijstand van de gespecialiseerde diensten van de Faculté Polytechnique de Mons en de afdeling diepboringen, exploreertechnieken en gesteentemechanica van het I.N.I.S.Ma (Institut National Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux).

8.3.1. Boringen en bemonsteringen op de steenbergen

De keuze viel op het droge snelslagboorsysteem zonder rotatie omdat het beschouwd wordt als het meest waardevolle inzake de kwaliteit van de teruggewonnen monsters, gelet op het feit dat de helft ervan gerangschikt wordt volgens de korrelgrootteverdeling.

Om het werk te vergemakkelijken heeft de afdeling « diepboringen » van het I.N.I.S.Ma. een betrekkelijk lichte installatie vervaardigd die gemakkelijk kan worden gedemonteerd en door 2 of drie man op de steenbergen kan worden gevoerd zonder dat er toegangsopritten moeten worden aangelegd.

De boormachine (fig. 25) bestaat uit een 4 m hoge mast, gevormd door drie poten en aangebracht op een rond platform met 1,67 m diameter dat zelf vastgemaakt is op een groter rechthoekig platform. Een ronde kopplaat ondersteunt een katrol die rond haar verticale as draait en vervangen kan worden door een takelsysteem dat zwaardere lasten kan dragen (8 statische ton). Het afstandsbedieningssysteem is op een van de drie poten van de mast gemonteerd en de haallier is vastgemaakt op het ronde basisplatform.

Een mobiele draaischroefcompressor « Atlas Copco » (fig. 26) welke $9,5 \text{ m}^3/\text{min}$ perslucht levert bij 7 kp/cm^2 druk, voedt de boorinstallatie die thans op 100 m afstand van de compressor mag verwijderd zijn.

Vanuit elk boorgat wordt een buis met 128 mm diameter en 110 m lengte, voorzien van een snij-schoen, vastgehecht aan de hamer om te zorgen voor

de boring, de bemonstering en de verbuizing. Eens dat de beginverbuizing aangebracht is moeten twee gevallen worden onderscheiden :

- a) Gemakkelijk toegankelijke steenbergen, van 30 m maximale diepte (vlakke steenbergen).

Er wordt geboord met behulp van een kernboor met 75 mm binnendiameter waarvan de lengte 1, 10, 1,50 of 2 m kan belopen. Deze kernboor is voorzien van een snij-schoen die ofwel cilindervormig is of aan de buitenkant dubbel conisch is, opdat hij beter in de steenbergen kan dringen door de zijdelingse wrijving die hij ondergaat aanzienlijk te verminderen. Naarmate het boren vordert worden 2 m lange stangen met 75 mm diameter aan de hamer verbonden om de boorkolom te vormen.



Fig. 25 : Boormachine



Fig. 26 : Mobile draaischroefcompressor

b) Moeilijk toegankelijke steenbergen, tot 60 m diepte (conische steenbergen)

Dan moet voor een verbuizing worden gezorgd met 119 mm diameter tot op 25 of 30 m diepte. Daarna verloopt de boring met behulp van de kernboren met dezelfde binnendiameter (75 mm) en dezelfde lengte als in het eerste geval, maar met lichtjes kleinere buitendiameter. De snijschoenen en de stangen zijn eveneens van hetzelfde type. Met een aldus samengesteelde booras moeten 50 tot 60 m diepe boorgaten kunnen worden gedolven.

Om de 1.600 kg wegende mobiele compressor te slepen en het materieel aan de voet van de steenberg te brengen heeft het NIEB een dieselvrachtwagen met 5 ton capaciteit aangekocht, evenals een lier voor het vervoer van het materieel op steenbergen die niet toegankelijk zijn voor een vrachtwagen.

8.3.2. *Laboratoriumwerkzaamheden*

De afdeling Pâturages heeft drie lokalen ingericht en uitgerust waarin de toestellen werden opgesteld voor de uitvoering van de laboratoriumwerkzaamhe-

den die nodig zijn om de gevraagde doelstellingen te verwezenlijken.

De werkzaamheden verlopen als volgt :

De op de steenberg bemonsterde kernen worden per lengte van 3 m gegroepeerd in plastic zakken om een monster van ongeveer 20 kg te vormen. Per boring zijn de genummerde monsters gesplitst in twee groepen :

- 1) de onpaar genummerde monsters dienen voor de bepaling van het globale asgehalte en van de vochtigheid ;
- 2) de paar genummerde monsters waarmee de wasbaarheidskurven worden opgesteld.

Bovendien werd beslist dat het laboratorium voor mechanische bereiding van ertsen van de Faculté Polytechnique de Mons zich zou bezighouden met de behandeling van de produkten met minder dan 0,5 mm korrelgrootteverdeling.

Deze werkmethode maakt het voor het laboratorium mogelijk het tempo van de werkzaamheden op de steenberg zonder overbelasting noch dode tijd te volgen, waarbij de gebruikers alle gevraagde inlichtingen met voldoende nauwkeurigheid krijgen.

8.4. *STAND VAN DE WERKEN*

Einde 1976 hadden wij de studie van de eerste voorgestelde steenberg, nr 6 van de zetel Ste-Cathérine te Bernissart, nagenoeg beëindigd. Vier boringen werden er met volledig kernboren uitgevoerd over een totale lengte van 100 meter. Onge-

veer 1.200 asgehalten en 100 gehalten aan vluchtige bestanddelen werden bepaald waardoor een honderdtal wasbaarheidskurven konden worden getrokken.

...

Publikaties en dokumentatie

Annalen der Mijnen van België

In 1976 verschenen 1130 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.

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 :

- Steenkool, nieuwe energie voor de toekomst, door P. Ledent. Januari.
- Verslag van het Colloquium over de vergassing en liquefactie van steenkool, Düsseldorf, januari 1976, door P. Ledent en W. Fassotte. Februari.
- Jaarverslag van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven in 1975. April.
- Bemonstering, recuperatie en analyse van organische pollutanten in de lucht, door M. Neuray, W. De Craecker en J. Stevens. September.
- Beheersing van de mijngasuitwaseming, door J. Boxho. November.

Allerlei

De uiteenzetting van de H. Stassen met als titel « Steenkool » verschenen in de reeks « Technische rapporten » van de Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep II : Alternatieve energiebronnen voor splijtstofenergie, van het Ministerie van Economische Zaken.

Het NIEB verspreidde een brochure met de Engelse tekst van de mededeling « Radio Transmission Systems recommended by Iniex », gehouden door Prof. Delogne en de H. Liégeois op de International Electrical, Electronics Conference and Exposition, die plaatsvond te Toronto, Canada, in het najaar van 1975.

De uiteenzetting van de H. Noël, « Steenkoolonderzoek : algemene vooruitzichten en toepassingsvoorbeelden van de rangmeting van steenkolen » verscheen in het Bulletin du Centre de Recherches Pau-SNPA, 10-1.

De hierna volgende technische informatieën werden verspreid :

- Metro van Luik. Geomechanische proeven en commentaren, door P. Stassen en H. van Duyse :
 - Val-Benoît
 - Franchises
 - Ste-Véronique
 - St-Lambert
- NAVO. Comité over de Uitdagingen van de Moderne Maatschappij. Proefstudie over de verwijdering van gevaarlijke afvalprodukten :
 - Verslag van de vergadering van de technische deskundigen gehouden te Bad Hersfeld op 16 en 17 december 1975, door P. Stassen.

- Is het mogelijk de Belgische mijnontginningen aan te wenden voor het opslaan van gevaarlijke produkten? door P. Stassen. April.
- NIEB-systeem met stralingsstompen. Stand van de techniek per 1 juni 1976, door P. Delogne en L. Deryck.
- Verkenningschachten en -galerijen voor het delven van de Luikse metro. Algemene conclusies, door P. Stassen. Juni.
- Studie van de linking tussen boringen te Helchteren-Zolder, door V. Chandelle. April.
- Studie van de economische mogelijkheden van industriële valorisatie van de door ondergrondse vergassing onder hoge druk gewonnen energie, met het oog op de produktie van elektriciteit, door de leden van de werkgroep van de Technische Commissie « Ondergrondse vergassing ». Augustus.
- Verslag over het bezoek van 15 juli 1976 aan de geothermische winplaats van Larderello (Italië), door V. Chandelle. Oktober.
- Verslag over het tweede jaarlijkse symposium betreffende de ondergrondse vergassing van steenkool (Morgantown, 10 augustus 1976) en samenvatting van de proeven van Hanna II (fasen 1, 2 en 3) in de USA, door V. Chandelle. Oktober.
- Resultaten van de eerste op het NIEB verwezenlijkte vergassingsproeven, door M. Marcourt. Oktober.

De hierna volgende uiteenzettingen werden gehouden :

- Nationaal Belgisch verslag en algemeen verslag over de ondergrondse vergassing, door P. Ledent. Colloquium over de vergassing en de liquefactie van steenkool, ingericht door de Verenigde Naties, te Düsseldorf. Januari.
- De HH. Bonsang en Duhameau behandelden de werking van het NIEB inzake de bestrijding van de luchtverontreiniging tijdens een Dag die gezamenlijk door het NIEB en de vereniging « Antipol » te Luik, was ingericht. Februari.
- Steenkool, nieuwe energie voor de toekomst, door P. Ledent. Koninklijke Belgische Vereniging der Elektronici, Brussel. Maart.
- De ondergrondse vergassing van steenkool, door P. Ledent en J. Ribesse. Symposium over de gastoeekomst ingericht door het Europees Verbond der Vakverenigingen te Luxemburg. Mei.

- Bijzondere resultaten van proeven op waterige springstoffen gesensibiliseerd met aluminium, door P. Goffart. 7e zitting van de Europese Commissie voor Normalisatie van Proeven met Springstoffen, Zweden. Juni.
- De ondergrondse vergassing van steenkool, door P. Ledent. Vereniging van de Burgerlijke Ingenieurs van Frankrijk, Parijs. Oktober.
- Werkomstandigheden in winplaatsen met grote opbrengst, door J. Boxho en G. Degueldre. Door de CEG ingerichte Voorlichtingsdagen te Luxemburg. September.
- Underground use of a coaxial cable with leaky stubs, en Natural propagation of electromagnetic waves in tunnels, door L. Deryck. USNC/URSI Meeting, University of Massachusetts, Amherst. Oktober.
- Nieuwe vooruitzichten van de ontwikkeling van de carbochemie uitgaande van de vergassing van steenkool in situ, door P. Ledent. Ronde Tafel « Valorisatie van steenkool en cokes » georganiseerd door de CEG te Luik. November.
- Steenkoolreserves in de wereld en in het bijzonder in de Kempen, door P. Stassen. Symposium over Chemische Valorisatie van Steenkool georganiseerd door het « Europees Studiekomitee voor de Chemische Valorisatie van de Westeuropese Energiebronnen », Hasselt. November.
- De ondergrondse vergassing van steenkool, door P. Ledent. Werkgroepen « Energiebesparingen » en « Vergassing » van de Université de Liège. November.

Documentatiesteekkaarten

Mijnen

Er werden vierentwintig pakken steekkaarten verzonden.

Groeven

Vijf bibliografische bulletins met elk ongeveer 60 samenvattingen werden naar de leden van de sectie « Kalk » van de VKKD gezonden.

Inhoudstafel

INLEIDING	5
AFDELING LUIK	
1. <i>Sektie « Mijnen en Groeven »</i>	9
1.1. Galerijen en schachten	9
1.1.1. Steengangen	9
1.1.2. Galerijen in de laag	12
1.1.3. Gemechaniseerd delven van ophouwen	13
1.1.4. Binnenschachten	13
1.2. Voorzien en beheersen van vervormingen in de mijnbouw	14
1.2.1. Gedrag van een werkplaatsgalerij die vóór het pijlerfront gedolven was op de zetel Winterslag ...	14
1.2.2. Onderhoud van galerijen die in verbinding staan met terugwaartse ontginningen	15
1.2.3. Probleem van steendammen langsheen voorwaartse pijlergalerijen	15
1.2.4. Verbetering van de ondersteuning door meegeevende T.H.-ramen	15
1.2.5. Gemeten spanningen in een van de twee ophaalschachten van Waterschei	16
1.3. Mijngas en luchtverversing	16
1.3.1. Beheersing van de mijngasuitstroming	16
1.3.2. Toepassing van de « process control » op de ventilatie	21
1.4. Radioverbindingen en -bediening	22
1.4.1. Mijnen	22
1.4.2. Verkeerstunnels	23
1.4.3. Communicaties langs de wegen	23
1.5. Ondergrondse vergassing	24
1.5.1. Ontwikkeling van de voorafgaande studies	24
1.5.2. Betrekkingen met de buurlanden	27
1.6. Verkenningswerken voor het delven van de Luikse metro	27
1.7. Groeven	29
1.7.1. Studie van de schiettrillingen	29
2. <i>Sektie « Laboratorium voor analyse en industrieel onderzoek »</i>	31
2.1. Extractieve nijverheden	31
2.1.1. Steenkool en cokes	31
2.1.2. Aardolie en aardgas	32
2.1.3. Leisteen uit steenbergen	32
2.1.4. Kalk en cement	32
2.2. Leefmilieu	33
2.2.1. Neerslagcontrole in de Waalse industriegebieden of in die gebieden met tendens tot industrialisatie	33
2.2.2. Andere neerslagstudies	34
2.2.3. Deelname aan het nationaal net « Zwavel-Rook » van het Ministerie van Volksgezondheid	35
2.2.4. Andere zwavel-rookstudies	35
2.2.5. Deelname aan het nationaal net voor telecontrole op de kwaliteit van de lucht van het Ministerie van Volksgezondheid	35
2.2.6. Studie van de organische verontreiniging van de lucht	35
2.2.7. Deelname aan het nationaal programma : Onderzoek en ontwikkeling over het fysisch en biologisch leefmilieu — Project Lucht	36

2.2.8. Deelname aan de normalisatiewerkzaamheden van meetmethodes voor de luchtverontreiniging	37
2.2.9. Samenwerking met de onderwijsinstellingen	37
2.3. Polymeren	38
2.3.1. Incorporatie van minerale stoffen	38
2.3.2. Gedrag van materialen t.o.v. vuur	39
2.3.3. Thermische analyse	41
2.3.4. Hulp aan de industrie	42
2.3.5. Samenwerking met de onderwijsinstellingen	42
2.4. Diverse werkzaamheden	42
3. Sektie « Proefstation »	43
3.1. Valorisatie van brandstoffen	43
3.1.1. Onroking van Poolse eitjes	43
3.1.2. Ontroking van Indische eitjes	43
3.1.3. Deelname aan de studies van het C.R.M.	43
3.2. Deelname aan de voorafgaande studies over de ondergrondse vergassing	44
3.2.1. Experimentele vergassingsinrichting	44
3.2.2. Experimentele verbrandingsinrichting voor arm gas onder hoge druk	44
3.3. Valorisatie van groeveprodukten	45
3.4. Deelname aan de werkzaamheden van de sectie « Polymeren »	45

AFDELING PATURAGES

4. Sektie Veiligheid « Springstoffen »	47
4.01. Officiële erkenning van twee Duitse veiligheidsspringstoffen met ionenuitwisseling	47
4.02. Controle op springstoffen voor steenkolenmijnen	48
4.03. Proef met de in Polen gebruikte mortier met spleet	48
4.04. Voorstelling van twee klassieke gesteentespringstoffen	50
4.05. Rockonderzoek van schoten met diverse gesteentespringstoffen	50
4.06. Onderzoek van de gesteentespringstof in waterig gel « Sturalex »	50
4.07. Onderzoek van springstofmonsters « Iregel 406 » voor massaschietwerk	51
4.08. Beproeving van soepele slagkoorden met penthrite	51
4.09. Onderzoek van een zelfvastzettende patroon met waterig gel	51
4.10. Onderzoek van een traagbrandende veiligheidslont	52
4.11. Ketsen van de detonator op lont door dichte wurging	52
4.12. Onderzoek van een partij defecte detonatoren voor industrieel gebruik	52
4.13. Onderzoek van de gevoeligheidsdrempel van een partij elektrische detonatoren voor steenkolenmijnen	53
4.14. Onderzoek van PNE-detonatoren met aluminium-koperdraden	53
4.15. Proeven op de detonatiegeschiktheid van produkten op basis van ammoniumnitraat	53
4.16. Onderzoek over een ingeschakeld stofgrendelsysteem	54
4.17. Proeven aangaande de ondergrondse vergassing van steenkool onder hoge druk	56
5. Sektie Veiligheid « Brand - Mijngasmeting - Stof »	57
5.1. Moeilijk ontvlambare materialen	57
5.1.1. Transportbanden	57
5.1.2. Moeilijk ontvlambare vloeistoffen voor hydraulische transmissie	58
5.2. Blusapparaten	60
5.2.1. Poederblusapparaten	60
5.2.2. CO ₂ -blusapparaten	60
5.3. Mijngasmeting	60
5.4. Ontvlambaar stof	60
6. Sektie « Elektriciteit »	61
6.1. Ontploffingsvast materieel	61
6.1.1. Aanneming en controle omtrent de gelijkvormigheid met de norm NBN 286	61
6.1.2. Materieel aangenomen volgens buitenlandse normen	61
6.1.3. Schroefwerk, het zwak punt van ontploffingsvaste omhulsels van lichte legering	61
6.1.4. Individuele proeven	62
6.1.5. Hersteld materieel	63
6.2. Intrinsieke veiligheid	63
6.3. Versterkte veiligheid « e »	63
6.3.1. Speciale motoren aangenomen in versterkte veiligheid. Aanneming van asynchrone motoren met kooirotor, met groot vermogen, voor een net op 60 Hz	63

6.4. Veiligheid door inwendige overdruk	65
6.5. Veiligheid « N »	65
6.6. Materieel in speciale veiligheid	65
6.7. Allerlei	66
7. <i>Sektie Gezondheid « Bestrijding van de luchtverontreiniging »</i>	67
7.1. Studies betreffende de luchtverontreiniging	67
7.1.1. Meting van de luchtverontreiniging in rook en SO ₂	67
7.1.2. Meting van de verontreiniging van industriële oorsprong met behulp van neerslagkruiken	67
7.1.3. Controlenet voor de stofneerslag in de Waalse industriestreken	68
7.1.4. Studie van de vaste verontreiniging in Kruibeke door luchtfiltratie	68
7.1.5. Studie van de door de steenbakkerijen in de streek van Kortrijk geloosde fluor	69
7.2. Aanneming van en controle op ademhalingstoestellen	69
7.2.1. Aanneming van nieuwe toestellen overeenkomstig de wet van 11 september 1961	69
7.2.2. Controle op de anti-stof en anti-CO filtreerpatronen	70
7.2.3. Controle op zelfredmaskers	70
7.3. Studie van de toepasbaarheid van veelbelovende moderne technieken voor continue en semi-continue metingen van de emissie van gasvormige pollutanten in de schoorstenen	71
7.4. Normalisatie van filters voor algemene ventilatie	72
8. <i>Sektie « Valorisatie van steenbergen »</i>	73
8.1. Inleiding	73
8.2. Opdracht van het NIEB	73
8.3. Aangewende middelen om de opdracht te verwezenlijken	74
8.3.1. Boringen en bemonsteringen op de steenbergen	74
8.3.2. Laboratoriumwerkzaamheden	75
8.4. Stand van de werken	75
<i>PUBLIKATIES EN DOCUMENTATIE</i>	77

Le groupe Devillien : Cambrien ou Précambrien ?

✓

Georges MORTELMANS *

RESUME

C'est à A. Dumont (1847) que revient le mérite d'avoir reconnu dans le socle ancien de l'Ardenne deux ensembles plissés séparés par une importante discordance angulaire. L'ensemble le plus ancien, ou « Terrain ardennais », affleurerait dans des boutonnières anticlinales du second, le « Terrain rhéna ». A. Dumont fit de ces boutonnières les « Massifs » de Rocroi, Stavelot, Serpont et Givonne. L'étude des deux premiers l'amena à diviser le terrain ardennais en trois « systèmes », à savoir, de la base au sommet, le Devillien, le Revinien et le Salmien. Plusieurs fois contestée, cette division lithostratigraphique reste fondamentalement exacte. A. Dumont fut moins heureux avec le Massif du Brabant, erronément rattaché au terrain rhéna. C'est à J. Gosselet (1860) et C. Malaise (1873) que l'on doit d'avoir, le premier reconnu l'existence du « terrain silurien » dans ce massif, le second d'avoir défini les équivalents brabançons du Devillien, du Revinien et du Salmien. Ces trois ensembles furent généralement attribués au Cambrien, quoique sans aucune évidence paléontologique. La découverte de *Dictyonema flabelliforme* à la base du Salmien de Stavelot (1866) et du Brabant (1948) démontra l'âge ordovicien du Salmien et, conséquemment, l'âge anté-ordovicien du Revinien et du Devillien. L'absence, dans ces terrains, de fossiles autres que des « traces de vie » conduisit certains auteurs (G. Dewalque, 1868 ; G. Waterlot, 1956) à proposer, sur base d'analogies lithologiques, une corrélation du Revinien avec le Cambrien supérieur et du Devillien avec le Cambrien moyen du Pays de Gal-

SAMENVATTING

Aan A. Dumont (1847) komt de verdienste toe dat hij in de oude sokkel van de Ardennen twee geplooide gehelen onderscheidde die gescheiden zijn door een belangrijke hoek-discordantie. Het oudste geheel, of « Ardeens gesteente », kwam tot ontsluiting in de anticlinale spleten van het tweede, het « Rijnlands gesteente ». A. Dumont maakte van deze spleten de « Massieven » van Rocroi, Stavelot, Serpont en Givonne. De studie van de eerste twee bracht hem tot de indeling van het Ardeens gesteente in drie « systemen », met name, van de basis naar de top, het Devillium, het Revinium en het Salmiaan. Hoewel meermaals betwist, blijft deze lithostratigrafische indeling fundamenteel juist. A. Dumont was niet zo gelukkig met het Massief van Brabant dat verkeerdelijk verbonden werd met het Rijnlands gesteente. Aan J. Gosselet (1860) hebben wij te danken dat hij het bestaan van het « Silurisch gesteente » in dit massief erkende en aan C. Malaise (1873) dat hij de Brabantse equivalenten van het Devillium, het Revinium en het Salmiaan bepaald heeft. Deze drie gehelen werden meestal toegeschreven aan het Cambrium, evenwel zonder enige paleontologische zekerheid. De ontdekking van *Dictyonema flabelliforme* aan de basis van het Salmiaan van Stavelot (1866) en van Brabant (1948) tonen aan dat het Salmiaan tot het Ordoviciaans tijdperk behoort en het Revinium en het Devillium bijgevolg tot het Pre-Ordoviciaans tijdperk. De afwezigheid van andere fossielen dan « sporen van leven » zette sommige auteurs (G. Dewalque, 1868, G. Waterlot, 1956) ertoe aan op grond van litholo-

* Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, avenue F.D. Roosevelt 50 - B-1050 Bruxelles.

les. La fragilité de tels raccords nous a fait préférer, comme bases de corrélation, les Oldhamia, traces de vie très caractéristiques, rencontrées dans le Devillien supérieur et dans les « Bray Series » d'Irlande du Sud-Est.

Les Bray Series sont plissées et discordantes sous le Cambro-Ordovicien, ce qui leur a fait attribuer, en général, un âge précambrien final, position acceptée par nous. Ceci nous amena à paralléliser le Revinien avec le Cambrien et le Devillien avec le Précambrien terminal. Des recherches micropaléontologiques récentes, tant en Irlande (P. Gardiner et M. Vanguetaine, 1971) qu'en Ardenne (M. Vanguetaine, 1973), obligent à nuancer quelque peu ces attributions ; elles montrent que le Revinien correspond à la quasi totalité du Cambrien, à la base duquel doivent encore être placées les couches à Oldhamia. Un âge précambrien final reste donc vraisemblable pour les formations sous-jacentes à cet horizon fossilifère. Par ailleurs, ces conclusions révèlent des évolutions différentes pour les aires sédimentaires irlandaise et ardenno-brabançonne, avec une continuité de sédimentation dans le seconde et un diastrophisme intra-cambrien dans la première.

gische analogieën een correlatie voor te stellen van het Revinium met het Boven-Cambrium en van het Devillium met het Midden-Cambrium van het land van Wales. Wegens deze zwakke verbindingen verkozen wij de Oldhamia, zeer kenmerkende sporen van leven die voorkomen in het Boven-Devillium en in de « Bray Series » van Zuidoost-Ierland als correlatiebasis te nemen. De Bray Series zijn geplooid en discordant onder het Cambro-Ordoviciaan waardoor zij meestal werden ondergebracht bij het einde van het Pre-Cambriumtijdperk, welk standpunt wij kunnen aannemen. Hierdoor trokken wij een parallel tussen het Revinium en het Cambrium en tussen het Devillium en het einde van het Pre-Cambrium. Recente micropaléontologische navorsingen zowel in Ierland (P. Gardiner en M. Vanguetaine, 1971) als in de Ardennen (M. Vanguetaine, 1973) noodzaken ons dit te nuanceren : zij tonen aan dat het Revinium overeenstemt met nagenoeg het hele Cambrium waaronder de Oldhamia-lagen nog moeten worden geplaatst. De formaties die onder deze fossielhoudende horizont liggen zouden dan waarschijnlijk gevormd zijn op het einde van het Pre-Cambrium. Deze conclusies onthullen overigens verschillende evoluties voor de Ierse en Brabants-Ardeense sedimentaire lagen met een sedimentatie-continuïteit in de tweede, en een intra-Cambriumdiastrofisme in de eerste.

ZUSAMMENFASSUNG

Herrn A. Dumont steht das Verdienst zu, im alten Sockel der Ardennen zwei Faltungen erkannt zu haben, die durch eine ausgeprägte Winkeldiskordanz getrennt sind. Der älteste Komplex, als « Ardenneboden » bezeichnet, lag zutage in den sattelförmigen, länglichen Aussparungen des anderen Komplexes, nämlich des « rheinischen Bodens ». Aus diesen länglichen Aussparungen machte A. Dumont die Grundgebirge von Rocroi, Stavelot, Serpont und Givonne. Die Untersuchung der ersten beiden bewog ihn dazu, den Ardennenboden in drei Systeme aufzuteilen. Diese sind, von der Basis angefangen bis hin zur Spitze, das Devillien, das Revinien und das Salmien. Obwohl sie wiederholt bestritten wurde, bleibt diese lithostratigraphische Aufteilung grundsätzlich richtig. A. Dumont hatte weniger Glück mit dem Brabanter Grundgebirge, das irrtümlich dem rheinischen Boden zugeordnet wurde. J. Gosselet (1860) steht das Verdienst zu, das Vorhandensein des Silurs in diesem Grundgebirge erkannt zu haben, während C. Malaise (1873) die Brabanter Entsprechungen des Devillien, des Revinien und des Salmien genau bestimmte. Im allgemeinen wurden diese drei Komplexe dem Kambrium zugesprochen, obwohl dies im Hinblick auf die Paläontologie keineswegs eindeutig war.

SUMMARY

The credit for recognizing two fold systems separated by a major angular unconformity in the old Ardenne basement goes to A. Dumont (1847). The older of the two systems — the « Terrain Ardennais » — cropped out in the anticlinal weald-type formations of the second system — the « Terrain Rhéna ». A. Dumont named these weald formations the « Massifs » of Rocroi, Stavelot, Serpont and Givonne. Examination of the first two « Massifs » led him to divide the « Terrain Ardennais » into three systems ; these were named — from bottom to top — the Devillian, the Revinian and the Salmian. Although it has been attacked several times, this litho-stratigraphic division remains essentially correct. A. Dumont had less chance with the Brabant Massif, which he wrongly attached to the « Terrain Rhéna ». It was J. Gosselet (1860) who first recognized the existence of the « terrain silurien » in this massif, and C. Malaise (1873) who defined the Brabant equivalents of the Devillian, the Revinian and the Salmian. These three systems were generally assigned to the Cambrian, without the slightest palaeontological evidence. The identification of Dictyonema flabelliforme at the base of the Stavelot Salmian (1866) and of the Brabant Salmian (1948) revealed the Ordovician age of the

Die Entdeckung des « *Dictyonema flabelliforme* » auf der Grundlage des Salmien von Stavelot (1866) und im Brabant (1948) war ein Beweis für die Ordoviziumzeit des Salmien und folglich für die Vorordoviziumzeit des Revinien und des Devillien. Das Nichtvorhandensein in diesen Böden von anderen Fossilien als « Lebensspuren » bewog einige Verfasser (G. Dewalque, 1868 ; G. Waterlot, 1956) zu der Theorie, nach der eine reziproke Verwandtschaft besteht zwischen dem Revinien und dem Oberkambrium bzw. dem Devillien und dem Mittelkambrium in Wales. Angesichts der Hinfälligkeit solcher Zuordnungen haben wir es vorgezogen, als Grundlage der reziproken Verwandtschaft die Oldhamia in Betracht zu ziehen ; es handelt sich nämlich um sehr typische Lebensspuren, die uns im oberen Devillien sowie in den « Bray Series » im Südwesten Irlands begegnet sind. Die Bray Series weisen Faltungen und Diskordanzen unter dem Kambrium-Ordovizium auf, und deshalb sind sie im allgemeinen der Endpräkambriumzeit zugeordnet. Dies ist eine Stellungnahme, die wir ebenfalls akzeptieren. Dies führte uns dazu, die Parallelität des Revinien mit dem Kambrium und des Devillien mit dem Endpräkambrium festzulegen. Mikropaläontologische Forschungen, die in letzter Zeit sowohl in Irland (P. Gardiner und Vanguetaine, 1971) als auch in den Ardennen (M. Vanguetaine, 1973) durchgeführt wurden, zwingen dazu, diese Zuordnungen etwas zu nuancieren. Sie zeigen, daß das Revinien nahezu dem gesamten Kambrium entspricht, zu dessen Grundlage die Schichten von Oldhamia gehören sollen. Eine Endpräkambriumzeit bleibt also wahrscheinlich für die unter diesem fossilhaltigen Horizont befindlichen Bildungen. Zum andern gehen aus diesen Schlußfolgerungen verschiedenartige Entwicklungen für die sedimentären Stätten in Irland und in den Ardennen bzw. in Brabant hervor, mit einer Ablagerungskontinuität für die Letztgenannte und einem intrakambrischen Diastrophismus im Erstgenannten.

Salmian — and consequently demonstrated that the Revinian and the Devillian which preceded it were of ante-Ordovician age. The absence of fossils, other than organic traces, in these measures has led certain authors (G. Dewalque, 1868 ; G. Waterlot, 1956) to suggest, on the basis of lithological similarities, a correlation of the Revinian with the Upper Cambrian, and of the Devillian with the Middle Cambrian of Wales. The weakness of such connections has led us to prefer the Oldhamia as a basis for correlations ; these are very characteristic organic traces found in the Upper Devillian and in the Bray Series of South-East Ireland. The Bray Series are folded and lie in unconformity below the Cambro-Ordovician, a fact which has caused them generally to be assigned to the Late Precambrian, a view which we share. This brought us to associate the Revinian with the Cambrian and the Devillian with the Late Precambrian. Recent micropalaeontological research — both in Ireland (P. Gardiner and M. Vanguetaine, 1971), and in the Ardennes (M. Vanguetaine, 1973) — oblige us to refine these assignments somewhat. They show that the Revinian corresponds to almost the whole of the Cambrian, at the base of which the Oldhamia strata must also be placed. Thus the probable age of the formations situated below this fossil-bearing horizon is Late Precambrian. Moreover, these conclusions indicate that the Irish and the Ardennes-Brabant sedimentary areas evolved differently — the latter being characterized by continuity of sedimentation and the former by the occurrence of intra-Cambrian diastrophism.

Au cours d'une carrière longue et fructueuse, notre collègue et ami Ivan de MAGNEE a fait montre d'un intérêt tout particulier pour l'histoire géologique de nos plus vieux terrains.

Au moment où il atteint l'éméritat, qu'il veuille bien accepter ces réflexions sur le Devillien comme un gage d'amitié et d'admiration.

...

1. AVANT-PROPOS HISTORIQUE

L'élaboration de la légende stratigraphique de la Belgique et des régions bordières est une œuvre de

longue haleine, périodiquement remise sur le métier. Aussi n'est-il pas sans intérêt d'en esquisser les étapes fondamentales avant d'évoquer le problème du Devillien et de son âge.

1.1. Les fondements de la géologie de la Belgique avant 1847

Dès les débuts de l'exploration géologique de la Belgique, à la fin du 18^e siècle, les observateurs furent frappés par le contraste saisissant existant entre les couches horizontales, meubles ou peu indurées, affleurant en Basse et Moyenne Belgique, et les formations cohérentes fréquemment redressées, ren-

contrées dans le Sud du pays, ainsi que dans le fond des vallées brabançonnaises. C'est ce dont témoignent en particulier les travaux de Robert de Limbourg (1770) et de d'Omalius d'Halloy (1808). Tirant argument du fait, qu'au moins localement, on peut voir les couches horizontales reposer sur les « terrains inclinés », ils en déduisent très logiquement l'âge relatif des deux ensembles. C'est ainsi qu'à propos des vallées brabançonnaises où ces relations sont évidentes, d'Omalius voit dans les terrains inclinés « comme les sommités d'un ancien monde enseveli sous des dépôts plus nouveaux ». Cette heureuse expression est la première formulation de la division fondamentale des formations géologiques de la Belgique en deux ensembles contrastés : les « terrains de couverture », d'une part, le « socle paléozoïque », d'autre part.

Dès 1808, d'Omalius divise les « terrains inclinés » en deux groupes, les formations ou « terrains ardoisier et bitumifère ». Le premier, essentiellement formé de quartzites et d'ardoises, ne renferme que peu ou pas de fossiles. Le second, généralement fossilifère, est caractérisé notamment par l'abondance des calcaires sombres, d'où le nom de « bitumifère ». D'Omalius considère le « terrain ardoisier » comme plus ancien que le second, bien que leur âge relatif ne soit pas encore démontré.

En 1828, le « terrain bitumifère » devient le « terrain anthraxifère » dont sont détachés les schistes et psammites à couches de houille qui formeront le « terrain houiller ».

L'Académie, ayant mis en concours la description géologique de chacune de nos provinces, couronne en 1830 l'ouvrage célèbre d'André Dumont. Dans ce « Mémoire sur la constitution géognostique de la province de Liège », l'illustre géologue s'attache à mettre de l'ordre dans les formations reconnues par d'Omalius. Il « démontre nettement la superposition du terrain houiller sur l'anthraxifère et de celui-ci sur l'ardoisier » (Dewalque, 1868, p. 10). Etudiant le terrain anthraxifère, il montre que la « succession d'assises alternativement calcaires et schistopsammitiques, qui avaient jusqu'alors dérouté les géologues, étaient le résultat de plissements... qui ramenaient plusieurs fois les mêmes assises à la surface par suite de la disparition des crêtes et des selles, et qui étaient souvent renversées, de sorte que leurs deux bords inclinaient dans le même sens » (1868, p. 10).

Ce mémoire eut un retentissement considérable : non seulement, il débrouillait la structure d'une région fort compliquée, mais surtout, comme le souligne Dewalque (1868, p. 10) « il démontrait la nécessité des précautions à prendre dans les conclusions dérivées du caractère de la superposition (1) et

les ressources que ce caractère bien compris, joint à celui de la continuité, c'est-à-dire la méthode stratigraphique, ou géométrique, comme Dumont l'appelait, présente pour la solution des problèmes géognostiques les plus compliqués ».

Avec ce mémoire, sont donc mises en évidence, avec une grande clarté, les notions si importantes de séries normales et de séries inverses.

1.2. Déchiffrement et subdivision du « terrain ardoisier » (A. Dumont, 1847)

En possession de cet outil de travail, A. Dumont peut s'attaquer au déchiffrement du « terrain ardoisier ». Très vite, il en reconnaît la complexité et y décèle, en Ardenne, deux ensembles distincts séparés par une discordance majeure. Ces ensembles deviendront le « terrain rhénan » et le « terrain ardennais » de ses mémoires de 1847 et 1848.

Le « terrain ardennais » tire son nom du fait qu'il constitue, en Haute Ardenne, quatre plages plus ou moins étendues, circonscrites par le « terrain rhénan ». A. Dumont qualifie ces plages de « massifs », dénomination toujours actuelle. Ce sont les massifs de Rocroy, de Givonne, de Serpont et de Stavelot. Les deux premiers sont situés presque entièrement en territoire français ; le quatrième se prolonge quelque peu dans le Höhe Venn allemand.

Le « terrain rhénan » correspond sensiblement à l'Ardenne schisteuse. A. Dumont y reconnaît deux systèmes : au sommet un « système coblencien », à la base un « système gedinnien » débutant par le « poudingue de Fépin ». Le terrain rhénan correspond ainsi sensiblement à l'Eodévonien, le terrain ardennais à des formations antédévonniennes.

Enfin, Dumont rattache le terrain ardoisier du Brabant et du Condroz au terrain rhénan, erreur qui ne sera corrigée qu'après sa mort.

2. EDIFICATION DE LA LEGENDE STRATIGRAPHIQUE DU « TERRAIN ARDENNAIS » EN ARDENNE (A. DUMONT, 1847 et 1848)

C'est dans les massifs de Rocroy et de Stavelot que Dumont jette les bases de la stratigraphie du terrain ardennais. Aussi ne sera-t-il pas question ici des autres massifs de la Haute Ardenne.

(1) Souligné dans le texte.

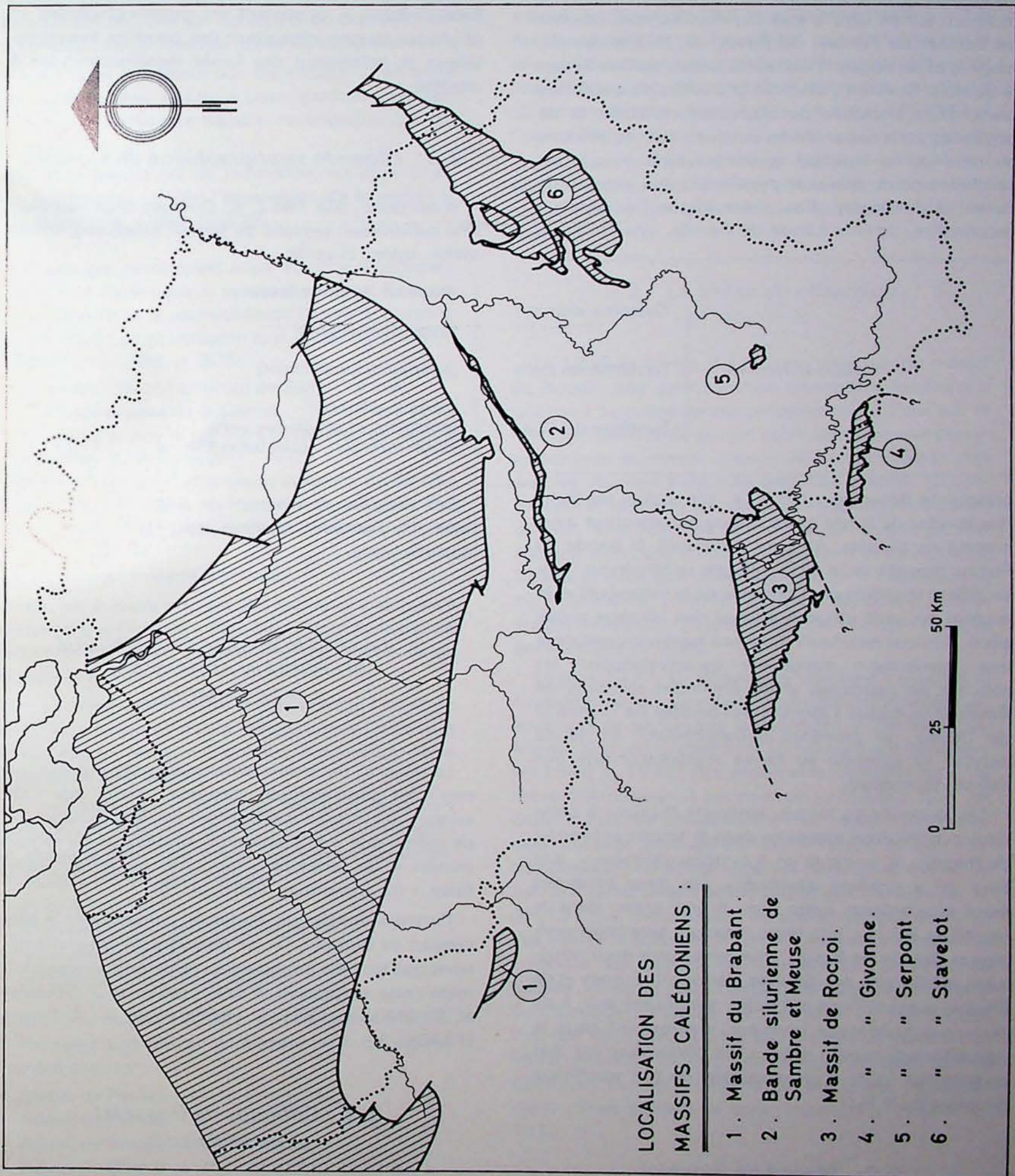
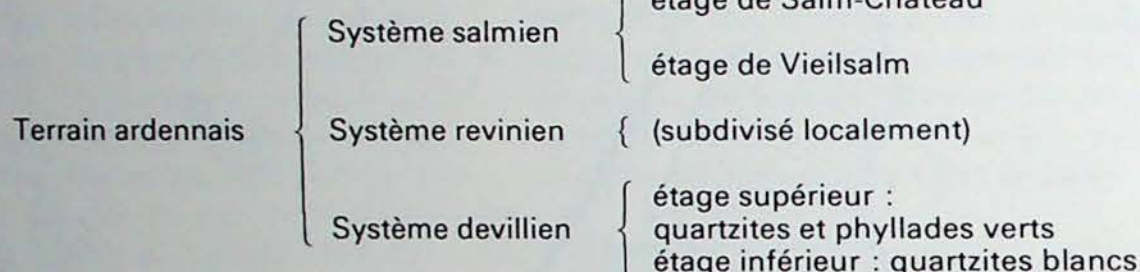


Fig. 1. — Localisation des massifs Calédoniens.

2.1. Massif de Rocroy

Il constate l'existence, dans ce massif, de quatre bandes de terrain orientées de l'O.S.O. à l'E.N.E. et inclinant toutes vers le sud. Du nord au sud, ce sont les bandes de Fumay, de Revin, de Deville (ou Rimogne) et de Bogny. Etudiant la bande de Deville sur la Semois, Dumont y observe une voûte de quartzites blanchâtres encadrée de quartzites verdâtres et de phyllades verts aimantifères auxquels succèdent, tant au nord qu'au sud, les quartzites bleu noir et les phyllades noirs, souvent pyritifères, des bandes de Revin et de Bogny. Ces observations l'amènent à reconnaître, dans la bande de Deville, une structure



anticlinale déversée au N.N.O., les roches sombres des bandes de Revin et de Bogny apparaissant ainsi comme synclinales. Au nord du massif, la bande de Fumay rappelle celle de Deville par sa lithologie ; elle en diffère toutefois par l'absence de la magnétite et la couleur souvent rouge à violacé des niveaux ardoisiers. Dumont reconnaît dans son extrémité orientale une terminaison anticlinale qu'enveloppent les couches de quartzites et de phyllades sombres de Revin. Il en déduit l'identité des bandes de Fumay et de Deville, la première correspondant au faciès normal, la seconde au faciès métamorphique des mêmes formations.

Ces données de terrain amènent Dumont à créer deux subdivisions majeures dans le terrain ardennais de Rocroi : au sommet un « système revinien », à la base un « système devillien », les deux systèmes étant concordants entre eux. Il voit enfin, dans le massif de Rocroy, une large structure synclinale revinienne (bande de Revin), comprise entre deux structures anticlinales devilliennes (bandes de Fumay et de Deville) passant l'une et l'autre, vers l'extérieur, à de nouveaux synclinaux reviniens s'enfonçant sous la couverture de terrain rhénan. Sa conception est, par conséquent, celle d'un ensemble de plis isoclinaux déversés au N.N.O.

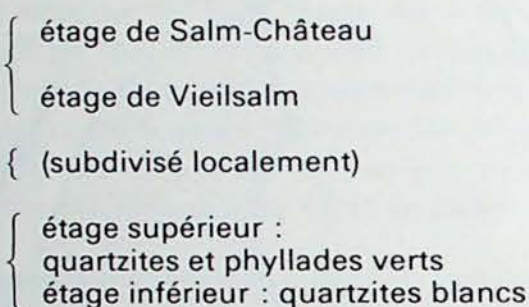
2.2. Massif de Stavelot

Au cours de l'étude du Massif de Stavelot, Dumont retrouve ses deux systèmes devillien et revinien. Il en distingue un troisième, concordant sur le Revinien.

C'est son « système salmien », comprenant deux étages : à la base, un « étage de Vieilsalm » principalement formé de quartzophyllades, de psammites et de phyllades bleuâtres ; au sommet, un « étage de Salm-Château » consistant en quartzophyllades et phyllades rouges intercalant des couches manganésifères et présentant des faciès métamorphiques à ottrélite.

2.3. Légende stratigraphique de Dumont

Ainsi donc, dès 1847, A. Dumont peut proposer une subdivision ternaire du terrain ardennais, subdivision reprise ci-après :



Ces diverses dénominations sont, suivant l'habitude de l'auteur, choisies par référence à des localités-types.

3. LA LEGENDE STRATIGRAPHIQUE DU TERRAIN ARDENNAIS APRES DUMONT

La division du terrain ardennais proposée par Dumont fut généralement acceptée, tandis que l'absence « de fossiles susceptibles de détermination », de même que « la disposition au-dessous du terrain rhénan », le faisaient « rapporter au terrain cambrien » (G. Dewalque, 1868, p. 16).

Certains chercheurs, toutefois, contestèrent la succession de Dumont. On ne retiendra de ces contestations que les plus importantes, remettant en question toute cette succession, à savoir celles de J. Gosselet et C. Malaise (1868 à 1888) et de R. Anthoine (1940).

3.1. Critiques de Gosselet et de Malaise

En 1868, dans leurs « Observations sur le terrain silurien de l'Ardenne », ces deux auteurs remettent en question toute la classification du terrain ardennais, telle que Dumont l'avait élaborée. Pour eux, les

faits sur lesquels ce dernier s'appuyait pour établir l'âge relatif des différentes bandes relèvent de la pure hypothèse : « les bandes devilliennes de Rimogne, de Fumay, de Grand-Halleux ne présentent nullement la disposition en série symétrique d'où Dumont conclut qu'elles constituent des selles ou des bassins » ;

« les voûtes n'existent pas davantage », de sorte qu'on n'a aucune raison « pour attribuer un âge plutôt qu'un autre aux bandes reviniennes qui les avoisinent » ;

« le plus simple est de considérer les superpositions apparentes comme l'expression de la réalité » (in G. Dewalque, 1868, p. 305).

Ces critiques conduisent leurs auteurs à accepter l'âge le plus élevé pour le système salmien, tout en rejetant le reste de la succession de Dumont. Suivant leurs concepts, on peut établir la succession suivante (G. Dewalque, 1868, p. 305) :

6. Phyllades violets à coticule de Salm-Château
5. Quartzophyllades de la Lienne
4. Quartzites et phyllades noirs pyritifères de Bogny et de Pont (= Brücken)
3. Quartzites et phyllades blanc verdâtre de Deville et de Grand-Halleux
2. Quartzites et phyllades noirs de Revin et des Hautes-Fagnes
1. Quartzite et phyllade de Fumay.

Enfin, les auteurs n'ayant pas retrouvé « la bande revinienne que Dumont a figurée au Nord de la bande devillienne de Fumay, on ignore sur quoi reposent les ardoises de Fumay ».

Dès sa présentation, cette conception fait l'objet de vives critiques de la part de d'Omalus et de Dewalque (1868), qui se révèlent d'ardents défenseurs de la stratigraphie de Dumont.

Un peu plus tard (1871), J. Gosselet reconnaît dans le massif ardennais de Rocroi quatre ensembles bien distincts dont il ne définit pas l'ordre de succession et qui sont, du nord au sud :

- 1°) ardoises de Fumay ;
- 2°) schistes et quartzites noirs de Revin ;
- 3°) ardoises de Deville ;
- 4°) schistes et quartzite de Bogny.

Son monumental mémoire sur l'Ardenne (1888) reprend cette légende, en en élevant les subdivisions au rang d'assises :

- Assise de Fumay
- Assise de Rocroi
- Assise de Deville
- Assise de Bogny

dont il dit (p. 33) que « toutes ces couches plongeant régulièrement au Sud, on doit supposer, à moins de preuves contraires, que les plus septentrionales sont aussi les plus anciennes ».

Par ailleurs, Gosselet ne reconnaît plus à présent que deux étages dans les terrains « cambriens ou silurien inférieur » de l'Ardenne : le Devillo-Revinien et le Salmien, ce dernier n'existant que dans le seul massif de Stavelot. Une note infrapaginale (p. 32) précise sa pensée : « J'ai adopté ce nom formé par la réunion des deux mots créés par Dumont, afin de ne pas établir une dénomination nouvelle, et parce qu'aucun de ces deux noms ne peut convenir à l'ensemble ».

Les vues de Gosselet et de Malaise ne furent en général pas suivies, les travaux ultérieurs ayant reconnu l'exactitude générale des conceptions de Dumont.

3.2. La thèse du charriage

(R. Anthoine)

En 1939 et 1940, R. Anthoine propose, du massif de Rocroi, une interprétation divergeant fondamentalement de celles de ses prédécesseurs. Pour lui, le Revinien est charrié sur un socle devillien complexe, autochtone et massif charrié étant eux-mêmes très écaillés. Aucune liaison ne peut être établie, en conséquence, entre les échelles stratigraphiques établies de part et d'autre de la surface de charriage. Par ailleurs, Anthoine dissocie totalement le Devillien de Deville et celui de Fumay, qualifié de « Fumacien », qu'il considère, comme Gosselet, appartenir à deux étages différents, dont les relations et l'âge relatif ne peuvent être précisés.

Depuis 1937, G. Waterlot s'attachait à préciser la stratigraphie du Devillien et du Revinien inférieur, ainsi que la tectonique d'ensemble et de détail du Massif. Ses recherches vont lui permettre d'apporter, en 1945 et 1947, des arguments décisifs contre la thèse d'Anthoine. Il montre, en particulier, que les deux étages se présentent en succession normale, avec passage graduel de l'un à l'autre et que leur composition stratigraphique est toujours la même de part et d'autre de leur limite commune. Par ailleurs, et dès 1937, la comparaison de la stratigraphie de détail des veines ardoisières lui avait permis de démontrer l'identité des bandes devilliennes de Fumay et de Deville. Waterlot établit enfin l'inexistence de la faille de charriage invoquée par Anthoine et, par l'étude des plis secondaires affectant veines ardoisières et filons éruptifs, montre que « tout indique que le Cambrien de Rocroi forme un ensemble régulièrement plissé suivant le style imbriqué » (1947, p. 125).

3.3. Les travaux récents

Après Waterlot et depuis 1955, A. Beugnies consacre une part importante de son activité scientifique

à l'étude approfondie de la tectonique, du magmatisme et du métamorphisme du massif de Rocroi. Pour ce faire, il a dû compléter et préciser préalablement les échelles stratigraphiques établies par ses prédécesseurs, en particulier pour le Revinien moyen et supérieur (1960, 1963). Ces recherches le conduisent à une division binaire du Devillien et à une division en cinq assises du Revinien, divisions dont l'inférieure offre un caractère transitionnel entre le Devillien et le Revinien. Dès 1960, elles lui permettent de fournir un premier essai de stratigraphie comparée des quatre massifs ardennais. Cet essai confirme l'absence du Revinien terminal et du Salmien dans le Massif de Rocroi.

On signalera, dès à présent, que les corrélations lithostratigraphiques établies entre les massifs de Rocroi et de Stavelot se trouveront largement confirmées, pour le Revinien, par les récentes recherches palynologiques de M. Vanguetaine.

3.4. Stratigraphie détaillée du Massif de Rocroi

La stratigraphie du Massif de Rocroi, telle qu'elle est proposée par A. Beugnies (1960, 1963), peut se résumer dans le tableau suivant :

Revinien

Rv5 : Assise des Vieux-Moulins de Thilay : au moins 100 m. Phyllades noirs ardoisiers, fréquemment pyriteux ;

Rv4 : Assise de la Petite Commune : 500 m. Gros bancs de 5 à 10 m de quartzite noir, très pyriteux, grossier, psammitique, alternant avec des schistes psammitiques grossiers, pyriteux, et des schistes fins graphiteux. Surface des bancs de quartzite parfois mamelonnée ou sillonnée de fentes de dessiccation ;

Rv3 : Assise d'Anchamps : 200 à 600 m.

Rv3 c : série alternante de phyllades noirs psammitiques et de bancs de quartzite noir peu épais (quelques cm à 2 m), pyriteux. Vers le haut, les bancs de quartzite sont de plus en plus épais et les phyllades de plus en plus psammitiques. Passage graduel à l'assise *Rv4*, la limite conventionnelle étant fixée à la base du premier banc de quartzite atteignant 5 m. La subdivision *Rv3 c* occupe les deux tiers supérieurs de l'assise *Rv3*.

Rv3 b : Horizon de la Craude-Pierre. Quelques bancs de quartzite noir, fin, pyriteux.

Rv3 a : Phyllades noirs, peu micacés, avec quelques petits bancs de quartzite noir.

Rv2 : Assise de la Roche à 7 heures : 170 à 460 m.

Rv2 b : Veine ardoisière de la Folie : 10 à 30 m. Alternance de bancs de quartzite gris, de quelques dm au plus, et de phyllades ardoisiers en couches pouvant atteindre plusieurs m.

Rv2 a : Sous-assise beaucoup plus quartzitique que phylladeuse, consistant en bancs de 1 à 4 m de quartzite gris, à passées conglomératiques locales, surtout développées vers la base de l'assise, et en phyllades subordonnés, noirs, fins et ardoisiers.

Rv1 : Assise de transition : 40 à 120 m.

Rv1 b : Veine ardoisière des Peureux : 3 à 5 m. Phyllade ardoisier noir, à débit en dalles.

Rv1 a : Sous-assise beaucoup plus phylladeuse que quartzitique ; teinte passant progressivement du vert à la base au gris sombre au sommet.

Devillien

Dv2 : Assise des 4 fils Aymon : 95 à 270 m.

Dv2 b : Veine ardoisière de la Renaissance. Veine ardoisière de 15 à 25 m, de teinte claire, violette ou rouge sur le bord nord du Massif et verte (contenant fréquemment de petits octaèdres de magnétite) sur le bord sud. La couche de phyllade ardoisier est divisée, dans sa masse, par un seul limet de quartzite.

Dv2 a : Gros bancs de quartzite plus ou moins grossier, de teinte claire (blanc, rose ou verdâtre), séparés par des couches de phyllades verts ou rouges surtout développés dans la région de Deville-Monthermé. Existence de trois faciès régionaux. Au bord nord du Massif, les phyllades de la base de l'assise renferment des empreintes d'*Oldhamia radiata*.

Dv1 : Assise de la Longue-Haye : moins de 130 m.

Dv1 b : Veine ardoisière Sainte-Anne. Alternance de limets quartzitiques de quelques cm et de couches de phyllade ardoisier, violet, rouge ou vert, de 0,10 à 1,50 m d'épaisseur. Au bord sud du Massif, dans la zone métamorphique, les phyllades sont truffés de petits octaèdres de magnétite.

Dv1 a : Assise quartzophylladeuse subdivisée en :

2. Alternance de phyllades verts et de petits bancs de quartzite vert à grain fin de 10 à 20 cm d'épaisseur.

1. Gros bancs de quartzite blanchâtre de 5 à 6 m d'épaisseur, alternant avec des couches de phyllade vert de 1 à 2 m de puissance.

A. Beugnies place la limite Devillien-Revinien au t.c.t de la veine Renaissance, celle-ci constituant un

excellent repère dans le Massif de Rocroi. Il reconnaît toutefois le caractère conventionnel de ce choix, car il y a passage graduel du Devillien au Revinien. De son côté, G. Waterlot la place à 4 ou 5 m au-dessus de cette veine dont les roches du toit ont encore un « aspect devillien », ce qui, tout en étant exact, semble trop subjectif à Beugnies.

4. LA LEGENDE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF DE STAVELOT APRES DUMONT

On a montré plus haut comment A. Dumont avait pu, dès 1847, proposer une division tripartite des formations anté-dévonniennes du Massif de Stavelot en reconnaissant l'existence, au-dessus de ses systèmes devillien et revinien, d'un système salmien, concordant sur le Revinien et divisible en les deux étages de Vieil-Salm et de Salm-Château. En même temps, A. Dumont tentait une division ternaire du Revinien, ce qu'il n'avait pu faire à Rocroi.

Après la réfutation par G. Dewalque (1868 à 1874) des critiques formulées par J. Gosselet et C. Malaise quant à la validité de la stratigraphie de Dumont, les recherches nouvelles se sont faites dans le cadre établi par ce dernier. Toutefois, à la différence des travaux ayant pour objet le Massif de Rocroi, ces recherches s'intéressèrent davantage à la stratigraphie des « systèmes » pris séparément plutôt qu'au Massif. Aussi convient-il d'en esquisser l'historique « système » par « système », en s'arrêtant toutefois plus longuement aux travaux concernant le Devillien et la transition Devillien-Revinien.

4.1. Le Devillien

M. Lohest et H. Forir adoptent, en 1899 (1901), une division en deux assises : à la base les quartzites blanchâtres de Hourt, au sommet les phyllades et quartzites verdâtres de Grand-Halleux.

En 1927, F. Corin établit une stratigraphie de détail du Devillien du massif de Hourt-Grand Halleux :

Dv2d : quartzite vert et grisâtre à clivage courbe, phyllade vert ou gris bleu, phyllade zonaire ou rubané.

Dv2c : quartzite vert foncé, phyllade foncé, quartzo-phyllade en petits lits, *Oldhamia antiqua* et *O. radiata*.

Dv2b : phyllade gris bleuâtre, quartzite vert et phyllade aimantifère.

Dv2a : grès oligistifère et grès grossier verdâtre ou jaunâtre.

Dv1 : quartzite blanc de Hourt, passant vers le bas à des alternances de quartzite et de phyllade.

Comme le montre E. Renard la même année, cette stratigraphie se retrouve dans le massif de Falize-

Ligneville, quoiqu'avec moins de détail. Cet auteur fait, du Dv2d, une formation de passage entre les phyllades verts et gris du Devillien et les phyllades reviniens d'Ennal (Rv1a). Il considère par ailleurs que, contrairement à diverses opinions (P. Duhoux, 1938 et R. Anthoine, 1940), le contact Devillien-Revinien est toujours normal. Ce point de vue reçoit l'appui de Ch. Ancion (1933), lequel souligne que le Devillien supérieur est toujours en contact avec le Revinien le plus inférieur, les phyllades d'Ennal, et que, par ailleurs, on peut observer localement un véritable poudingue miliaire à la base du Revinien.

En 1960, A. Beugnies reprend la stratigraphie de F. Corin, dénomme les assises et fournit une estimation des puissances. Il précise la composition du terme supérieur. Sa légende se lit comme suit :

Dv2 : Assise de Grand-Halleux (épaisseur : 250 m).

b) Zone de passage graduel au Revinien, faite de quartzite vert et gris avec intercalations de phyllades verts et de phyllades noirs parfois zonaires (40 m).

a) Quartzite vert clair ou gris, avec un niveau de quartzite à grain fin passant au « poudingue miliaire ». Intercalation de schiste vert à *Oldhamia radiata*.

Phyllades vert clair parfois gris-bleu (aimantifères par métarmorphisme) et quartzite vert clair.

Dv1 : Assise de Hourt (épaisseur connue : 190 m).

Grès grossier verdâtre et grès rose oligistifère. Quartzite blanc, en gros bancs massifs ; quelques alternances de schistes et phyllades verts avec quartzite clair ; lentilles de quartzite conglomératique dans un quartzite plus finement grenu.

Son tableau de corrélation entre les deux massifs (fig. 2) montre que le Dv2b du massif de Stavelot correspond à la base de l'Assise de transition Rv1, distinguée par lui dans le Massif de Rocroi. Il donne de cette corrélation l'énoncé suivant (p. 98) :

« 1. La limite Revinien-Devillien. Au-dessus des roches devilliennes à *Oldhamia radiata* existe une assise de transition relativement peu épaisse (Dv2b, 40 m à Stavelot et Rv1a, 30 à 120 m à Rocroi) constituée de phyllades et quartzites verdâtres à la base, passant vers le sommet à des roches gris sombre, d'aspect revinien. Cette même assise de transition se termine par un épisode phylladeux, ardoisier, beaucoup plus épais toutefois à Stavelot (phyllades d'Ennal) qu'à Rocroi (Veine des Peureux) ».

4.2. Le Revinien

Alors qu'il n'avait pu établir de subdivisions dans le Revinien de Rocroi, A. Dumont (1847) propose une

division tripartite pour celui du Massif de Stavelot. Cette division est la suivante :

- Partie supérieure : quartzite plus ou moins feuilleté passant à des quartzophyllades, puis au phyllade.
 Partie moyenne : quartzite en bancs massifs et phyllade feuilleté pyritifère.
 Partie inférieure : alternance de quartzite schistoïde et de phyllades.

M. Lohest et H. Forir (1899) adoptent cette division en la complétant par des désignations géographiques ; elle devient alors :

- phyllades noirs de Beaufays
- quartzites et phyllades noirs des Hautes-Fagnes
- phyllades noirâtres, à crayons, d'Ennal.

En 1933, Ch. Ancion donne, du Revinien, une légende stratigraphique détaillée, respectant la division en trois assises de ses prédécesseurs, qui deviennent respectivement le Revinien supérieur Rv3, le Revinien moyen Rv2 et le Revinien inférieur Rv1. Chacune d'elles est, à son tour, subdivisée en trois termes lithologiques a, b, c.

La découverte de *Dictyonema flabelliforme* dans la subdivision terminale Rv3c amène J.M. Graulich (1949) et F. Geukens (1950) à rattacher celle-ci au Salmien.

En 1950, F. Geukens, reprenant l'étude du Revinien dans un cadre tectonique différent de celui d'Ancion, établit l'échelle stratigraphique suivante :

Revinien : 1550 à 1700 m

- Rv5 (300 à 500 m), subdivisé en :
- Rv5b (20 m) : schistes phylladeux noirs très fins, à passées graphiteuses.
 - Rv5a (280 à 480 m) : phyllades et quartzophyllades noirs non micacés ; quelques lentilles ou nodules quartzitiques.
- Rv4 (300 à 400 m) : alternances de phyllades, quartzophyllades et quartzites noirs ; à la base très gros bancs de quartzite à ripple marks avec lentilles de poudingue miliaire.
- Rv3 (400 m environ) subdivisé en :
- Rv3b (370 m) : phyllades noirs et quartzophyllades bleus, à quartzites rares, passant vers le haut à des phyllades sombres micacés, avec des bancs plus nombreux de quartzites grossiers à ripple marks.
 - Rv3a (30 m) : gros bancs de quartzites avec entrecouches de phyllade bleu noir.
- Rv2 (450 à 500 m) : quartzites très micacés, en gros bancs, parfois à ripple marks et stratification entrecroisée.
- Rv1 (140 à 190 m) : phyllades noirs graphiteux avec quartzophyllades bleuâtres subordonnés (« Phyllades d'Ennal »), passant progressivement au Dv2b.

En 1960, A. Beugnies (fig. et texte) montre que de bonnes corrélations lithostratigraphiques peuvent être établies entre le Revinien du Massif de Stavelot et celui du Massif de Rocroi ainsi que, avec une moindre sécurité, avec ceux de Serpont et de Givonne.

Des découvertes palynologiques récentes montrent le bien-fondé de ces corrélations, tout en aidant à situer les différentes formations lithologiques dans la chronostratigraphie universelle (voir plus loin, M. Vanguetaine).

4.3. Le Salmien

Le troisième système créé par A. Dumont, en 1847, dans le « terrain ardennais », est subdivisé par lui en deux étages :

- L'étage supérieur ou de Salm-Château est formé « de quartzophyllades (*) feuilletés ou zonaires et de phyllade simple, oligistifère ou otrélitifère. La plupart de ces roches se distinguent de celles de l'étage inférieur par leur couleur rouge-violâtre, ou par la présence de coticule et des filons de manganèse ».
- L'étage inférieur ou de Vieil-Salm consiste en « quartzophyllades (*) feuilletés ou zonaires associés à des phyllades gris bleuâtre ou gris verdâtre, accompagnés de psammites feuilletés ou de quartzite pailleté ».

En 1868, C. Malaise découvre dans l'assise inférieure les premiers *Dictyonema*, trouvaille dont les conséquences chronostratigraphiques seront soulignées plus loin.

Plus récemment, d'autres découvertes du même fossile ont conduit J.M. Graulich (1949) et F. Geukens (1950) à incorporer la sous-assise Rv3c de C. Ancion (1933) à la base du Salmien.

Comme suite à cette mise au point, J.M. Graulich (1949) propose une division du Salmien inférieur en deux sous-assises :

- Sm1b : quartzophyllade finement lité vert et blanc avec quelques bancs de quartzite verdâtre (= Salmien inférieur de Dumont).
- Sm1a : phyllade noir un peu gréseux et quartzite bleu micacé, à *Dictyonema flabelliforme* (= sous-assise Rv3c de Ancion).

En 1954, le même auteur, faisant la synthèse des recherches effectuées depuis 1920, fournit de l'assise de Vielsalm une division tripartite :

- Sm2c : quartzophyllade zonaire (connu uniquement dans les synclinaux méridionaux).

(*) Terme créé par A. Dumont.

Sm2b : phyllade rouge avec des lentilles de quartzophyllade rouge et vert surmonté par une couche de minerai de manganèse.

Sm2a : quartzophyllade rouge avec au toit une couche de minerai de manganèse.

Des travaux ultérieurs de F. Geukens (1963), il semble bien résulter que le contact Salmien-Revinien, qui correspond toujours à une coupure sédimentologique nette, puisse se présenter sous la forme d'une pseudo-concordance, voire d'une faible discordance, la base du Salmien étant en contact tantôt avec les phyllades et quartzophyllades noirs, non micacés, du Rv5a, tantôt avec les schistes phylladeux noirs très fins, du Rv5b.

Les recherches toujours en cours de F. Geukens et M. Vanguetaine, conduiront sans doute bientôt à l'adoption d'une division tripartite du Salmien inférieur, à la transformation du Salmien supérieur en un Salmien moyen par la définition d'un Salmien supérieur Sm3 (« couches de Dochamps », etc...), définition fondée tant sur la lithologie que sur les données de la palynologie.

5. LES TERRAINS ANTE-DEVONIENS DU BRABANT ET DU CONDROZ

5.1. Le Massif du Brabant

L'élaboration d'une légende stratigraphique relative aux terrains anté-dévonien reconnus par sondages ou affleurant dans le fond des vallées brabançonnes a pris beaucoup plus de temps que pour ceux de la Haute-Ardenne. Encore cette légende est-elle loin de recueillir l'assentiment de tous. Ceci tient à des causes diverses : exiguité et discontinuité d'affleurements souvent limités à des fonds de vallées, faciès différents de ceux de l'Ardenne, conceptions particulières de Dumont qui rangeait le terrain ardoisier du Brabant dans son terrain rhénan, le divisant en deux systèmes placés symétriquement par rapport à l'Ardenne, au nord le Gedinnien, au sud le Coblenzien.

Dès 1860 toutefois, J. Gosselet avait placé une importante borne miliaire dans cet ensemble en découvrant à Grand-Manil près de Gembloux, ainsi qu'à Fosse en Condroz, des éléments caractéristiques de la faune seconde de Barrande. Cette découverte lui permettait de montrer, contre l'opinion généralement admise, que le terrain ardoisier du Brabant et du Condroz n'appartenait pas au Dévonien inférieur, mais bien au Silurien (sensu lato).

En 1868, G. Dewalque, tout en acceptant l'attribution au Silurien, conserve la division en deux systèmes proposée par A. Dumont, subdivisant chacun d'eux en deux étages. Dès lors, on dispose de quatre subdivisions lithologiques se suivant du nord au sud,

de la plus ancienne à la plus récente, première esquisse des légendes stratigraphiques ultérieures.

En 1873, C. Malaise, s'inspirant des vues de Dumont et de Dewalque, fait de ces subdivisions des assises à désignation géographique. De bas en haut, celles-ci se succèdent comme suit :

- Assise I. de Blanmont
- Assise II. de Tubize
- Assise III. d'Oisquercq
- Assise IV. de Gembloux.

Le contenu de ces assises est le suivant (M. Murlon, 1880, p. 46) :

- L'assise de Blanmont est constituée de quartzite fin à pisaire, en bancs épais pouvant être séparés par des lits phylladeux.
- L'assise de Tubize est formée de quartzites et de phyllades aimantifères qui, en devenant feldspathiques, passent à l'arkose. Localement, on peut observer le passage de l'arkose grossière à l'arkose sableuse, au grès et au phyllade.
- L'assise d'Oisquercq se compose des phyllades ou des schistes bigarrés exploités à Oisquercq et à Stéhoux ; des bancs de quartzite noirâtre se trouvent parfois associés à ces roches dont la stratification est d'autant plus confuse qu'elles sont très fissurées.
- L'assise de Gembloux est formée de phyllade quartzifère, généralement de teinte foncée bleuâtre et noirâtre, pyritifère, quelquefois feuilleté. Des grès stratoïdes, du psammite et de l'arkose (*) sont parfois associés au phyllade. Tous les fossiles siluriens, susceptibles de détermination, recueillis à ce jour dans le Brabant, proviennent de cette assise qui offre les principaux traits de la faune seconde de Bohême.

C. Malaise maintient toutes ces assises dans le Silurien (sensu lato), estimant toutefois que l'assise de Blanmont pourrait être cambrienne.

En 1883, il donne une légende stratigraphique plus complète, en même temps que la découverte d'*Oldhamia* dans les phyllades de Tubize l'amène à modifier comme suit l'attribution de ses assises :

- | | | | |
|-------------|----|---|----------------------------|
| | S3 | — | Assise de Ronquières |
| Silurien... | S2 | — | Assise de Gembloux |
| | S1 | — | Assise de Villers-la-Ville |
| | C3 | — | Assise d'Oisquercq |
| Cambrien... | C2 | — | Assise de Tubize |
| | C1 | — | Assise de Blanmont |

En 1900, sa légende s'étoffe vers le bas par l'adjonction des phyllades noirs et des quartzites de Jodoigne, tandis que les schistes et phthanites de Mousty viennent se placer au-dessus des schistes d'Oisquercq, à la base du Silurien. La succession re-

(*) lire « porphyroïdes ».

connue par lui entre Jodoigne et Court-Saint-Etienne se présente alors de la façon suivante, de haut en bas :

5. schistes ampélitiques et phanites de Mousty passant vers le haut à des schistes zonaires ;
4. schistes bleuâtres et bigarrés d'Oisquercq ;
3. schistes et quartzites aimantifères de Tubize avec arkose ;
2. quartzites de Dongelberg, Opprebais, Nil-Saint-Vincent, Blanmont ;
1. schistes et quartzites de Jodoigne.

En 1909, il assimile au Salmien inférieur les quartzophyllades de Villers-la-Ville, position qu'il maintiendra dans sa légende de 1910, dans laquelle il propose les corrélations suivantes avec l'Ardenne :

En 1942, R. et P. Anthoine, s'appuyant sur des considérations tectoniques, renversent l'ordre admis par C. Malaise (1910) pour ses assises de Villers (Sm1) et de Mousty (Rv), plaçant ces assises respectivement dans le Llandeilien et l'Arénigien, ce qu'indique la légende stratigraphique suivante :

= Assise de Mousty :

LI4 : Niveau du Glory — schiste noir, mat, zoné ou non.

LI3 : Niveau de Faux, assimilé au niveau de Franquenies — schiste très noir, argileux, devenant zoné vers la base.

LI2 : schiste zoné noir-gris, parfois verdâtre, avec des lits de « grès » manganésifères.

Ardenne	Brabant
Sm2 : Assise de Salm-Château (Salmien supérieur)	manque
Sm1 : Assise de Vieil-Salm (Salmien inférieur)	Sm1 : Assise de Villers
Rv : Assise de Revin (Revinien)	Rv : Assise de Mousty
Dv2 : Assise de Grand-Halleux (Devillien supérieur)	Dv2 : Assise de Tubize
Dv1 : Assise de Hourt (Devillien inférieur)	Dv1 : Assise de Blanmont

Par la suite, il fait repasser les phyllades et quartzites noirâtres de Jodoigne de l'assise de Blanmont à celle de Mousty dont ils constitueraient un équivalent, position que reprendra M. Leriche (1913 et 1921) dans ses essais de corrélation entre les différentes vallées brabançonnaises.

La position stratigraphique à accorder aux phyllades et quartzites noirâtres de Jodoigne n'a cessé depuis lors d'intriguer et d'opposer les géologues s'intéressant au socle ancien du Brabant. F. Kaisin (1919), P. Fourmarier (1921), G. Mortelmans (1955) reprennent l'interprétation première de C. Malaise (1900) en replaçant ces formations à la base des successions brabançonnaises. En 1952, J. Raynaud apporte à cette thèse un argument de poids, un levé géomagnétique lui ayant révélé l'absence de l'assise de Tubize et de ses roches magnétitifères entre Jodoigne et Dongelberg, confirmant ainsi l'idée que les roches noires de Jodoigne apparaissent comme les plus anciennes de Belgique. Dans le Lexique Stratigraphique International (Mexico, 1956), M. Lecompte et G. Waterlot, auteurs de la notice sur le Système Cambrien de la Belgique, sans se prononcer formellement, semblent bien favoriser cette opinion (p. 74, référence à J. Raynaud). D'autres géologues, par contre, comme R. Legrand (1967), continuent à ranger ces roches dans le Revinien.

LI1 : Faciès de Chevlipont — quartzophyllades noirs.

= Assise de Villers :

Ar3 : quartzophyllades siliceux du sommet.

Ar2 : schistes psammitiques.

Peu après, M. Lecompte (1948, 1949), par la découverte de nombreux gîtes à *Dictyonema flabelliforme* dans les quartzophyllades de Chevlipont, démontre le caractère erroné des assimilations stratigraphiques de R. et P. Anthoine dont les subdivisions LI1 et Ar3 doivent descendre au niveau du Salmien inférieur.

En 1955, G. Mortelmans, acceptant les arguments structuraux de ces deux chercheurs, conserve leur succession lithostratigraphique, mais en modifie les attributions chronostratigraphiques pour tenir compte des découvertes paléontologiques de M. Lecompte. Cette légende modifiée se présente alors comme suit (p. 197) :

Arénigien :

(LI4) Schiste noir zoné du Glory

(LI3) Schistes de Faux : Ostracodes

Salmien supérieur :

(LI2) Grès et schiste manganésifère

Salmien inférieur :

(L1) Quartzophyllades de Chevlipont : *Dictyonema flabelliforme* et Trilobites

Revinien :

(Rv3) Quartzophyllades siliceux de Villers-la-Ville
 (Rv2) Psammite de Tribotte
 (Rv1) Grès et psammite de Strichon.

Tenant une synthèse entre le bassin de la Senne et celui de la Dyle, il propose (p. 200 à 204) les assimilations suivantes :

On peut espérer que, pour elle comme pour d'autres formations du socle brabançon, les recherches palynologiques en cours permettent enfin des attributions stratigraphiques plus sûres.

5.2. Le Condroz (Bande « silurienne » de Sambre et Meuse)

Les terrains anté-dévonien du Condroz, placés par A. Dumont dans son système rhénan, ont comme

Bassin de la Senne	Bassin de la Dyle et d'Ottignies
—— faille ——	
Assise d'Oisquercq (Dvm = Rv) Quartzophyllades siliceux, gris et zonaires, de Virginal : Sm1 ou Rv	Grès et schistes manganésifères : Sm2 Quartzophyllades de Chevlipont : Sm1
Phyllades gréseux massifs, gris clair à gris vert : Rv	Quartzophyllades siliceux de Villers-la-Ville : Sm1 ou Rv
Phyllades bleus satinés : Rv	Psammite de Tribotte : Rv Grès et psammites de Strichon : Rv
Phyllades bigarrés et versicolores d'Oisquercq : Rv	—— faille ——
Assise de Tubize (Dv2) Couches de passage : Dv2b	Phyllades bigarrés de Court-Saint-Etienne : Rv
	?
Phyllades verts, magnétitifères ou non, avec bancs de quartzite vert et d'arkoses granoclassées : Dv2a.	
Assise de Blanmont (Dv1) Quartzites gris, vitreux, à ripple-marks et granoclassement, paraissant former d'épaisses lentilles au sein de phyllades verts ou gris.	
Assise de Jodoigne (DvO) Phyllades et quartzites noirâtres.	

Les travaux plus récents, largement axés sur la coupe du canal de Charleroi à l'occasion de son élargissement, n'apportent guère de modifications à cette légende, si ce n'est que les quartzophyllades de Virginal et de Villers-la-Ville sembleraient se situer au sommet du Revinien plutôt qu'à la base du Salmien (R. Legrand, 1967). Par ailleurs, cet auteur rejette l'âge DvO des couches de Jodoigne, replacées par lui dans le Revinien (1968).

Des observations récentes, encore inédites, nous ont montré que les quartzophyllades de Quenast et les quartzophyllades de Virginal sont séparées du Revinien d'Oisquercq par l'importante faille de Virginal, ce qui pourrait remettre en cause l'âge supposé revinien de cette formation quartzophylladeuse.

ceux du Brabant été rangés dans le Silurien (sensu lato), à la suite de la découverte, à Fosse, de la faune seconde de Barrande (J. Gosselet, 1860).

Par la suite, il fut précisé que dans cette bande se rencontrait une suite quasi continue de formations s'étageant du Trémadocien au Ludlowien, c'est-à-dire à l'ensemble de l'Ordovicien et du Silurien, et que les assises anté-salmiennes n'y venaient nulle part à l'affleurement.

Le Condroz ne peut, en conséquence, apporter aucun élément à la solution des problèmes chronostratigraphiques dont ce travail fait l'objet. Aussi n'en sera-t-il plus question par la suite.

6. LEGENDE STRATIGRAPHIQUE GENERALE DES TERRAINS ANTE-DEVONIENS

La légende générale des terrains anté-dévonien de la Belgique, des Ardennes françaises et des Hautes-Fagnes allemandes, est le fruit lentement mûri de patientes recherches de terrain qui débutent en 1808 avec d'Omalius d'Halloy et dont l'essentiel apparaît dans les chapitres précédents.

Schématiquement, cette légende s'établit comme suit :

Système Silurien

N'existe que dans le Condroz et le Massif du Brabant ; seul le Condroz expose son sommet.

Système Ordovicien

Complètement exposé dans le Condroz et le Massif du Brabant ; l'Ordovicien inférieur et moyen, pour le moins, sont représentés dans le Salmien du Massif de Stavelot. Base caractérisée par *Dictyonema flabelliforme*.

Système « Cambrien »

Revinien

Ce groupe est intégralement exposé dans le Massif de Stavelot ; l'extrême sommet manque dans le Massif de Rocroi. Dans ces deux massifs, il est divisible en cinq « assises », aisément corrélables sur bases lithologiques. Dans le Massif du Brabant, il est au minimum représenté par l'« assise d'Oisquercq », sans que des corrélations autres qu'hypothétiques puissent être avancées avec les massifs ardennais.

Devillien

En Ardenne, ce groupe comprend deux subdivisions aisément corrélables :

Dv2 : Assise de Grand Halleux (Stavelot) et Assise des 4 Fils Aymon (Rocroi).

Oldhamia radiata

Dv1 : Assise de Hourt (Stavelot) et Assise de la Longue Haye (Rocroi).

Deux subdivisions similaires se retrouvent dans le Massif du Brabant, la seconde se poursuivant certainement plus bas que le Dv1 ardennais ; pour nombre d'auteurs, elle pourrait reposer sur un ensemble plus ancien encore. La succession brabançonne se présenterait alors comme suit :

Dv2 : Assise de Tubize. *Oldhamia antiqua*, *O. radiata*.

Dv1 : Assise de Blanmont

Dv0 : Assise de Jodoigne.

7. AGES ATTRIBUES AU SALMIEN, AU REVINIEN ET AU DEVILLIEN

Les âges attribués jusqu'à présent au Salmien, au Revinien et au Devillien l'ont été sur des bases pa-

léontologiques peu nombreuses et, plus fréquemment, sur des analogies lithologiques plus ou moins discutables, associées ou non aux données paléontologiques.

7.1. Données paléontologiques

7.1.1. Le Salmien

Dès 1847, A. Dumont signalait, dans les psammites et les quartzophyllades gris verdâtre du Salmien inférieur des environs de Spa, des « empreintes végétales » ultérieurement retrouvées par C. Malaise (1866) et attribuées par lui au « bryzoaire » *Dictyonema sociale* Salter. Le même gîte lui fournissait des restes fragmentaires de trilobites, formes qui n'ont plus été signalées par la suite. Cette trouvaille l'amena à écrire que « ces restes encouragent à de nouvelles recherches de fossiles plus complets, qui permettront alors d'établir le synchronisme du terrain ardennais, soit avec le Cambrien, soit avec le Silurien ». Depuis, de nombreux autres gîtes ont été répertoriés du Massif de Stavelot et les *Dictyonema* récoltées réparties entre deux formes, *D. flabelliforme* forma *typica*, plus commune, et *D. flabelliforme* forma *sociale*. La seconde variété ne se rencontrerait qu'à la base, la première sur toute la hauteur de l'assise de Vielsalm (F. Geukens, 1954).

Dans le Massif du Brabant, il faut attendre 1948 et 1949 pour que M. Lecompte confirme l'âge attribué hypothétiquement par certains aux quartzophyllades de Chevripont et aux couches phylladeuses qui les surmontent, par la découverte de plusieurs gîtes à *Dictyonema flabelliforme* forma *sociale* qu'accompagne, à Laroche, le trilobite cf. *Platypeltis croftii* Callaway.

Les découvertes ardennaises conduisent M. Mourlon, dès 1880, à effectuer un rapprochement, sur base paléontologique, avec le Cambrien supérieur du Pays de Galles, tel qu'il était défini à l'époque. Parlant des longues hésitations à rapporter les dépôts ardennais au terrain cambrien du Pays de Galles, avec lequel ils présentent de grandes analogies pétrographiques, il écrit : « Mais aujourd'hui le doute n'est plus possible depuis que l'on a pu constater, non seulement dans le Massif de Stavelot, mais aussi dans celui de Rocroi, la présence de fossiles caractéristiques des *Lingula Flags* du Pays de Galles.

C'est d'abord le *Dictyonema sociale*, Salter, bryzoaire (sic) qui caractérise un niveau très important de ce dépôt, puis des empreintes de l'*Oldhamia radiata* qui représentent peut-être une Algue ».

Par la suite, les Britanniques subdivisèrent les *Lingula Flags*, dont la partie supérieure devint les « schistes de Tremadoc », base d'un étage trémadocien. Cet étage est généralement maintenu dans le

Cambrien par les auteurs britanniques, tandis que ceux des autres nations le placent à la base de l'Ordovicien, les couches à *Dictyonema flabelliforme* constituant alors la première zone de la longue série de biozones graptolithiques couvrant les systèmes ordovicien et silurien puis, plus récemment, également le Dévonien inférieur.

Quelle que fût la position acceptée pour le Trémadocien, Cambrien terminal ou Ordovicien basal, il devenait légitime d'attribuer le Revinien et le Devillien au Cambrien, encore que certains auteurs émettront de sérieuses réserves à cet égard.

7.1.2. Le Revinien

On ne connaît, dans le Revinien, aucune autre macrofaune que des pistes et des perforations rapportées, tantôt à des Annélides (*Arenicolites*), tantôt à des plantes (*Eophyton linneanum*, Torr.). Ces traces d'activité physiologique ont été observées dans le Massif de Rocroi par M. Jannel et C. Malaise (Mourlon, 1880), par C. Malaise dans le Massif de Stavelot (*ibidem*), dans le Massif du Brabant par C. Malaise puis, plus récemment, par G. Mortelmans. Cette absence de traces autres que celles d'organismes limicoles et limivores est en accord avec le caractère flyschöide des formations reviniennes.

7.1.3. Le Devillien

Le Devillien s'est montré aussi pauvre en macrofossiles que le Revinien et ce, pour les mêmes raisons apparemment. On n'y connaît que des pistes et des perforations attribuées à des Annélides : *Arenicolites* dans les massifs ardennais (M. Mourlon, 1880), *Nereites cambriensis* dans celui de Rocroi (J. Gosselet, 1888) et surtout les énigmatiques *Oldhamia antiqua* Forbes et *Oldhamia radiata* Forbes, originellement décrites des Bray Series d'Irlande sud-orientale. *Oldhamia radiata* fut découverte en 1876 dans le Massif de Stavelot par C. Malaise, identifiée par G. Dewalque en 1877 dans celui de Rocroi, sur des spécimens recueillis par M. Jannel, enfin retrouvée dans celui du Brabant par C. Malaise en 1881 et X. Stainier en 1889. Dans ce dernier massif, *Oldhamia antiqua* nous paraît de beaucoup plus fréquente que l'autre espèce.

En 1888, J. Gosselet écrivait, à propos de *Nereites cambriensis* et d'*Oldhamia radiata*, que « ces divers fossiles sont considérés jusqu'à présent comme caractéristiques du terrain cambrien ou silurien inférieur, faune primordiale », ajoutant que « du reste, les géologues n'avaient pas attendu leur découverte pour rapporter au Cambrien le terrain ardennais de Dumont ».

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, les travaux ultérieurs révéleront que les *Oldhamia* se placent, dans les massifs ardennais, vers le sommet du Devillien, et qu'il paraît en être de même dans le Brabant.

7.2. Analogies lithologiques

Dès 1868, G. Dewalque attire l'attention sur « la grande ressemblance qui existe entre certaines ardoises du Pays de Galles et les nôtres ». En 1874, à la suite de l'étude qu'il a faite du Cambrien du Nord du Pays de Galles, il propose des corrélations plus détaillées. Il rappelle que le Cambrien du Nord du Pays de Galles est représenté par les grès de Harlech et les ardoises de Llanberis, formations considérées par lui comme contemporaines, bien qu'appartenant à des massifs distincts, puis par les ardoises à lingules, enfin par les schistes de Tremadoc et établit les corrélations suivantes :

- 1°) les grès de Harlech et les ardoises de Llanberis ont des caractéristiques qui « sont dans les mêmes rapports que ceux de nos deux bandes devilliennes de Monthermé (= Deville) et de Fumay, auxquelles ils ressemblent parfaitement, sauf que nos quartzites y sont souvent remplacés par des poudingues. Les ardoises de Fumay et de Llanberis sont absolument identiques » ;
- 2°) « notre système revinien correspond tout aussi exactement aux Lingula flags ; la ressemblance des roches est parfaite » ;
- 3°) « quant à notre système salmien »..., malgré les différences de faciès constatées, il croit « pouvoir le mettre au niveau des schistes de Tremadoc à cause de la position que ces deux formations occupent entre le système revinien ou les Lingula flags et la grande dislocation qui termine la période cambrienne » ;
- 4°) il reconnaît toutefois que « certains géologues pourront trouver ces ressemblances insuffisantes pour l'établissement du parallélisme », mais avec un bel optimisme, il conclut : « je crois pouvoir promettre qu'on trouvera la faune primordiale dans notre système revinien ».

L'opinion de G. Dewalque fut acceptée par M. Mourlon (1880) dont on a rappelé, plus haut, qu'il admettait comme preuves formelles de l'attribution du terrain ardennais au Cambrien, la présence des *Dictyonema* et des *Oldhamia*. Il synthétise d'ailleurs les conceptions de Dewalque dans le tableau ci-après :

Terrain cambrien du Pays de Galles	Terrain ardennais de Dumont
Schistes de Tremadoc (Tremadoc slates)	Système salmien (pars)
Ardoises à lingules (lingula flags)	Système revinien et système salmien (pars)
Ardoises de Llanberis (Llanberis slates)(*)	Bande devillienne de Fumay (°)
Grès de Harlech (Harlech grits)(*)	Bande devillienne de Monthermé (°)

(*) considérés comme de même âge

(°) considérées comme de même âge.

En 1888, J. Gosselet sera du même avis.

Par la suite, les opinions seront en général plus nuancées. C'est ainsi qu'en 1956, M. Lecompte et G. Waterlot, dans le Lexique Stratigraphique International, page 65, adoptent une position prudente : « les formations considérées comme cambriennes en Belgique se signalent par le caractère métamorphique des roches qui les composent, phyllades, quartzophyllades et quartzites, et par l'absence quasi totale de traces organiques. On n'y a trouvé que quelques vagues pistes attribuées à des vers et les problématiques *Oldhamia*. C'est la présence de ceux-ci, suggérant un rapprochement avec les couches de Llanberis, et la concordance de ces formations avec le Trémadocien qui les surmonte, qui ont conduit généralement, en dépit des doutes de quelques auteurs, à les regarder comme Cambriennes ».

La même année toutefois, G. Waterlot, dans une revue d'ensemble du « Cambrien » de l'Ardenne géologique (Ardenne et Brabant), adopte une attitude beaucoup plus tranchée, méritant que l'on s'y arrête un peu plus longuement.

Page 163, il écrit : « tous les terrains situés sous le niveau à *Dictyonema* sont donc seuls attribuables au Cambrien. Par la comparaison lithologique (nous soulignons) avec les couches cambriennes de Grande-Bretagne et par la présence de l'énigmatique *Oldhamia radiata* en Ardenne et en Irlande, on peut admettre une équivalence approximative du Revinien et du Postdamien, d'une part, du Devillien et de l'Acadien, d'autre part. La base du Cambrien est inconnue en Ardenne, car on n'y a observé nulle part le soubassement du Devillien ».

A propos du Massif de Rocroi (p. 168), il signale que « Dans les schistes verts non ardoisiers de Fumay, le sommet du Devillien est caractérisé par *Oldhamia radiata* Forbes... Ces formes énigmatiques, jointes aux caractères lithologiques et à la position géométrique de l'étage, sous le Revinien, permettent de rapprocher le Devillien de l'Acadien du Pays de

Galles » (nous soulignons) ». Poursuivant par le Revinien, il déclare (p. 169) que « Aucun fossile n'a jamais été recueilli dans le Revinien. Toutefois, la position de l'étage entre le Devillien à *Oldhamia* (considéré comme représentant l'Acadien) et les couches à *Dictyonema* du Trémadocien font attribuer au Revinien un âge postdamien (nous soulignons) ».

Dans une comparaison du Cambrien d'Ardenne avec le Pays de Galles (p. 177 et 178), il précise encore ces corrélations :

« Aucune roche d'Ardenne ne peut être comparée à l'ensemble (500 m) de conglomérats et de grès (Harlech grits) alternant parfois avec des schistes qui ont livré quelques débris d'*Olenellus* et constituent le Géorgien du Pays de Galles ».

« L'Acadien du Pays de Galles (800 m) comprend des grès fins alternant avec des schistes plus ou moins ardoisiers, dont quelques bancs fossilifères ont livré des *Paradoxides*. En Irlande (Dublin), on y rencontre *Oldhamia radiata*. On peut rattacher à cet étage le Devillien des massifs de Rocroi (400 m visibles, la série étant incomplètement observée) et de Stavelot (440 m visibles) fait de quartzites et de schistes à niveaux ardoisiers et à *Oldhamia radiata* ».

« Le Postdamien du Pays de Galles (1.500 m d'épaisseur) est composé de quartzites gris et de phyllades noirs donnant des ardoises grossières à *Lingula davyi* (*) (« *Lingula flags* ») ; à Harlech, des *Olenus* ont été recueillis dans cette série qui vient sous le Trémadocien à *Dictyonema*. On peut comparer aux « *Lingula flags* », dont ils ne diffèrent pas, les schistes et quartzites noirs du Revinien d'Ardenne (1.300 à 1.600 m d'épaisseur), situés eux aussi sous un toit trémadocien à *Dictyonema* ».

« Le Trémadocien du Pays de Galles et du Shropshire a 300 m d'épaisseur. Ce sont des schistes ardoisiers bleu et noirs à Trilobites (*Euloma*, *Niobe*) comprenant un ou deux lits argileux à *Dictyonema flabelliforme*. C'est à cet étage que l'on peut rattacher la partie inférieure du Salmien inférieur, à *Dictyonema flabelliforme* ».

Enfin, dans son tableau de corrélation (p. 179), il place en accolade, devant le mot Acadien, les termes Devillien supérieur et Devillien inférieur. Dans le Devillien supérieur, il fait entrer les schistes bigarrés d'Oisquercq à *Oldhamia radiata* et les quartzites et schistes verts aimantifères de Tubize (Brabant), les quartzites et phyllades verts aimantifères à *Oldhamia radiata* de Grand-Halleux (Stavelot), les quartzites clairs et schistes verts à ardoises aimantifères (Deville) ou oligistifères (Fumay) à *Oldhamia radiata* (Rocroi).

Dans le Devillien inférieur, il place similairement le quartzite de Blanmont (Brabant) et le quartzite de Hourt (Stavelot).

(*) lire *Lingulella davyi*.

En conclusion, G. Waterlot fait appel à quatre groupes de critères pour asseoir ses corrélations :

- 1°) des lithologies comparables,
- 2°) des puissances comparables,
- 3°) une assimilation des couches à *Oldhamia* d'Irlande à l'Acadien du Pays de Galles,
- 4°) l'absence en Ardenne géologique du Cambrien inférieur, cette région n'exposant aucune roche comparable aux Harlech grits.

Si l'on veut bien y prêter attention, cette liste se réduit en fait à deux groupes seulement de critères, les deuxième et quatrième dépendant nécessairement de la validité du troisième, à savoir « l'assimilation des couches à *Oldhamia* d'Irlande à l'Acadien du Pays de Galles ». Ce problème fondamental sera examiné dans la suite de cette étude.

7.3. Doutes, critiques et réserves

Les prudentes réserves de M. Lecompte et G. Waterlot (1956), auxquelles il a été fait référence précédemment, ne sont pas les premières qui aient été formulées quant à la validité des âges proposés pour les plus vieux de nos terrains anté-dévonien. On ne saurait en citer à titre exemplatif, que les plus récents par les travaux des stratigraphes franco-belges.

En 1933, sous le titre « Système silurien » et le sous-titre « terrain cambrien », E. Maillieux écrit : « Le "Cambrien" de la Belgique n'a décelé, jusqu'ici, comme fossiles, que des traces très problématiques (*Oldhamia* et pistes de vers), grâce auxquelles on a cru pouvoir rattacher les couches de Deville, qui renferment ces traces, aux couches de Llanberis, que l'on attribue, à tort ou à raison (*), à l'étage Géorgien... »

... Il n'est d'ailleurs pas établi que les couches de l'Ardenne et du Brabant attribuées au Cambrien se sont réellement déposées à cette époque (*).

Les formations des massifs ardennais et brabançon, considérées arbitrairement (*) comme cambriennes sont peut-être, en réalité, d'âge précambrien (*) et peuvent appartenir à une époque où la vie ne faisait que naître sur notre globe ».

De son côté, M. Gignoux (1950, p. 60), parlant de l'Ardenne, déclare : « les fossiles vraiment caractéristiques les plus anciens qui y soient connus datent du Silurien inférieur (**) (Zone à *Dictyonema flabelliforme*). Et c'est sans aucune preuve paléontologique décisive que l'on rapporte au Cambrien (*), dans ces massifs, une puissante série de roches à grain fin, peu métamorphiques, phyllades ou grès-quartzite, ne

contenant que des empreintes sans signification (*Oldhamia*) ; ... »

8. NOTRE HYPOTHESE DE TRAVAIL (1960-1975)

Une longue carrière africaine, largement consacrée aux terrains précambriens, nous a depuis longtemps convaincu de la fragilité, pour ne pas dire du danger, de corrélations effectuées sur bases purement lithologiques, entre des suites de roches conglomératiques, arénacées et argileuses, déposées dans des bassins de sédimentation distincts. Dans le cas de l'Afrique centrale et australe, par exemple, les datations absolues effectuées par la suite ont fréquemment montré, entre les successions ainsi corrélées, des écarts temporels atteignant plusieurs centaines de millions d'années.

Dans le cadre de cette étude, les comparaisons de lithologies et de puissances, et les corrélations qu'on en a déduites, concernent en fait trois bassins sédimentaires distincts : d'une part, ceux du Sud-Est de l'Irlande et du Pays de Galles, séparés par une longue terre émergée, l'aire géantclinale ou horst de la Mer d'Irlande ; d'autre part, celui de l'East Anglia et de l'Ardenne géologique, lui-même complexe, avec notamment ses deux aires de sédimentation brabançon et ardennaise, séparées par un seuil au moins temporairement émergé.

Lorsqu'on constate les difficultés que l'on a déjà à proposer des raccords quelque peu détaillés entre la Haute-Ardenne et le Brabant ; lorsqu'on apprend, des géologues gallois, celles rencontrées dans l'établissement de corrélations acceptables entre le Sud et le Nord du Pays de Galles, voire même d'un flanc à l'autre du Dôme de Harlech, lorsqu'on circule au Pays de Galles, puis dans les « Bray Series » à *Oldhamia* d'Irlande, on ne peut être que très sceptique quant à la validité de tels raccords à distance que ne soutient, par ailleurs, aucune évidence paléontologique fondée sur des groupes significatifs : Brachiopodes, Trilobites ou Echinodermes.

Dans ces conditions, il nous a semblé qu'il convenait de valoriser au maximum les seules évidences paléontologiques existantes, à savoir les traces d'activité physiologique connues sous les noms d'*Oldhamia antiqua* Forbes 1848 et d'*Oldhamia radiata* Forbes 1848, communes aux Bray Series d'Irlande et au Devillien supérieur de l'Ardenne et du Brabant. Certains ont voulu jeter le discrédit sur ces fossiles, arguant du fait que le genre *Oldhamia* aurait été rencontré jusque dans l'Ordovicien. Il ne s'agit, dans nombre de cas, que de citations anciennes non appuyées sur des descriptions et des figurations et, par conséquent, sans valeur réelle. Pour les autres, à

(*) souligné par nous.

(**) lire Ordovicien inférieur.

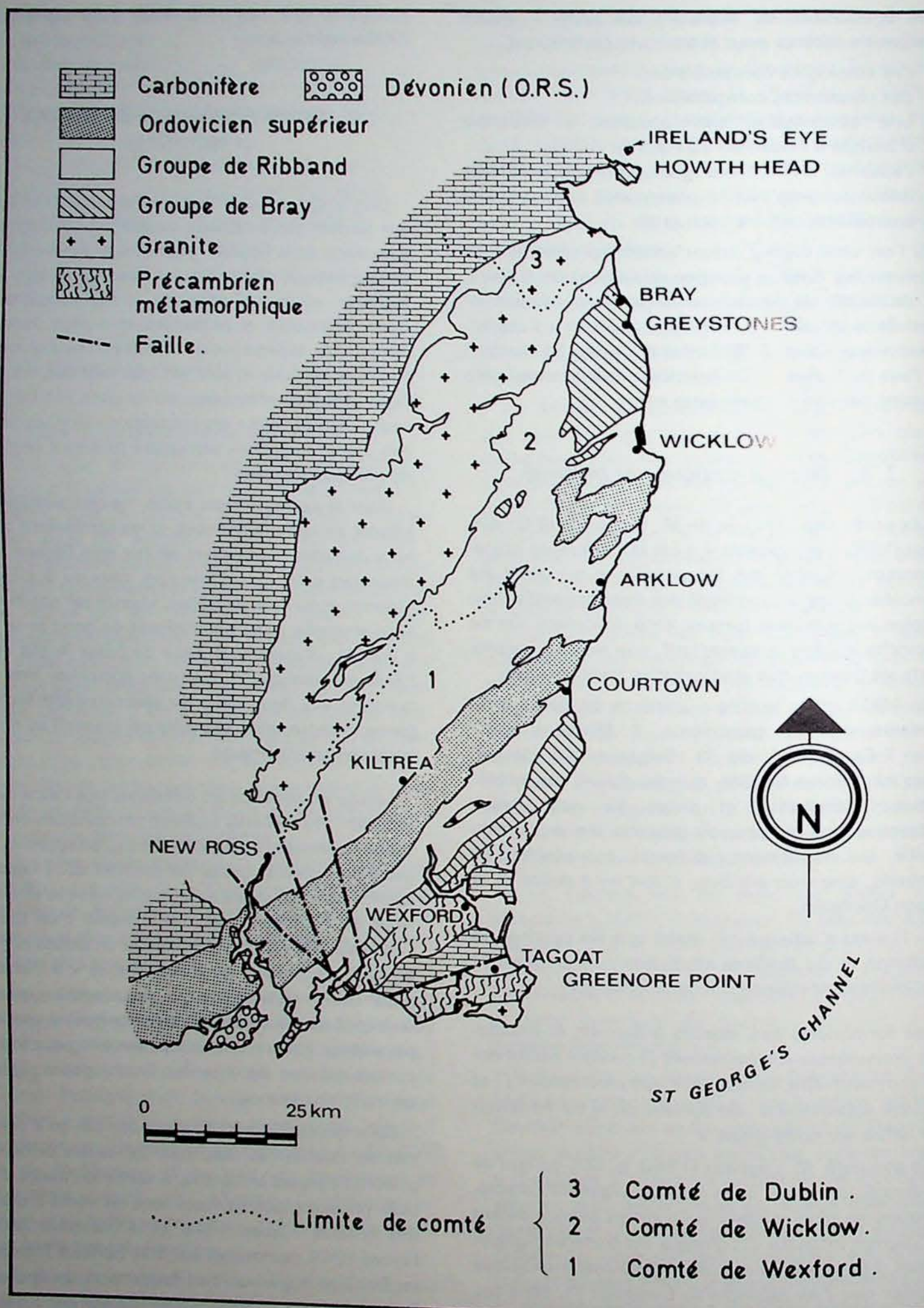


Fig. 2. — Esquisse géologique du Sud-Est de l'Irlande.
(d'après Crimes et Dhonau, 1967 et Gardiner et Vanguestaine, 1971).

supposer qu'il s'agisse bien du genre *Oldhamia*, on aurait à faire à d'autres espèces. En tout cas, il nous paraît bien, par comparaison des spécimens belges et irlandais, que les *O. antiqua* et *radiata* possèdent des caractères suffisamment définis et fixes pour ne pas risquer d'être confondues avec d'autres espèces éventuelles.

8.1. Esquisse géologique du Sud-Est de l'Irlande

8.1.1. Données structurales

Des environs de Dublin à ceux de Waterford, la région sud-orientale de l'Irlande appartient à un important segment de chaîne plissée, aux tectoniques calédoniennes et précambriennes superposées. Vers le nord-ouest, cet édifice complexe surgit de dessous le Dévonien et le Carbonifère. Sous cette couverture, il se rattache au vaste domaine paratectonique calédonien que limite, vers le nord, la « Highland Border Fault » d'Écosse et d'Irlande septentrionale. Au-delà de cet accident majeur, débute le domaine orthotectonique calédonien du Moinien et du Dalriadien reposant lui-même sur l'avant-pays lewisien et torridonien des îles Hébrides et des Northern Highlands. Dans la direction opposée, le domaine paratectonique vient s'appuyer, à la pointe sud-est de l'Irlande, sur un socle précambrien métamorphique appartenant au « Horst de la mer d'Irlande ». Dans le Nord du Pays de Galles se retrouve, en Anglesey et dans la péninsule de Llyn, l'autre flanc de cette importante entité paléogéographique, en bordure de laquelle s'étalent les dépôts bordiers du Géosynclinal gallois (J.F. Dewey 1969, fig. 1, 3, 12).

Du point de vue structural, la chaîne calédonienne du Sud-Est de l'Irlande est plissée suivant une direction générale N.E.-S.O. Des directions E.N.E. apparaissent toutefois dans les boutonnières géanticlinales exposant le Groupe de Bray.

8.1.2. Données stratigraphiques

Le dépôt plusieurs fois répété de formations lithologiquement semblables, la rareté ou l'absence de fossiles à valeur stratigraphique certaine, la très grande complexité des structures tectoniques sont autant de facteurs qui, pendant longtemps, ont retardé l'établissement d'une échelle stratigraphique cohérente au sein du chaînon plissé d'Irlande sud-orientale. Il faut en effet attendre 1959, pour qu'avec les travaux de terrain de W.E. Tremlett, soient jetées les bases d'une division rationnelle des terrains anti-caradociens.

Schématiquement, cette division s'établit comme suit, de haut en bas :

A. GROUPE ORDOVICIEN SUPERIEUR

Celui-ci débute par le Caradocien, représenté par des séries volcaniques, des sédiments carbonatés, des alternances de grès, siltstones et mudstones silteuses, renfermant occasionnellement des lits de mudstones conglomératiques. Ces formations reposent en discordance sur le Ribband Group sous-jacent, voire même, sur le rivage atlantique, directement sur le Précambrien métamorphique (Cullinstown Group). Le Caradocien est bien défini par sa faune, à laquelle s'ajoutent des microfossiles remaniés de l'Ordovicien inférieur, ce qui confirme l'existence d'une longue période d'érosion anté-caradocienne (P.R.R. Gardiner et M. Vanguetaine, 1971).

Le groupe est traversé, parallèlement à la direction tectonique générale, par le granite de Leinster, d'âge voisin de 395 M.A. (limite Silurien-Dévonien).

B. GROUPE DE RIBBAND (Ribband Group)

Sous-jacent à la discordance sub-caradocienne, le Groupe de Ribband consiste en minces alternances de siltstones et de mudstones grises. Tantôt l'argile, le silt ou le sable dominant dans des successions qui montrent localement des tonalités rouges ou vertes. Des conglomérats se rencontrent localement (P.R.R. Gardiner et M. Vanguetaine, 1971). Sur bases paléontologiques, le groupe s'étend du Cambrien inférieur ou moyen à l'Arénigien ou au Llanvernien. Ses relations avec le Bray Group sous-jacent varient de région à région : discordance franche, pseudo-concordance avec contraste lithologique marqué, débordement sur le socle précambrien métamorphique. Elles sont l'indice d'une coupure de premier ordre entre le Ribband Group et le Bray Group sous-jacent.

C. GROUPE DE BRAY (Bray Group)

Ce terme a récemment été proposé pour rassembler les « Bray Series » et les « Knockrath Series » de Tremlett (P.R.R. Gardiner et M. Vanguetaine, 1971).

« Bray Series »

Celles-ci consistent essentiellement en sédiments flyschoides comprenant des grauweekes granoclassées, fort comparables aux « Arkoses de Tubize », des mudstones, des schistes phylladeux, des bancs et des masses de quartzites clairs ; localement s'intercalent des bancs à déformations sous-aquatiques, des brèches intraformationnelles, voire des zones chaotiques non litées, à fragments de roches diverses emballés dans un ciment de mudstone, interprétées comme olisthostromes. Ces dépôts sont fréquemment versicolores, avec des tonalités vertes, pourpres

ou grises et, pour les quartzites, gris blanchâtre. Le sommet en est tronqué par la discordance ou la discontinuité sub-Ribband, la base presque toujours inconnue. Néanmoins, des puissances de plus de 2000 m ont été estimées régionalement. Les seuls macrofossiles connus consistent en traces variées d'activité physiologique, dont les plus remarquables sont les *Oldhamia antiqua* et *radiata*, dont la position stratigraphique, au sein des Bray Series, reste mal définie. Les âges attribués à ces formations varient du Cambrien inférieur au Précambrien terminal, suivant les auteurs et les critères retenus.

« Knockrath Series »

Alors que les Bray Series doivent reposer directement sur le socle Précambrien métamorphique dans le Sud du Comté de Wexford, elles succèdent en concordance à un important paquet de couches, les Knockrath Series, dans le Sud du Comté de Wicklow (Tremlett, 1959).

Ces séries consistent, de haut en bas, en :

- alternances décimétriques de schistes ardoisiers pyriteux, gris sombre ou noirs et de microquartzites gris clair : 195 m environ ;
- grès grossiers massifs, gris et verts, annonçant le faciès des Bray Series : 15 m environ ;
- mêmes alternances que plus haut, reconnues sur 1100 m environ.

La base n'est pas exposée. Ces couches non fossilifères sont attribuées au Précambrien terminal.

D. LE GROUPE DE CULLENSTOWN

Défini par Crimes et Dhonau (1967), ce groupe constitue l'unité supérieure du socle précambrien métamorphique exposé dans l'extrême Sud-Est de l'Irlande. Il consiste essentiellement en ortho- et para-quartzites schistoïdes massifs, associés à des grauwackes et à des schistes cristallins verts et rouges à albite, chlorite et séricite. Ces formations, dont le métamorphisme régional est modéré, ont été soumises à plusieurs phases successives de déformations, les plis principaux offrant une orientation approximativement N.S. Des comparaisons avec les traits structuraux et le métamorphisme à peine sensible des formations ultérieures, montrent sans ambiguïté que les caractéristiques du Groupe de Cullenstown doivent être attribuées à une orogénèse tardiprécambrienne. Des arguments ont été avancés pour leur attribuer un âge cadomien (570-610 M.A.).

E. LE COMPLEXE DE ROSSLARE

Ce complexe constitue le substratum le plus ancien exposé dans le Sud-Est de l'Irlande. Selon Crimes et Dhonau (1967), il consiste essentiellement en gneiss,

micaschistes et migmatites, traversés par des intrusions amphibolitiques et granitiques, elles-mêmes déformées et recoupées par des dykes de roches basiques fraîches, à peine déformées, de direction N.N.E.-S.S.O. Localement toutefois, ces dykes sont eux-mêmes plissés, schistifiés et partiellement migmatitisés. On peut donc penser que le Rosslare Complex a subi au moins deux périodes d'intense déformation et de métamorphisme en profondeur, séparées par la mise en place de dykes basiques. La direction dominante de plissement est l'E.N.E.-O.S.O. Cette évolution en profondeur ne peut se situer qu'au Précambrien, sans qu'il soit actuellement possible de préciser entre quelles limites temporelles.

8.2. Les levés de W.E. Tremlett : stratigraphie, tectonique et âge du Groupe de Bray

Le Groupe de Bray est exposé dans trois régions séparées :

- 1°) au nord de la baie de Dublin, où il constitue la colline résidentielle de Howth Head et l'îlot de l'Ireland's Eye (Comté de Dublin) ;
- 2°) entre les localités côtières de Bray et Greystones au nord et les vallées d'Avonmore et Avonberg au sud-sud-ouest, s'étend une vaste zone d'affleurement atteignant environ 10 km de largeur sur 30 km de longueur (Comté de Wicklow) ;
- 3°) de Cahore Point sur le Canal de Saint Georges à Bannow Bay sur l'Atlantique, s'étire une bande étroite, large au plus d'une dizaine de km en moyenne (Comté de Wexford).

La vaste zone d'affleurement du Comté de Wicklow correspond à un géanticlinal calédonien déversé au nord-ouest et éventré par l'érosion ; l'étroite bande du Comté de Wexford revêt plutôt le caractère d'une structure monoclinale reposant au sud-est sur le socle précambrien métamorphique et recouverte au nord-ouest par le Ribband Group ; quant aux affleurements de Howth Head et de l'Ireland's Eye, leur isolement actuel rend difficile leur attribution à une unité structurale particulière ; l'hypothèse a même été formulée de paquets déracinés et charriés.

Ce sont les observations effectuées dans l'anticlinorium de Bray, par W.E. Tremlett (1959), au nord-ouest de Rathdrum et de part et d'autre des vallées d'Avonmore et d'Avonberg, qui sont à l'origine des recherches et interprétations modernes relatives au Bray Group et à sa couverture. Dans cette région, Tremlett a reconnu l'existence de quatre unités stratigraphiques majeures :

4. Dunganstown Sandstones
3. Clara Series
2. Bray Series
1. Knockrath Series.

Les grès de Dunganstown consistent en alternances de grès et siltstones chamois avec des schistes ardoisiers gris et chamois ; leur épaisseur est voisine de 480 m. Ils sont attribuables à l'Arénigien.

Les Clara Series sont essentiellement argileuses, avec une puissance totale d'environ 2.750 m. Elles sont formées surtout de schistes ardoisiers et de mudstones noirs ou gris noir, les 700 à 800 m supérieurs consistant toutefois en schistes ardoisiers tantôt gris clair, tantôt gris clair et sombre zonaires, surmontés de roches gris bleu et gris mauve. Elles ont fourni de petits brachiopodes, mal conservés, qui font penser à des *Acrotetinae*, groupe s'étendant du Cambrien moyen à l'Ordovicien supérieur, sans qu'une détermination plus poussée soit possible et permette de préciser l'âge des Clara Series.

Depuis, les Dunganstown Sandstones et les Clara Series ont été réunis en un Groupe de Ribband, d'âge Cambrien inférieur ou moyen à Arénigien ou Llanvernien (8.1.2.).

Dans la région étudiée par Tremlett, les Bray Series, dont seuls les 325 m inférieurs sont conservés, sont formées, à la base, de mudstones et schistes ardoisiers pourpres que surmontent des grauwackes vertes, grises et occasionnellement pourpres, en bancs massifs et épais intercalant des schistes ardoisiers et des mudstones pourpres, plus rarement gris.

Quant aux Knockrath Series, dont la description a été faite plus haut (8.1.2.), elles sont surtout formées d'alternances rapides et peu épaisses de schistes ardoisiers gris sombre ou noirs et de microquartzites gris clair, toutes roches renfermant communément des cristaux de pyrite. Leur base est inconnue. La puissance reconnue est estimée à près de 1.300 m. Ces deux Series ont depuis lors été groupées en un Groupe de Bray.

Les levés de Tremlett ont révélé l'existence d'une discordance majeure entre les deux groupes, les Clara Series reposant tantôt sur les Bray, tantôt sur les Knockrath Series. Les directions générales des couches et des schistosités sont respectivement Nord-Nord-Est à Nord-Est pour les Clara Series, et Est-Nord-Est à Nord-Est pour leur substratum. Localement, les Clara Series, inclinant à l'Est-Sud-Est d'environ 30°, reposent sur des Knockrath Series sub-verticales, à stratification et schistosité oblique dirigées entre Est-Ouest et Est-Nord-Est.

Ailleurs, le bord d'un synclinal de Clara Series, orienté Nord 30° Est, repose sur les grauwackes des Bray Series, à direction comprise entre Est-Ouest et Est-Nord-Est ; la discordance géographique est ici de près de 60°.

Ces observations et d'autres ont conduit l'auteur à placer les Bray et les Knockrath Series dans un ensemble précambrien affecté par une importante phase de déformation tectonique, antérieurement au

dépôt des Clara Series, d'âge cambrien probable. Pour lui, en l'absence de fossiles cambriens indiscutables, la présence d'*Oldhamia* et d'autres traces problématiques dans les Bray Series ne peut justifier l'attribution de celles-ci au Cambrien. Cette façon de voir fut généralement acceptée après lui, en particulier par T. Neville George (in Johnson et Stewart, 1963) et J.G.C. Anderson (1965).

8.3. Le Groupe de Bray et le Groupe de Deville

Ayant eu l'occasion, à plusieurs reprises, de parcourir le Sud-Est de l'Irlande et de constater l'étroite similitude existant entre les grauwackes des Bray Series et les turbidites de Tubize, ayant récolté, de part et d'autre, des *Oldhamia antiqua* dans la phase phylladeuse terminale de ces bancs granoclasés, nous avons admis une équivalence stratigraphique approchée des Bray Series et du Devillien supérieur. Par ailleurs, le fait que les *Oldhamia antiqua* et *radiata* n'ont jamais été trouvées, à notre connaissance, avec des fossiles cambriens, ce qui nous fut confirmé par le Dr. C.J. Stubblefield (*in litteris*), nous a conduit à attribuer un âge précambrien terminal aux Bray Series et au Devillien supérieur. Cette façon de voir impliquait, pour nous, que le Groupe Revinien représentait à lui seul, en Ardenne géologique, la totalité du système cambrien et pouvait ainsi se paralléliser, grosso modo, avec les Clara Series d'Irlande.

Par ailleurs, dans le massif armoricain, les turbidites de l'Etage de la Laize, par lesquelles s'achève le Briovérien, ne renferment pas d'*Oldhamia*. Ceci nous a conduit à penser que le Devillien, d'une part, les Bray et Knockrath Series, d'autre part, devaient se placer dans l'intervalle de temps séparant le plissement et les granitisations cadomiennes (circa 590-570 M.A.) et la base du Cambrien fossilifère (circa 550 M.A.), c'est-à-dire dans cette partie du Précambrien terminal que nombre d'auteurs qualifient d'Eocambrien ou d'Infracambrien. La seule différence apparaissant entre les aires sédimentaires du Sud-Est de l'Irlande et de l'Ardenne géologique était d'ordre structural, la première ayant subi les effets d'une phase de plissement tardipré-cambrienne, la seconde pas.

C'est de cette façon, qu'entre 1960 et 1975, nous avons présenté à nos étudiants le problème chronostratigraphique du Devillien et du Revinien.

9. L'APPORT DE LA MICROPALÉONTOLOGIE ET SES CONSÉQUENCES

La recherche du microplancton végétal (Acri-tarches) préservé dans les sédiments favorables du

Précambrien et du Paléozoïque ancien a renouvelé l'approche stratigraphique de ces terrains. L'étude des associations d'Acritarches permet en effet de distinguer les formations précambriennes et paléozoïques anciennes. Pour ces dernières, elle fournit de précieux critères de biozonation fondés sur les méthodes classiques de la biostratigraphie, à savoir l'apparition de groupes, genres et espèces nouvelles. Les auteurs soviétiques, en particulier, ont mis en évidence un changement très net dans la morphologie et l'ornementation des Acritarches un peu au-dessus de la limite Précambrien-Cambrien : formes à ornementation simple sous la limite, formes évoluées acanthomorphes au-dessus. Ce changement a été retrouvé en Baltique, en Ecosse et, comme on le verra plus loin, en Belgique et en Irlande. Une seconde coupure de premier ordre se rencontre à la base de l'Ordovicien ; elle résulte de l'adjonction aux Acritarches de microfossiles animaux, les Chitinozoaires (thèques chitineuses de Protozoaires) et les Scolécodontes (machoires chitineuses d'Annélides). Dans les couches situées entre ces deux coupures majeures ainsi qu'au-dessus de la seconde, une biozonation plus fine est fournie par l'apparition de formes nouvelles et l'appréciation du niveau global d'évolution des associations d'Acritarches.

En Belgique, deux chercheurs se sont attachés au débrouillage biostratigraphique des formations calédoniennes par l'étude des Acritarches ; ce sont Fr. Martin (Institut Royal des Sciences Naturelles) dont l'intérêt se porte surtout sur l'Ordovicien et le Silurien, et M. Vanguetaine (Université de Liège), qui consacre l'essentiel de ses recherches au Revinien et au Devillien. Par ailleurs, M. Vanguetaine a eu l'occasion d'étendre ses investigations au Sud-Est de l'Irlande, apportant ainsi de précieux éléments de comparaison, voire de corrélation partielle entre les formations anté-ordoviciennes des deux contrées.

9.1. Biozonation du Devillien, du Revinien et du Salmien

Comme on l'a indiqué précédemment, l'âge anté-ordovicien du Devillien et du Revinien a été établi dès le siècle dernier, pour les massifs ardennais tout au moins, grâce à la découverte de *Dictyonema flabelliforme* dans le Salmien inférieur du Massif de Stavelot. Toutefois, en l'absence de macrofossiles autres que pistes ou perforations dans le Devillien et le Revinien, l'âge de ces deux groupes et de leurs subdivisions est resté incertain jusqu'à ce que M. Vanguetaine s'attache à la solution du problème. Ses travaux, qui débutent en 1967, lui ont permis de fournir, en 1974, une première synthèse biostratigraphique du Cambro-Trémadocien des Massifs de la Haute-Ardenne, bientôt suivie d'un doctorat encore

inédit, consacré au même problème. Le Massif du Brabant n'a malheureusement pas pu être intégré, jusqu'à présent, à ce schéma stratigraphique.

Les huit biozones reconnues par lui (fig. 3) ont été fondées, dans la mesure du possible, sur le moment d'apparition d'espèces nouvelles dont le niveau évolutif autorise des corrélations au moins approchées avec les régions classiques de Grande-Bretagne et d'Europe du Nord où coexistent macrofaunes classiques et Acritarches.

La zone 0 se place dans le Devillien supérieur, au-dessus des couches à *Oldhamia* ; elle comporte une association d'Acritarches qui l'identifie à la zone à *Baltisphaeridium compressum* et *Archaeodiscina umbonulata* du Cambrien le plus inférieur de la Baltique (équivalent des couches sans trilobites ou base de la zone à *Holmia* ?). Sa base est inconnue mais, par comparaison avec l'Irlande, ne devrait pas descendre beaucoup plus bas.

La zone 5 renferme une association dont les formes les plus caractéristiques sont connues des couches à *Orusia lenticularis*, brachiopode caractéristique de la deuxième des quatre zones trilobitiques du Cambrien supérieur de Grande-Bretagne et d'Europe du Nord, à savoir la zone à *Parabolina spinulosa*, haut déjà dans le Cambrien supérieur. Cette zone se situe vers le sommet du Revinien moyen.

Les zones 1 à 4 ne peuvent encore être placées de façon aussi précise dans la légende stratigraphique. Elles couvrent certainement la suite du Cambrien inférieur et le Cambrien moyen, la limite Cambrien moyen-Cambrien supérieur pouvant, en première approximation, être placée dans le Revinien moyen, au contact du Rn2a et du Rn2b. On notera que la zone 2 correspond à l'apparition de *Stictosphaeridium brayense*, forme irlandaise suggérant un âge proche de la limite entre le Cambrien inférieur et le Cambrien moyen.

9.2. Biozonation des Groupes de Bray et de Ribband

En 1971, Piers R.R. Gardiner et M. Vanguetaine ont publié un important mémoire sur les microfossiles des formations cambro-ordoviciennes du Sud-Est de l'Irlande et leurs implications biostratigraphiques. On ne reprendra ici que les résultats les plus significatifs.

Dans le Groupe de Bray, seuls ont été examinés des dépôts appartenant aux Bray Series classiques. Sur la côte sud du Comté de Wexford, des couches à *Oldhamia*, apparemment très proches de la base transgressive des Bray Series sur le socle métamorphique, ont fourni un assemblage où prédominent les *Leiosphaeridia*, acritarches sphéromorphes de type précambrien, auxquels s'associent toutefois

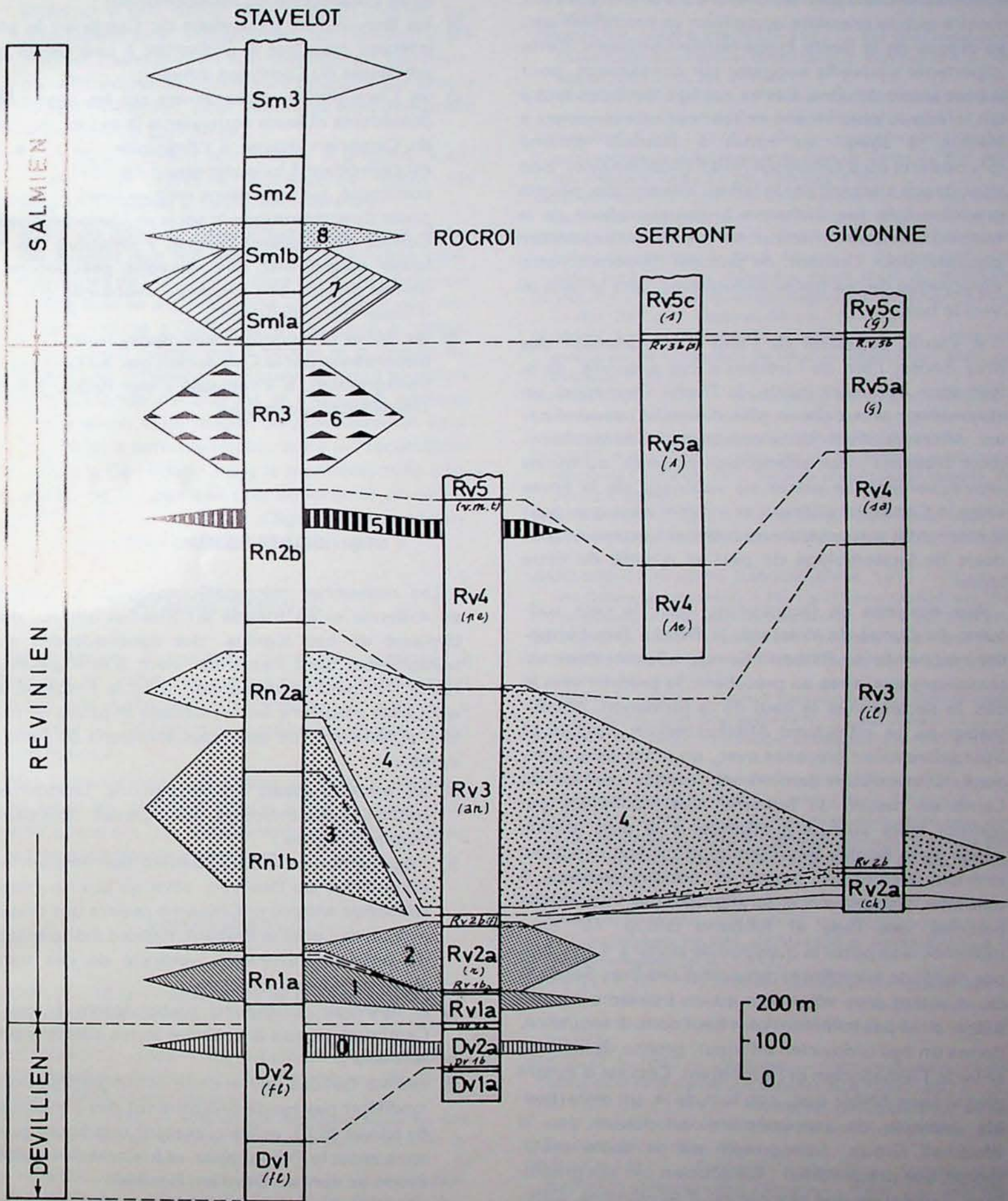


Fig. 3. — Biozonation sur Acritarches du Devillien supérieur, du Revinien et du Salmien des massifs ardennais. (d'après Vanguetaine, 1974)

de rares représentants d'acritarches acanthomorphes, en particulier des genres *Baltisphaeridium* et *Michrystidium* dont les chercheurs soviétiques ont montré que la première apparition se produisait peu au-dessus de la limite Précambrien-Cambrien. Cette importante trouvaille suggère, par conséquent, pour la base locale des Bray Series, un âge cambrien tout à fait inférieur, plus ancien en tout cas que les zones à *Holmia*, à savoir les zones à *Obolella groomii* (Shropshire) ou à *Discinella holsti* (Scandinavie). Son importance s'accroît par le fait qu'elle associe, pour la première fois, les *Oldhamia* à une microflore de la base du Cambrien inférieur, sans qu'il soit cependant possible, pour l'instant, de préciser l'extension stratigraphique de ces traces biologiques, vers le haut ou vers le bas.

A l'autre extrémité de l'aire d'affleurement des Bray Series, l'îlot de l'Ireland's Eye a donné, de la formation inférieure locale, la Thulla Formation, un assemblage plus riche et plus diversifié, dominé par les *Michrystidium* qu'accompagne *Stictosphaeridium brayense*; cet assemblage pourrait, au moins provisoirement, se placer au voisinage de la limite entre le Cambrien inférieur et moyen, sans que pour le moment il soit possible de préciser l'extension verticale de l'assemblage de part et d'autre de cette limite.

Aux environs de Duncannon, dans le coin sud-ouest du Comté de Wexford, la Booley Bay Formation, rapportée au Ribband Group, a fourni deux assemblages similaires au précédent, le premier vers le bas, le second vers le haut de la formation, assemblages où se retrouvent *Michrystidium simile* et *Stictosphaeridium brayense* avec, en outre dans le second, *Dictyodidum cambriense*, espèce connue du Cambrien moyen de Bohême. Ces trouvailles ont conduit leurs auteurs à attribuer à la plus grande partie de la Booley Bay Formation un âge cambrien inférieur à cambrien moyen et, conséquemment, à admettre l'équivalence stratigraphique, au moins partielle, des Bray et Ribband Group. On peut néanmoins se poser la question de savoir s'il ne s'agit pas plutôt de microflores remaniées des Bray Series et ce, d'autant plus volontiers qu'un troisième assemblage, situé pas tellement plus haut dans la séquence, donne un âge ordovicien inférieur, proche de la limite entre le Trémadocien et l'Arénigien. Ceci est d'autant plus vraisemblable que, non loin de là, un remarquable exemple de remaniement est fourni par le Blackhall Group, transgressif sur le socle métamorphique précambrien; Caradocien par ses graptolites, il renferme une association d'Acritarches, Chitinozoaires, Scolécodontes et Algues vertes se situant vers la limite trémadocien-arénigien et manifestement remanié.

De l'ensemble de ces données, parfois contradictoires, on peut tirer les conclusions provisoires suivantes :

- a) les Knockrath Series, sous-jacentes au Cambrien inférieur, sont à placer dans le Précambrien final (alias Eocambrien ou Infracambrien) ;
- b) les Bray Series s'étendent du Cambrien le plus inférieur (couches à *Oldhamia*) à une partie imprécisable du Cambrien moyen ;
- c) les Clara Series, discordantes sur les ensembles précédents et leurs équivalents latéraux, montent du Cambrien moyen à l'Arénigien ; une réserve est cependant à formuler quant à la réalité de cette continuité, les formations arénigiennes venant reposer directement sur le socle métamorphique du Comté de Wexford (Tagoat Formation), ce qui laisse soupçonner des relations pseudoconcordantes ailleurs et l'existence éventuelle d'hiatus d'importance inconnue ;
- d) les Séries précédentes sont toutes recouvertes en discordance par le Caradocien qui, au cours de sa transgression, a « ramassé » des Acritarches du Trémadocien-Arénigien.

10. CONCLUSIONS FINALES

Les recherches micropaléontologiques entamées en Ardenne et en Irlande du Sud-Est ont eu, dans chacune de ces régions, des conséquences stratigraphiques dont l'essentiel vient d'être passé en revue. On peut se demander, pour la Belgique, en quoi elles modifient les hypothèses et prises de position antérieures, ce que nous tenterons de faire ci-après :

- a) les anciens essais de corrélations, uniquement basés sur des analogies lithologiques, sont définitivement rejetés ;
- b) l'âge cambrien le plus inférieur doit être attribué au sommet du Devillien, ainsi qu'aux couches à *Oldhamia antiqua* et *Oldhamia radiata* des massifs ardennais ; pour le Brabant, il paraît indispensable de préciser l'extension verticale de ces traces avant de pouvoir conclure ;
- c) le Revinien correspond pratiquement à tout le Cambrien, depuis la base des zones à *Holmia* pour le moins ;
- d) ces attributions bio- et chronostratigraphiques ne modifient pas fondamentalement nos hypothèses de travail (8.3), celles-ci plaçant une limite provisoire entre le Précambrien et le Cambrien aux environs du contact Devillien-Revinien ;
- e) l'âge précambrien tardif que nous suggérons pour la partie du Devillien sous-jacente aux couches à *Oldhamia* et, en tout cas, pour le Devillien inférieur, se trouve confirmé par les attributions chronologiques sus-mentionnées ;
- f) par contre, les correspondances que nous avons admises entre les Bray Series et le Devillien, d'une

part, les Clara Series et le Revinien, d'autre part, ne sont pas confirmées :

en effet, les premières s'étendent du Cambrien inférieur à une partie du Cambrien moyen, correspondant ainsi sensiblement au Devillien supérieur et à une portion non précisée du Revinien ; par ailleurs, les secondes sont à paralléliser avec le reste du Revinien, pour autant qu'elles atteignent le sommet du Cambrien ;

g) ces mises au point conduisent, à présent, à admettre une certaine équivalence entre les Knockrath Series et le Devillien inférieur ;

h) enfin, du point de vue paléogéographique, il paraît évident que les aires de sédimentation calédoniennes de l'Irlande du Sud-Est et de l'Ardenne géologique se sont ouvertes au Précambrien terminal, comme c'était déjà le cas pour le grand géosynclinal calédonien d'Ecosse et d'Irlande du Nord ; une différence marquée apparaît toutefois entre l'Irlande du Sud-Est et l'Ardenne géologique, à savoir la continuité de sédimentation existant, dans la seconde région, entre le Précambrien final et le Cambrien ; dans la première, cette continuité est rompue par une importante phase de déformation tectonique d'âge méso-cambrien, que l'on pourrait qualifier de « brayenne ».

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à Monsieur M. Vanguetaine qui nous a aimablement procuré ses publications étrangères et autorisé à reproduire un tableau stratigraphique encore inédit (notre figure 3).

Nos remerciements vont aussi au Dr C.J. Stubblefield pour les précisions qu'il a bien voulu nous fournir quant à la non coexistence des *Oldhamia* avec d'autres macrofossiles cambriens.

BIBLIOGRAPHIE

ANCION Ch., 1933 — Stratigraphie du Revinien dans la partie centrale du Massif de Stavelot — *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 56, pp. 332-344.

ANDERSON J.C.C., 1965 — The Precambrian of the British Isles, *The Geological Systems — The Precambrian*, Vol. 2 pp. 25-112. Editor Kalervo Rankama.

ANTHOINE R., 1939 — Note sur une disposition singulière des couches du Revinien et du Devillien dans le massif cambrien de Rocroi — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 57, pp. 356-366.

ANTHOINE R., 1940 — Contribution à l'étude du massif cambrien de Rocroi — *Acad. roy. Belgique, Cl. Sc.*, Mém. 12, fasc. 4.

ANTHOINE R. et P., 1942 — Les assises de Mousty et de Villers-la-Ville du bassin supérieur de la Dyle — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 66, pp. 53-180.

BEUGNIES A., 1960 — Stratigraphie comparée du Cambrien des Massifs ardennais — *Bull. Soc. belge Géol.*, 69, pp. 91-106.

BEUGNIES A., 1963 — Le Massif cambrien de Rocroi — *Bull. carte géol. France*, n° 270, 59, 155 p.

CORIN F., 1926 — La stratigraphie et la tectonique du Massif devillien de Grand-Halleux — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 49, pp. 26-66.

CRIMES T.P. and N.B. DHONAU, 1967 — The Pre-Cambrian and Lower Palaeozoic Rocks of South-East Co. Wexford Eire — *Geol. Magaz.*, 104, n° 3, pp. 213-221.

DEWALQUE G.F.G., 1868 — Prodrôme d'une description géologique de la Belgique, 442 p., Bruxelles et Liège.

DEWALQUE G.F.G., 1874 — Sur la corrélation des formations cambriennes de la Belgique et du Pays de Galles — *Bull. Acad. roy. Belgique*, 2e s., 37, pp. 596-598 et 801.

DEWALQUE G.F.G., 1877 — Observations à propos des fossiles cambriens de l'Ardenne — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 4, p. 94.

DEWEY J.F., 1969 — Structure and Sequence in Paratectonic British Caledonides, in *North Atlantic — Geology and Continental Drift*, Mem. 12, *Amer. Ass. Petrol. Geol.*, pp. 309-335.

DUHOUX P., 1938 — Etude géomagnétique du Massif de Hourt — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 62, pp. 107-150.

DUMONT A.H., 1830 (1832) — Mémoire sur la constitution géologique de la Province de Liège — *Mém. cour. Acad. roy. Belgique*, 8, 374 p.

DUMONT A.H., 1847 — Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condroz. Première partie (terrain ardennais), *Ibidem*, 20, 165 p.

DUMONT A.H., 1848 — Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, etc... Seconde partie (terrain rhénan), *Ibidem*, 23, 451 p.

FOURMARIER P., 1920 — La tectonique du Brabant et des régions voisines — *Mém. Acad. roy. Belgique, Cl.Sc.*, 2e s., 4, fasc. 6, 33 p.

GARDINER P.R.R. and M. VANGUESTAINE, 1971 — Cambrian and Ordovician microfossils from south-east Ireland and their implications — *Bull. Geol. Survey Ireland*, 1, n° 2, pp. 163-210.

GEUKENS F., 1950 — Contribution à l'étude de la partie nord-ouest du Massif cambrien de Stavelot — *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 16, pp. 77-170.

GEUKENS F., 1963 — Contact Revinien-Salmien dans le massif de Stavelot — *Bull. Soc. belge Géol.*, 72, pp. 35-42.

GIGNOUX M., 1950 — Géologie stratigraphique, 735 p., Masson, Paris.

GOSSELET J., 1860 — Sur des fossiles siluriens trouvés dans le Brabant (Belgique) — *Bull. Soc. géol. France*, 17, p. 495.

GOSSELET J., 1860 — Sur des fossiles siluriens découverts dans le massif rhénan du Condroz, dans les environs de Fosses près Namur, avec observations de M. Barrande — *Ibidem*, 18, pp. 538-539.

GOSSELET J. et C. MALAISE, 1868 — Observations sur le terrain silurien de l'Ardenne — *Bull. Acad. roy. Belgique*, pp. 61-118, suivi des rapports de MM. d'OMALIUS et DEWALQUE sur ce travail — *Ibidem*, pp. 411-413.

GOSSELET J., 1871 — Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines. Fasc. 1 : terrains primaires — *Bull. scient., etc., du département du Nord*, 3 (1871), 4(1872), 5(1873).

GOSSELET J., 1888 — L'Ardenne — *Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, 887 p.

GRAULICH J.M., 1949 — Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques des environs de Spa — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 72, pp. 93-124.

GRAULICH J.M. — Le Cambrien-Trémadocien — *Prodrôme d'une description géologique de la Belgique — Public. Soc. géol. Belgique*, pp. 21-38.

LECOMPTE M., 1948 — Existence du Trémadocien dans le Massif du Brabant — *Bull. acad. roy. Belgique, Cl.Sc.*, 5e s., 34, pp. 677-687.

LECOMPTE M., 1949 — Découverte de nouveaux gîtes à *Dicrytonema* dans le Trémadocien du Massif du Brabant — *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belgique*, 25, n° 45.

- LECOMPTE M. et G. WATERLOT, 1965 — Système Cambrien, in *Lexique Stratigraphique International*, Vol. I, Europe, fasc. 4 al., pp. 65-75, C.N.R.S., Paris.
- LEGRAND R., 1967 — Ronquières. Documents géologiques — *Serv. Géol. Belgique*, Mém. n° 6, 60 p.
- LEGRAND R., 1968 — Le Massif du Brabant — *Serv. Géol. Belgique*, Mém. n° 9, 148 p.
- LERICHE M., 1921 — Excursion dans les vallées de la Senne, de la Sennette et de la Samme, in *Livret-guide des Excursions géologiques organisées par l'Université de Bruxelles*, 1er fasc., pp. 15-28.
- LERICHE M., 1921 — Excursion à Quenast et dans la vallée de la Senne, de Tubize à Rebecq-Rognon, — *Ibidem*, 3me fasc., pp. 88-94.
- LIMBOURG R. de, 1774 (1777) — Mémoire pour servir l'histoire naturelle des fossiles des Pays-Bas — *Mém. Acad. impér. et roy. Bruxelles*, I, pp. 363-410.
- LOHEST M. et FORIR H., 1899 (1901) — Stratigraphie du Massif cambrien de Stavelot — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 25, pp. 73-119.
- MAILLIEUX E., 1933 — Terrains, roches et fossiles de la Belgique, 2e édition, Bruxelles.
- MALAISE C., 1866 — Sur des corps organisés, troués dans le terrain ardennais de Dumont — *Bull. Acad. roy. Belgique*, 2e s., 21, pp. 566-567.
- MALAISE C., 1871 — Sur l'âge de quelques couches du terrain ardennais des environs de Spa — *Bull. Acad. roy. Belgique*, 37, pp. 800-801.
- MALAISE C., 1873 — Description du terrain silurien du centre de la Belgique — *Mém. cour. Acad. roy. Belgique*, 37, 122 p.
- MALAISE C., 1883 — Sur la constitution du massif du Brabant — *Bull. Acad. roy. Belgique*, 3e s., 5, p. 184.
- MALAISE C., 1883 — Etudes sur les terrains silurien et cambrien de la Belgique — *Bull. Acad. roy. Belgique*, 3e s., 5.
- MALAISE C., 1900 — Sur le terrain silurien de la Belgique — *VIII^{me} Congrès Géologique International*, Paris.
- MALAISE C., 1909 — Etude stratigraphique du Silurien de Belgique et âge géologique des schistes noirs de Mousty — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 36, pp. 31-35.
- MALAISE C., 1910 — Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique, in *Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Genappe* — *Bull. Soc. belge Géol.*, 24, pp. 415-437.
- MARTIN Fr., 1968 — Les Acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges. Détermination et valeur stratigraphique — *Thèse de doctorat, Université de Bruxelles et Mém. Inst. roy. Sc. Nat. Belgique*.
- MORTELMANS G., 1955 — Considérations sur la structure tectonique et la stratigraphie du Massif du Brabant — *Bull. Soc. belge Géologie*, 64, pp. 179-218.
- MOURLON M., 1880 — Géologie de la Belgique, Bruxelles.
- NEVILLE Georges T., 1963 — Palaeozoic Growth of the British Caledonides, in *The British Caledonides*, edited by JOHNSON M.R.W. and F.H. STEWART, Oliver and Boyd.
- OMALIUS d'HALLOY J.B.J. d', 1808 — Essai sur la géologie du nord de la France — *Journal des Mines*, 24, pp. 401-406.
- OMALIUS d'HALLOY J.B.J. d', 1828 — Mémoire pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines — Namur, 307 p.
- RENARD E., 1927 — Le Massif devillien de Falize-Ligneuville — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 50, pp. 111-116.
- RAYNAUD J., 1952 — Contribution magnétique à la connaissance géologique du Massif de la Gette — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 75, pp. 283-291.
- STAINIER X., 1889 — Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de Belgique dans le Brabant méridional du 7 au 10 septembre 1889 — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 17, pp. 29-55.
- TREMLETT W.E., 1959 — The structure of the lower Palaeozoic rocks in the Arklow-District — *Geol. Soc. London Quart. Journ.*, 115, pp. 17-40.
- TREMLETT W.E., 1959 — The Pre-Cambrian Rocks of Southern Co. Wicklow (Ireland) — *Geol. Mag.*, 96, no. 58 58.
- VALLEE POUSSIN J. de la, 1930 — Contribution à l'étude du massif cambrien dans les vallées de la Dyle et de la Gette — *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 6, pp. 31-35.
- VANGUESTAINE M., 1967 — Découverte d'Acritarches dans le Révinien supérieur de Massif de Stavelot — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 90, pp. 585-601.
- VANGUESTAINE M., 1968 — Les Acritarches du sondage de Grand-Halleux (note préliminaire). — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 91, pp. 361-375.
- VANGUESTAINE M., 1970 — L'appartenance au Révinien inférieur et moyen des roches noires de la partie profonde du Sondage de Grand-Halleux et leur disposition en un pli couché — *Ann. Soc. géol. Belgique*, 93, pp. 591-600.
- VANGUESTAINE M., 1972 — New Acritarchs from the Upper Cambrian of Belgium — in *Microfossils from oldest deposits*, pp. 28-30 — *Proc. Int. Conf. 3rd, Novossibirsk 1971*.
- VANGUESTAINE M., 1973 — Etude palynologique du Cambro-ordovicien de Belgique et d'Ardenne française — *Thèse de doctorat, Université de Liège* (à l'impression in *Mém. Acad. roy. Belgique*).
- WATERLOT G., 1937 — Sur la stratigraphie et la tectonique du massif cambrien de Rocroi — *Bull. Carte Géol. France*, n° 195, 39, pp. 77-131.
- WATERLOT G., 1945 — L'évolution de l'Ardenne au cours des différentes phases de plissements calédoniens et hercyniens — *Bull. Soc. géol. France*, 5e s., 15, pp. 3-44.
- WATERLOT G., 1947 — Le massif de Rocroi et l'hypothèse du charriage — *Ann. Soc. géol. Nord.*, 67, pp. 107-126.
- WATERLOT G., 1956 — Le Cambrien de l'Ardenne — in *El Sistema Cambrico, su Paleogeografía y el Problema de su Base*, 1, pp. 161-183, *XX^{me} Congrès Géologique International, Mexico, 1956*.
- WRIGHT A.E., 1967 — Pre-Cambrian of South-East Eire — *Geol. Mag.*, 104, pp. 213-221 et 400.

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 250

Fiche n. 65.093

A.K. MATVEEV. USSR geologists publish new map of world coal resources. *Les géologues soviétiques publient une nouvelle carte des ressources mondiales de charbon.* — **World Coal**, 1976, septembre, p. 20/25, 7 fig.

portance; 2100 gisements ont été recensés. On remarque que l'URSS, les USA et la Chine possèdent les plus grandes réserves de charbon, que le charbon est concentré principalement dans 10 pays et que 51 % des ressources mondiales sont dans les pays socialistes, 34 % dans les pays capitalistes et 15 % dans les pays en voie de développement. Quelques commentaires sur la répartition géologique du charbon. Quelques règles géologiques pour la découverte du charbon.

Etablissement par un groupe de géologues soviétiques d'une carte montrant l'emplacement des gisements de charbon dans le monde. Cette carte imprimée en 15 couleurs comporte 8 feuilles de 68 × 68 cm qui, assemblées mesurent 1,27 × 2,57 m. Les réserves mondiales de charbon (500 m de profondeur pour le lignite et 1200 m pour le charbon) sont estimées entre 15 et 20.10¹² t. Cette carte indique l'âge de formation des bassins houillers, le degré de fiabilité des limites des bassins houillers, le montant des ressources géologiques, le type de charbon et donne une indication spéciale pour le charbon à coke. Classement des gisements en 5 groupes suivant leur im-

IND. A 34

Fiche n. 64.483

M. GRENON. A propos des ressources mondiales de pétrole. II. Modèles statistiques logistiques (modèles de King Hubbert). — **Revue de l'Energie**, 1976, mars, p. 165/174, 14 fig.

Parmi les modèles mathématiques utilisés pour estimer les ressources de pétrole, un des plus anciens et des plus importants, mais aussi des plus controversés, a été mis au point par King Hubbert, fin 1950.

L'idée de départ a été d'analyser les courbes de production des combustibles fossiles. Généralement, ces courbes manifestent une partie initiale à croissance assez faible, une phase de croissance exponentielle, un plafonnement, une décroissance aussi exponentielle et une phase finale où les valeurs sont à nouveau très faibles. A titre d'exemples, les courbes de production pour le charbon dans le monde et aux USA. Utilisant l'estimation des ressources ultimes de pétrole aux USA, King Hubbert a pu établir, en 1956, les courbes possibles de production montrant que celles-ci devaient plafonner quelque 15 ans plus tard et que le pic de la production pétrolière mondiale devrait se situer vers 2000-2010. Théorie mathématique développée par Hubbert en 1958 et une autre méthode d'estimation des ressources ultimes de pétrole développée en 1967 utilisant les statistiques et les courbes des découvertes de pétrole par unité linéaire de forage d'exploration. Critiques et limites de ces méthodes.

IND. A 34

Fiche n. 64.483

M. GRENON. A propos des ressources mondiales de pétrole. Les méthodes probabilistes. IV. Les taux de récupération. V. — *Revue de l'Energie*, 1976, juin, p. 316/325, 12 fig. 3 tb., 1976, juillet-août, p. 372/377, 5 fig., 2 tabl.

IV. Méthodes d'estimation des ressources de pétrole, combinant des estimations subjectives d'experts, présentées sous forme de distribution de probabilités avec des traitements mathématiques objectifs tels que l'analyse de Monte-Carlo. Ces méthodes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pétrolière, parfois recoupées par la méthode d'analogie géologique. Description de la méthode des « zones pétrolières » ou « play » qui s'applique aux ressources à découvrir ou aux réserves potentielles, à l'exclusion des réserves déjà prouvées et des réserves probables. Modèle probabiliste pour les réserves possibles de la mer du Nord. Les réserves cumulées sur la période 1969-2009 (20 ans de découverte plus 20 ans d'appréciation) se situent entre 10 et 20 milliards de t, ce qui est entre 2 et 4 fois les chiffres possibles généralement admis par l'industrie pétrolière internationale.

V. Les ressources (richesses en terre) n'ont d'intérêt que dans la mesure où elles sont découvertes et récupérées. Actuellement, à l'échelle mondiale, le taux de récupération du pétrole est de 30 %, c'est-à-dire que les réserves récupérables estimées à 100 milliards de t correspondent à des réserves en terre de 300 milliards et que 1 % d'augmentation du taux de récupération correspond à 3 milliards de t, soit 1 année de la production mondiale actuelle. Les divers types de production du pétrole : primaire, secondaire, récupération assistée, tertiaire. Revue des

méthodes de récupération tertiaire, 3 catégories : injection de composés miscibles, injection d'« eau améliorée », méthodes thermiques. Etat du développement des méthodes de récupération tertiaire : coûts et durées, comparaison des différentes techniques de récupération assistée, méthodes de récupération aux USA en 1970/1973 et 1975.

IND. A 350

Fiche n. 64.614

J.H. TATSCH. Uranium deposits : origin, evolution and present characteristics. *Gisements d'uranium : origine, évolution et caractéristiques actuelles.* — **Tatsch Associates**, Sudbury, Massachusetts, 1976, 1976, 303 p., 8 fig. Prix : 96 \$.

L'uranium prend une place de plus en plus importante dans le domaine de l'énergie. Les réserves de U_3O_8 sont estimées à 2 Mio.t et peuvent satisfaire les besoins mondiaux pendant une dizaine d'années. Il est donc urgent de découvrir de nouveaux gisements. Ceux-ci ne sont pas répartis d'une manière homogène et une étude minutieuse montre qu'ils sont rattachables à des hétérogénéités géométrique, mécanique, thermique et chimique qui se sont développées dans la terre au cours de 4,6 billions d'années de vie. Ni la tectonique des plaques, ni la métallogenèse classique, ne peuvent expliquer l'origine, l'évolution et les caractéristiques actuelles des gisements. L'auteur, en faisant appel à un nouveau concept dérivé du « modèle de terre tectonosphérique » et appelé la « tectonomagmatique des plaques », peut expliquer le mécanisme de la formation et la localisation des gisements actuels d'uranium. Le géologue en utilisant ce nouveau concept a ainsi à sa disposition un nouvel outil de travail pour la recherche de l'uranium.

Biblio. : nombr. réf.

IND. A 354

Fiche n. 65.016

S.H.U. BOWIE. Whither uranium. *Où va l'uranium.* — **Institution of Mining and Metallurgy**, 1976, août, p. B 163/B 169, 6 fig., 3 tabl.

Distribution de l'uranium dans l'espace et dans le temps. Les principales provinces uranifères aux USA, en Afrique du Sud et en Australie, répartition des gisements. Tableaux indiquant les réserves mondiales (pays communistes exclus), dont le prix de revient est inférieur à 15 \$ par livre de U_3O_8 et la production mondiale pays par pays. Au-delà de 1990, l'avenir dépend presque entièrement des gisements qui seront à découvrir; réserves supplémentaires à trouver de 1975 à 1980, de 1980 à 1985 et de 1985 à 1990 si l'on veut maintenir en permanence des réserves pour 10 ans. Cela est possible, mais seulement si des efforts, et c'est urgent, sont

faits dans les domaines de la géologie de l'uranium, de l'extraction et des procédés de traitement. Considérations sur les réacteurs nucléaires et les problèmes de sécurité, d'environnement et d'énergie.

celle du Viséen 1. Une phylogénie est proposée pour les conodontes guides du Tournaisien 3.

Biblio. : 39 réf.

Résumé de la Revue.

IND. A 39

Fiche n. 64.940

F.H. LANCASTER. Undersea mining. *Exploitation minière sous-marine*. — **Coal, Gold and Base Minerals**, 1976, juin, p. 29/35, 7 fig. et 1976, juillet, p. 73/83, 6 fig.

I. Définition du plateau et du talus continental ainsi que des plaines abyssales. Géologie et origine des gisements sous-marins dont les plus importants sont ceux de phosphorite, glauconite et nodules de manganèse. Teneurs et réserves de ces minerais. Les difficultés de la prospection sous-marine et les méthodes de prospection et d'échantillonnage.

II. Avantages et inconvénients de l'exploitation minière sous-marine. Facteurs tels que vagues, marées, corrosion, etc... influençant le choix de l'équipement et du système d'exploitation. Techniques de récupération des minerais : Clamshell dredging (drague à grands godets) où une série de godets en acier sont attachés à une chaîne sans fin. Système air-lift où une drague, attachée à l'extrémité d'un pipeline, ramasse les nodules et où un dispositif genre rateau crible les nodules des sédiments (essai réussi à une profondeur de 800 m sur le Blake Plateau - Californie). Light-media, système par pompage d'un produit à faible densité (kérosène ou autre liquide léger, petites sphères creuses en verre, en métal ou en plastique) dans le fond marin à travers une conduite, entraîne l'eau de mer et les minerais à former un mélange qui a une densité inférieure à l'eau de mer. Système mécanique « continuous line bucket » (C.L.B.), où des godets attachés tous les 25 à 50 m à un câble de polypropylène draguent les nodules. Le dispositif CLB a été essayé en eau profonde (4000 m) dans le Pacifique.

IND. A 6

Fiche n. 65.037

E. GROESSENS, R. CONIL et Coll. Problèmes relatifs à la limite du Tournaisien et du Viséen en Belgique. — **Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie**, 1973, Tome 82, fasc. 1, p. 17/50, 12 fig., 5 pl.

L'étude de plusieurs coupes situées au voisinage de la limite Tournaisien/Viséen permet de préciser l'extension des conodontes et des foraminifères. Un schéma provisoire est proposé pour ces formations dans la région dinantaise. La coupe de Landelies incomplète et en partie dolomitique ne permet pas de reconnaître actuellement la base du Tournaisien 3 et

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. B 31

Fiche n. 64.886

H. HERBECK. Les travaux du tunnel du Katschberg et du Tauern. — **Tunnels et Ouvrages Souterrains**, 1976, septembre-octobre, p. 208/217, 6 fig.

Avant les travaux de bétonnage, le contrôle du profil et le drainage doivent être exécutés. Examen de ces 2 travaux et leur importance pour la mise en place du béton projeté (voûte extérieure) et du béton coffré (voûte intérieure). Les exigences de qualité imposées dans le marché pour la géométrie et la technologie du béton étaient très strictes : temps de durcissement très courts, résistances élevées aux jeunes âges, résistance finale : 280 bars pour le béton projeté, résistance au gel, étanchéité du béton, résistance à la compression : 380 bars pour le béton coffré. Etude des différents composants du béton (ciment, granulats, adjuvant) pour la réalisation des mélanges répondant à ces spécifications et des contrôles de qualité du béton. Fabrication et mise en place du béton.

IND. B 33

Fiche n. 65.119

F.C. LINDE. Mit Schlagkopf-Vortriebsmaschinen nachgefahrene und mitgefahrene Abbaustrecken bei schlälender Gewinnung. *Voies de tailles creusées au brise-roche, en arrière ou avec la taille*. — **Glückauf**, 1976, 5 août, p. 864/867, 6 fig.

Etude du creusement des voies, soit en arrière de la taille, soit dans le même alignement que le front de taille, dans une veine située à 900/1000 m de profondeur et où les dépenses d'entretien seraient très élevées si la voie était creusée en avant de la taille. Utilisation d'un rabot-niche. Emploi d'un brise-roche qui élimine le minage aux abords de la taille. Exemples d'une voie creusée en arrière de la taille avec un Mini Ripper de la firme Rudolf Hausherr et d'une voie creusée avec la taille avec une machine Impact Ripper. Résultats d'exploitation.

IND. B 39

Fiche n. 65.095

G. WINDOLF. Sweden's underground millions. *Des cavernes de stockage de plus de 1 million de m³ de capacité en Suède*. — **Tunnels and Tunnelling**, 1976, septembre-octobre, p. 24/26, 6 fig.

Des cavernes pour le stockage souterrain, de capacité de plus de 1 million de m³, sont couramment construites en Suède. Evolution du stockage souterrain du pétrole. Au point de vue coût de construction et frais d'entretien, ce stockage dans des excavations souterraines est plus économique que celui réalisé en surface et, de plus, il présente moins de risque de sabotage en cas de conflit. Description du projet Loudden : construction de 2 cavernes reliées entre elles; le forage est réalisé par des perforatrices hydrauliques Atlas Copco COP 1038 HD, montées sur un châssis spécial Kockums KL 420. Deux hommes sont préposés à la conduite des perforatrices. L'emploi de l'hydraulique a augmenté la vitesse de forage de plus de 50 %, mais le principal avantage a été l'amélioration des conditions de travail.

IND. B 39

Fiche n. 65.096

S. JOHANSSON et R. LAHTINEN. Oil storage caverns in Finland. *Cavernes de stockage de pétrole en Finlande.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1976, septembre-octobre, p. 29/32, 5 fig.

Avantages du stockage souterrain au point de vue sécurité, environnement, prix de construction et entretien. Conditions nécessaires pour la construction de cavernes de stockage de pétrole : près de la surface, la nappe phréatique doit se trouver à une profondeur raisonnable, le pétrole à stocker doit être insoluble et plus léger que l'eau; une condition fondamentale : la pression des eaux souterraines en chaque point de la caverne doit être plus grande que la pression du pétrole stocké pour empêcher son infiltration dans les terrains encaissants. Recherches géologiques à exécuter. Planification du travail. Construction de la caverne. Schéma montrant les principales étapes dans un projet de stockage et diagramme des coûts relatifs de construction en fonction du volume de stockage; on remarque qu'il y a avantage à construire des cavernes de grande capacité de stockage.

Biblio. : 3 réf.

IND. B 40

Fiche n. 64.997

J. NEHRDICH. Le procédé d'exploitation : base des chantiers d'exploitation à haute performance. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p. 7/43, 28 fig.

Notion de « procédé d'exploitation ». Classification fondamentale des procédés d'exploitation par : front long, front court, piliers, chambres, blocs; contrôle du toit. Répartition de la production dans la Communauté Européenne en 1975. Evolution dans

l'exploitation et le découpage d'ensemble de la mine. Nécessité de transformer les procédés d'exploitation en passant à l'exploitation rabattante, en Z, pivotante, etc... Avantages de l'édification d'épis de remblais en bordure des voies. Amélioration du climat par remblayage complet, par modification du découpage (exploitation en U, Y, H, Z, W). Réduction du dégagement du grisou par captage en exploitation chassante et en taille rabattante par « Bleeder system » (évacuation de l'air riche en méthane dans la direction opposée à celle de l'exploitation). Particularités de l'industrie charbonnière française. Exploitation par front court. Nécessité de mettre au point des procédés rentables d'exploitation des dressants en RFA. Importance de la longueur de taille et du traçage des galeries pour les chantiers d'exploitation à haute performance. Perspectives.

IND. B 4112

Fiche n. 65.033

G.A. HETHERINGTON. In seam mining. *Exploitation en couche.* — **The Mining Engineer**, 1976, août-septembre, p. 691/698, 5 fig., 2 tabl.

La décision d'exploiter par tailles rabattantes des couches de 1 m à 1,25 m, au charbonnage d'Ashington dans le Northumberland, fut prise pour améliorer le plus rapidement possible la productivité afin d'éviter la fermeture de la mine. Les tailles rabattantes furent étudiées avec les objectifs suivants : a) réduire au minimum l'abattage et le transport des pierres des travaux préparatoires par le creusement des voies de taille dans la couche, ce qui fut réalisé avec une machine Dosco-in-seam Header; b) réduire au minimum les efforts physiques du personnel par élimination du bosseyement, de la construction d'épis de remblais, etc...; c) simplicité de conception pour ne pas avoir à recourir à des travailleurs hautement qualifiés. Description des systèmes de convoyeur, du soutènement, du transport du personnel, ... Comparaison des résultats entre les tailles chassantes et les tailles rabattantes.

IND. B 4112

Fiche n. 65.109

X. Ten feet tall at Daw Mill. *Exploitation d'une couche de 3,05 m à Daw Mill.* — **Mine and Quarry**, 1976, juillet, p. 17/23, 11 fig.

Exploitation d'une couche de 3,05 m d'ouverture, 2,29 m de longueur, à 570 m de profondeur, au charbonnage de Daw Mill et dont la production annuelle est de 605.000 t. Description de l'équipement de la taille : 1) 2 abatteuses-chargeuses Andersson Mavor à simple tambour et équipées de têtes extensibles FIDD, de châssis glissants pour l'élimination plus facile des niches, de disques à pics de 1,83 m >

0,61 m; les moteurs sont des 200 cv; halage sans chaîne des abatteuses au moyen du système Pitcraft Rackatrack; 2) convoyeur blindé à raclettes de 750 mm X 250 mm de la firme Trendomen Engineering, entraîné par 2 moteurs Dowty-Meco de 150 cv, un à chaque extrémité, vitesse du blindé 1,45 m/s; 3) soutènement par piles Dowty 170, à 4 étançons de 250 t et dont la hauteur varie de 2,23 à 3,20 m. Autres détails techniques sur le convoyeur répartiteur, le broyeur, la pompe d'alimentation du soutènement.

IND. B 4113

Fiche n. 64.999

P.J. GRIFFITHS et S.D. FENNELLY. Chantiers d'abattage à haute performance. Extrémités de taille. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976. Volume 1, p. 83/116, 9 fig., 6 tabl.

Etat actuel et avenir probable des longues tailles chassantes en Europe. Examen des caractéristiques des extrémités de taille de ces chantiers. Résumé des meilleures performances des tailles chassantes et rabattantes dans différentes ouvertures de couches, exprimées en mètre d'avancement de taille par poste. Orientations que ces performances laissent entrevoir. Situation actuelle aux extrémités de taille dans les 4 pays de la Communauté. Avenir des extrémités de taille dans les exploitations à haute performance. L'exploitation rabattante et les techniques de creusement des galeries en avant du front permettent d'assurer la progression de la taille qui sera requise dans un avenir prévisible.

IND. B 4113

Fiche n. 65.109

X. Outbye on 71s. *Les abords de la taille 71.* — **Mine and Quarry**, 1976, août, p. 17/29, 7 fig. 1 tabl.

Description des travaux et installations des extrémités de taille et des voies de la taille 71 du charbonnage de Daw Mill (Grande-Bretagne). Les niches ont été éliminées et les voies sont en ligne avec le front de taille. Le creusement est réalisé par des haveuses-chargeuses Dosco MK 2 A et le soutènement des voies par cintres (section 4,90 m X 3,70 m). Du convoyeur répartiteur les terres peuvent aller sur un mini convoyeur alimentant un système de remblayage à basse pression. Séquence des opérations du coupage de la voie principale. Schéma montrant le soutènement des voies et extrémités de taille au cours des différentes phases du traçage. Tableau donnant la répartition du personnel (81 au total) par poste. Quelques renseignements sur la ventilation et le télécontrôle de la teneur en CH₄ et CO.

IND. B 4113

Fiche n. 65.115

G. ALTHAUS. Die Bedeutung des technischen Fortschritts in der Strebrandtechnik. *L'importance des progrès techniques dans la technique des extrémités de taille.* — **Glückauf**, 1976, 5 août, p. 841/842.

Compte rendu d'une journée d'information qui s'est tenue à Bochum, le 1er avril 1976. Les différents sujets traités furent : le creusement des voies de taille suivant la ligne du front de taille ou en arrière de la taille, l'influence des pressions de terrains sur les sections des voies, la conduite des exploitations, le convoyeur à raclette à une seule chaîne et pouvant prendre, grâce à des rouleaux, des courbes de 90°.

IND. B 43

Fiche n. 65.076

J.C. IRVINE. Pillar recovery at the Pea Ridge Mine. *Récupération des piliers à la mine Pea Ridge.* — **Mining Engineering**, 1976, septembre, p. 35/39, 7 fig.

La mine de Pea Ridge (état du Missouri) exploite un gisement tabulaire de magnétite de 800 m de longueur, 180 m maximum d'épaisseur, de profondeur inconnue et dont la pente est de 80° environ; il est recouvert de 400 m de terrains sédimentaires. L'exploitation a démarré avec 5 étages distants de 46 m. L'exploitation est réalisée par une variante de la méthode chambres-magasins où les piliers de 18 à 24 m de largeur et de 79 m de longueur sont récupérés par la méthode sub-level stoping (sous-niveaux abattus). Description du forage, du tir simultané de plusieurs piliers, du choix de l'explosif et du chargement du minerai. Le taux de récupération est d'environ 75 %.

IND. B 511

Fiche n. 65.084

R.S. JONES. Dragline application in mountainous terrain at Fording Coal. *Emploi d'un dragline en terrain montagneux à Fording Coal.* — **The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin**, 1976, septembre, p. 127/135, 13 fig.

La mine à ciel ouvert de la Fording Coal Ltd, en Colombie Britannique, près de la frontière de l'Alberta, expédie annuellement 3 Mio. t de charbon à coke lavé au Japon. Le charbon est expédié par « Unit train » jusqu'au port de Vancouver (737 miles). La mine exploite, en terrain montagneux, un faisceau de 4 couches de charbon de 7,2 m, 8,70 m, 7,80 m, 7,80 m séparées par des épaisseurs de terrain de 84 m, 21 m et 40 m. L'exploitation des 3 couches inférieures se fait par dragline qui a une flèche de 91 m, un rayon de rotation de 84 m, un godet de 46 m³ environ de capacité et dont toutes les pièces sont fabriquées en acier et permettent de tra-

vailler jusque — 40° C. La couche supérieure est exploitée par pelle mécanique et camion. L'abattage des morts-terrains se fait par forage et minage. Nombreux schémas des opérations d'abattage. Annuellement, 57 Mio. t de terres sont abattues pour une production brute de 4,6 Mio. t de charbon (3 Mio. t nettes).

IND. B 511

Fiche n. 65.102

X. How Caterpillar beadless tires cut wheel loader operating costs. *Comment des pneus sans talon Caterpillar réduisent les frais opérationnels des chargeuses sur pneus.* — **World Mining**, 1976, septembre, p. 66/67, 2 fig.

Le pneu sans talon a 4 éléments de base qui sont remplaçables individuellement. Une jante spéciale en 2 pièces assemblées par boulons; sur cette jante vient se placer la carcasse, chambre à air torique et de section ovale, renforcée par un fil d'acier placé hélicoïdalement. Cette carcasse est entourée par la ceinture de montage sur laquelle viennent se fixer par boulonnage des sabots d'acier en fer U. La pression de gonflage, 7,7 à 8,4 kg/cm², maintient la ceinture de montage sur la carcasse. Ces pneus auraient une résistance plus élevée et une durée de vie supérieure (4.000 à 5.000 h) à celles des pneus traditionnels.

IND. B 54

Fiche n. 65.079

J. SOTORNIK. Abattages par chambres de sautage. — **Explosifs**, 1976, juin-septembre, p. 57/70, 13 fig., 1 tabl.

Avantages et inconvénients des abattages par chambres de sautage. Critères à respecter dans ce mode d'abattage. Les différents types d'abattage qui sont caractérisés par l'utilisation de plusieurs charges explosives (2 à 10) de plusieurs centaines ou milliers de kg. Calcul des charges. Les différents types de bourrage des galeries : abattis, sacs de sable ou tout-venant, sable soufflé, eau et éboulement artificiel. Limitation des ébranlements.

IND. B 9

Fiche n. 65.107

H. WOLF. Die marine Rohstoffgewinnung unter Einsatz der Bohr- und Sprengtechnik. *L'exploitation des matières premières sous-marines par forage et tir de mines.* — **Erzmetall**, 1976, septembre. Band 29. Heft 9, p. 426/430, 6 fig., 3 tabl.

Historique du forage et du tir sous-marins. Méthodes de forage sous-marin : appareillage, procédés, forage à tubage de sonde, procédé Odex, positionnement, technique du tir, chargement des trous de mines, cycle de forage et de chargement, contrôle des travaux, mesures de sécurité, explosifs utilisés.

Biblio. : 14 réf.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. C 2211

Fiche n. 65.09

R.L. BULLOCK. Survey of hydraulic drilling performance. *Revue des performances de la foration hydraulique.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1976, septembre-octobre, p. 38/45, 4 fig., 6 tabl.

Etude de la foration hydraulique et comparaison avec la foration pneumatique, d'après une enquête réalisée par l'auteur auprès des différents constructeurs (Atlas Copco, Ingersoll-Rand, Krupp, Le Roy Montabert et Secoma) et usagers. Avantages de la foration hydraulique par rapport à la foration pneumatique : vitesse de pénétration de 50 à 150% plus élevée, meilleur rendement mécanique et énergétique, moins de bruit et de brouillard, moins de fatigue pour le foreur, coût au pied foré plus faible, moins de frais d'accessoires, consommation plus faible, amélioration de la productivité des foreurs. Inconvénients de la foration hydraulique par rapport à la pneumatique : frais de premier établissement plus élevés, la chaleur dégagée par le bloc énergie peut être un problème dans certaines mines, le bloc énergie demande un espace plus grand, expérience limitée de certains constructeurs et usagers dans l'entretien des perforatrices à très grande vitesse. Tableau donnant les mines, les carrières et les tunnels employant la foration hydraulique en Amérique du Nord, en Afrique du Sud et en Europe, avec indications du matériel employé, du type de roche ou résistance... Tableau donnant les spécifications techniques des perforatrices hydrauliques.

Biblio. : 14 réf.

IND. C 242

Fiche n. 65.10

L. WESTERLUND et G. HEDBERG. How new blasting system achieves safety and economy in blasting. *Comment une nouvelle méthode de tir donne le meilleur résultat au point de vue sécurité et coût de la minage.* — **World Mining**, 1976, septembre, p. 54/58, 5 fig., 1 tabl.

Description d'un système de tir applicable à tous les types de détonateurs électriques et utilisé dans la mine Boliden en Suède depuis 1,5 an, il élimine pratiquement tous les ratés. Une unité de commande de tir, indépendante de l'exploseur, envoie par le réseau de télécommunication un premier signal commandant la mise en charge de l'exploseur (durée 1 min). Un second signal est alors envoyé dans le circuit du tir pour tester les connexions, compter le nombre de détonateurs et totaliser la résistance du circuit. Ce signal a pour but de vérifier s'il n'y a pas de défaut dans le circuit et s'il y a assez d'énergie pour faire passer la mise à feu de sécurité. En cas de défaut, ou lorsqu'

a trop de détonateurs connectés, une lampe s'allume au tableau de commande indiquant que la mise à feu n'a pas été faite; dans le cas contraire, une autre lampe s'allume montrant que le tir a été fait. L'unité de commande peut actionner en même temps jusqu'à 10 explodeurs. Les avantages économiques sont : réduction très importante des ratés (0,5 % contre 10 à 15 %), meilleure fragmentation, réduction de la consommation d'explosifs et des frais d'entretien des câbles de minage.

IND. C 245 Fiche n. 65.098

C. ASHLEY et D.B. PARKES. Blasting in urban areas. *Le minage en régions urbaines. — Tunnels and Tunnelling*, 1976, septembre-octobre, p. 60/67, 11 fig., 2 tabl.

Examen des effets du minage, dans les travaux souterrains creusés à faible profondeur, sur les bâtiments de surface. Les effets lors du tir des mines du front des chantiers se transmettent à la surface, soit par l'air, soit par les terrains et ce sont uniquement les vibrations qui peuvent être une source de dommages. Tableau donnant la nature des plaintes les plus courantes avec les dégâts aux bâtiments, en fonction de la direction des vibrations. Diagrammes indiquant les possibilités de dégâts aux constructions, la tolérance de l'ouïe aux vibrations verticales d'après Reicher-Meister et comparaison avec les valeurs de Dickmann pour ces mêmes vibrations, ainsi que pour les vibrations horizontales. Tableau et diagramme résumant les valeurs limites pour différents types de construction : hôpital, résidentielle... Description de la théorie de propagation des ondes d'après Roberts et influence du type de terrain. Recommandations concernant le plan de tir. Importance des relations publiques. Coût des réparations des dommages par m de tunnel creusé : 2,5 à 5 £ avec des vitesses de pointe de particules de 15 à 25 mm/s.

Biblio. : 20 réf.

IND. C 4231 fiche n. 64.998

K. BASSIER. Machines d'abattage et convoyeurs de taille. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p. 5/82, 11 fig.

L'abattage mécanisé, sauf quelques procédés spéciaux pour dressants, se limite au havage et au rabotage. **Le havage** : Haveuse à tambour fixe, à tambour rotatif, à tambour unique, à double tambour. Critères d'utilisation et amélioration des performances par augmentation de la puissance installée et réduction de la consommation spécifique d'énergie. Travail

de chargement et lutte contre les poussières. Domaines à traiter dans l'avenir. **Le rabotage** : Problèmes au point de vue recherche d'une production élevée par chantier : réglage en hauteur, maintien de la taille en alignement, équipement en couteaux, chaînes et têtes motrices de rabot, ancrage, taux d'utilisation, problème du réglage en hauteur du rabot, régulation de la poussée. Critères du choix entre havage et rabotage. **Convoyeurs** : 3 types de convoyeurs de taille : à double, simple et triple chaîne. Capacité du convoyeur et production par chantier. Têtes motrices, bacs et accessoires. Types de déversement. Gisement penté : abattage du charbon par bélier, par havage, hydromécanique. Intégration des moyens d'exploitation en taille.

Biblio. : 20 réf.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS — SOUTÈNEMENT

IND. D 231 Fiche n. 65.061

H.D. AMBROCK. Überwachungs- und Entspannungsmassnahmen beim Auffahren von Flözstrecken. *Mesures de contrôle et de détente lors du creusement de voies au charbon.* — **Glückauf**, 1976, 15 juillet, p. 807/809, 5 fig.

Présentation de schémas de foration de test — nombre de forage, longueur des mines — en vue de détendre les terrains pour éviter les coups de charge. Procédés pour détendre les terrains. Conclusions.

IND. D. 47 Fiche n. 65.000

U. GROTOWSKY. Maîtrise du soutènement et du toit dans les veines en plateaux de moins de 3 m de puissance. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p. 119/154, 28 fig., 4 tabl.

En 1975, 82 % de la production de la Communauté provenaient des tailles à soutènement marchant, ce qui a permis d'augmenter notablement la production journalière par chantier. Le contrôle du toit ne constitue plus, dans la majorité des tailles, le plus grand goulot d'étranglement. Avec des soutènements boucliers, on peut obtenir des rendements au soutènement satisfaisants, même si plus de la moitié de la surface du toit est éboulée. Dans les cas très difficiles, le soutènement « pile bouclier » s'est très bien comporté récemment. Les chutes de toit augmentent avec la pression des terrains. Des couches de toit solides peuvent s'affaisser sous forme de décrochements assez grands, même si la pression de terrain est faible, suite à une exploitation supérieure antérieure. Pour éviter le délavage d'un toit

particulièrement fragile ou l'affaissement d'un toit résistant, des portances minimales du soutènement sont nécessaires. Rapport sur des mesures faites en France et en RFA. Une augmentation du rendement est possible si la surface d'éboulement est inférieure à 10 % de la surface du toit. Il faut pour cela réduire la distance entre l'extrémité des chapeaux et le front de taille. La diminution des chutes de toit réduit également la production des poussières. Conclusions et vues sur l'avenir.

IND. D 47

Fiche n. 65.001

R. ADAM et J.F. RAFFOUX. Soutènement et contrôle du toit dans les veines épaisses ou pentées. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976, Vol. 1, p. 155/178, 22 fig.

Les limites des possibilités de taille classique à soutènement marchant semblent être actuellement, en ce qui concerne l'ouverture, 4,5 m à pendage très faible et 2 m à pendage de 60°. Soutènement et contrôle du toit dans les méthodes d'exploitations particulières des semi-dressants, dressants et veines épaisses : tailles montantes mécanisées remblayées hydrauliquement dans les pendages de 40° à 60° — tranches montantes remblayées hydrauliquement et mécanisées dans des pendages supérieurs à 60° — tailles par tranches descendantes ou soutirées dans des couches très puissantes (plus de 5 m). Le contrôle du toit et du front suppose, dans ces gisements, une planification des travaux pour éviter des interactions entre tailles de veines voisines et un choix bien approprié du soutènement. Consolidation des terrains par injection pour le renforcement local de points difficiles.

IND. D 66

Fiche n. 65.060

R. CROSSMANN. Isoschaumverzug im Flözstreckenvortrieb. *Garnissage à l'isomousse dans les tranchées.* — **Glückauf**, 1976, 15 juillet, p. 803/807, 5 fig., 3 tabl.

Dans certaines conditions d'exploitation, le garnissage à l'isomousse constitue une opération facile à insérer dans le cycle de travail. Le matériel nécessaire est quasi exempt d'entretien et l'installation est simple. Le garnissage à l'isomousse a atteint le stade opérationnel à la mine Hansa dans une voie creusée à la vitesse de 5 à 7 m/jour et en avance sur la taille de 80 à 100 m. Diminution de la consommation de bois et amélioration de la sécurité.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. E 0

Fiche n. 65.001

L. HARRIS. Techniques de transport et d'approvisionnement en voies de chantiers. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journées d'information C.C.E. Luxembourg 1976, Vol. 1, p. 215/265, 6 fig., 13 tabl.

Importance des engins de transport bien conçus et contrôlés pour le déblocage du charbon, le déplacement du personnel et le transport de matériel. Evolution des exigences en matière de transport et de disponibilités en systèmes, au cours des 25 dernières années, et comment on est arrivé progressivement à bout des limitations pour atteindre les niveaux de service requis par les nouvelles techniques d'abattage du charbon. Problèmes qui affectent particulièrement les engins de transport en voies de chantiers et discussion des solutions possibles. Revue des systèmes de transport utilisés actuellement dans l'industrie charbonnière de la Communauté, tendances en matière de conception des tout derniers systèmes et développements possibles dans l'avenir.

IND. E 26

Fiche n. 65.001

F.S. D'AVELLO. Practical use of foam in tire. *Emploi pratique de mousse dans les pneus.* — **Mining Congress Journal**, 1976, juillet, p. 35/37, 47, 4 fig.

Mise au point, par la firme Goodyear Tire and Rubber, d'un pneu rempli de caoutchouc-mousse pour véhicules à moteurs dans les exploitations minières; ce pneu est beaucoup plus résistant qu'un pneu ordinaire. Même si la carcasse est abîmée, il continue à être opérationnel. Ce pneu résiste beaucoup mieux car il est gonflé avec du caoutchouc-mousse composé de millions de cellules renfermant un gaz. La pression d'injection de mousse est équivalente à celle de l'air comprimé qui serait nécessaire. Ces pneus ne conviennent ni pour les autocars ni pour les véhicules à vitesse élevée. La mousse augmente le poids par conséquent la résistance au roulement d'environ 10 %. Prix d'achat plus élevé. Prix de revient et économie d'entretien.

IND. E 412

Fiche n. 64.4

T. WATSON. Sweden revisited. *Une nouvelle visite en Suède (mine de Kiruna).* — **Colliery Guardian**, 1976, septembre, p. 481/486, 5 fig.

Description des installations d'extraction qui sont regroupées dans un bâtiment central. 1) Un puits de service, équipé d'une machine d'extraction multi-

, avec un skip de 8,5 t de charge utile pour les
 les et le personnel (80 personnes); 2) 2 puits avec
 machines d'extraction multicâbles, à 2 comparti-
 ments à double skip de 25 t de charge utile; 3) 8
 puits, machines multicâbles, chacun avec un seul
 skip de 40 t de charge utile; le chargement et le
 déchargement sont complètement automatisés et
 toutes les opérations sont contrôlées par ordinateur
 sous la surveillance d'un seul homme. Caractéristi-
 ques techniques des machines d'extraction. Les
 tambours des machines d'extraction, les
 dispositifs de freinage et leurs commandes. Condi-
 tions de travail, personnel occupé, mesures de sécu-
 rité, médecine du travail, relations de travail, salaires
 et appointements.

D. E 415

Fiche n. 65.110

Barclay's quick acting winding engine brake. *Frein
 à action rapide pour machine d'extraction* —
Miner's Guardian, 1976, octobre, p. 499/500, 6

Description du frein à action rapide pour machines
 d'extraction construit par la firme Andrew Barclay
 (Grande-Bretagne). Les montants de frein sont
 actionnés par un ou deux blocs de commande
 (selon le type de frein), fixés sur un des montants et
 reliés à l'autre par une seule tringle; ces blocs de
 commande sont alimentés en air ou en vapeur basse
 pression. Suite à l'accident de Markham, la nouvelle
 réglementation ne permet plus la commande du frein
 par un seul composant comme la tringle unique;
 celle-ci a été remplacée par une double tringle ac-
 tionnée par un bloc de commande à 2 pistons et fixée
 de façon à éviter un défaut d'alignement. Chaque
 tringle est capable de supporter seule la charge né-
 cessaire de freinage. Schémas montrant le fonction-
 nement du frein.

D. E 54

Fiche n. 65.004

AURIOL. Organisation, télévigile, traitement des
 informations. — **Chantiers d'abattage à haute
 performance dans les charbonnages**. Journées
 d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p.
 317/318, 20 fig., 19 tabl.

Examen de 3 aspects de l'organisation des tailles à
 haute performance et pour chacun d'eux état des
 techniques de pointe les plus nouvelles. *Phase pré-
 opératoire*: Choix pour le découpage du gisement,
 pour le déblocage, pour le projet d'exploitation et
 pour les prévisions de marche des tailles. Ceux-ci se
 font à partir des données de gisement, de personnel
 et de matériel et sont facilités par les techniques de

planification et de simulation sur ordinateur. *Phase
 exploitation*: Elle est caractérisée par le contrôle de la
 marche des chantiers par télévigile et le traitement
 des informations pour redresser les déviations.
 Description des télévigiles, informations sur leur uti-
 lisation et sur les différents modes de traitement des
 données. Exemples de télévigiles parmi les plus évo-
 lués dans l'ensemble des charbonnages de la Com-
 munauté. *Phase étude après exploitation*: Ces étu-
 des, généralement à l'aide d'un ordinateur, ont des
 objectifs variés: bilan d'exploitation d'une taille ou
 d'un ensemble de tailles avec même méthode, in-
 formation pour l'entretien et la gestion des matériels.
 Biblio.: 19 réf.

F. AERAGE — ECLAIRAGE HYGIENE DU FOND

IND. F 134

Fiche n. 65.007

R.C. MILES. Design of water-powered Venturi air
 pumps for coal mines. *Conception de pompes à air
 Venturi, marchant à l'eau, pour les mines de charbon*.
 — **Mining Congress Journal**, 1976, juillet, p.
 22/26, 7 fig.

Etude d'une pompe à air Venturi, marchant avec de
 l'eau sous pression, originellement prévue pour la
 dilution du méthane dans les endroits peu aérés.
 Description de la pompe et de son fonctionnement,
 schéma. Etude des principaux paramètres permettant
 d'optimiser l'efficacité de la pompe: conception du
 pulvérisateur d'eau, emplacement du pulvérisateur
 dans le Venturi, angle du Venturi, pression d'eau et
 section d'entrée d'air. L'utilisation des Venturi pour la
 suppression des poussières donne d'excellents résul-
 tats grâce à l'atomisation de l'eau projetée.

IND. F 24

Fiche n. 65.005

G. DEGUELDRE et J. BOXHO. Conditions de tra-
 vail dans les chantiers d'abattage à haute
 performance. — **Chantiers d'abattage à haute
 performance dans les charbonnages**. Journées
 d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p.
 319/399, 41 fig.

Réduction de la teneur en grisou par captage sur
 sondages en toit et en mur qui peut drainer 50 % du
 dégagement total de grisou. Implantation des sonda-
 ges pour les tailles chassantes et rabattantes. Outil-
 lage utilisé. Paramètres pour améliorer le captage:
 diamètre sondage et tubage, dépression appliquée,
 longueur du tubage, etc... Sondages à partir de la
 surface, captage sur galeries, sur chambres, en voie
 ou dans l'arrière-taille. Essais de pré-dégazage dans

les couches avant exploitation. Problèmes posés par le grisou. Sources de poussières en tailles, revue des techniques de prévention et travaux à poursuivre. Meilleure tenue à jour des réseaux d'aérage grâce à l'ordinateur. Sources d'échauffement de l'air. Moyens pour retarder la climatisation et pour réfrigérer. Etudes ergonomiques sur les travaux en taille. Etude sur les bruits. Causes principales des accidents en taille et influence favorable du soutènement marchant. Quelques renseignements sur les arrêts-barrages déclenchés.

Biblio. : 18 réf.

H. ENERGIE

IND. H 533

Fiche n. 65.002

D. HARTLEY. Télécommande et automatisation dans les chantiers d'abattage à haute performance. — **Chantiers d'abattage à haute performance dans les charbonnages.** Journée d'information C.C.E. Luxembourg 1976, vol. 1, p. 179/212, 7 fig., 2 tabl.

Le rôle principal de la télécommande et de l'automatisation dans les chantiers d'abattage à haute performance est de permettre à l'engin d'abattage de travailler durant une longue période à un niveau de production qui sature le système de déblocage du charbon. Etant donné la complexité des opérations en taille et leurs interactions mutuelles, l'automatisation complète n'est pas envisageable dans un délai prévisible. Cependant, plusieurs opérations où l'homme joue un rôle-clé peuvent être automatisées et une compréhension complète du processus d'abattage améliorera les durées des opérations et la fiabilité de l'ensemble du système. Nécessité de former le personnel d'utilisation et les techniciens d'entretien ainsi que d'une collaboration entre hommes de sciences et ingénieurs.

Biblio. : 14 réf.

IND. H 533

Fiche n. 65.145

F.G. MILLER et E.B. WILSON. Bethlehem Steel's coal mining research program. *Programme de recherche charbonnière de la Bethlehem Steel.* — **Mining Engineering**, 1976, octobre, p. 40/43, 3 fig.

Recherches entreprises par la Bethlehem Steel Corporation pour augmenter la productivité de ses mines de charbon souterraines. Recherches spécifiques dans la télécommande du mineur continu considéré comme le composant clef d'un ensemble combinant le mineur, le convoyeur-boulonneur et le

transport du charbon. Un critère important de la télécommande est que le système choisi soit adaptable à n'importe quelle machine minière. Mise au point d'un convoyeur-boulonneur qui évacue le charbon venant du mineur continu vers l'engin de transport choisi. Développement de la télécommande et essais réalisés sur un mineur Lee Norse Model 37 X avec un système de télécommande de la firme Moog Inc. of East Aurora. Télécommande d'un convoyeur-boulonneur qui suit le mineur continu ce qui a permis d'augmenter la production de 9 à 16 %; l'objectif était une augmentation de 25 %.

P. MAIN-D'ŒUVRE — SANTE — SECURITE — QUESTIONS SOCIALES

IND. P. 22

Fiche n. 65.011

P.H. COWDERY. The use of multiple regression analysis in estimating turnover and training costs at Beaverlodge. *L'emploi de l'analyse à régression multiple pour l'estimation du coût de la rotation et de la formation du personnel à Beaverlodge.* — **The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin**, 1976, juillet, p. 43/48, 2 fig., 6 tabl.

La technique de simple régression linéaire, avec une seule variable indépendante, fut développée en 1972 pour déterminer le prix de revient des opérations minières à Beaverlodge. Cette méthode convenait bien pour une planification à long terme, mais elle fut trouvée moins satisfaisante pour une prévision à court terme. Un modèle plus détaillé, utilisant les techniques de régressions linéaires multiples, fut mis au point et l'article étudie l'application de cette technique pour estimer les coûts dus à la rotation et à la formation du personnel. Deux conclusions en furent tirées : 1) il est difficile d'estimer le coût dû à la rotation; 2) le coût moyen du renouvellement du personnel s'élève à 1000 \$ par homme.

Biblio. : 6 réf.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. Q 1101

Fiche n. 65.010

D.W. HUNTER. Trends in coal mining systems - Conventional, continuous, longwall and shortwall. *Tendances dans les méthodes d'exploitation du charbon. Les méthodes conventionnelles, continues par longues et courtes tailles.* — **Mining Congress Journal**, 1976, juillet, p. 56/60, 7 fig.

Evolution de la production charbonnière aux USA depuis 1900 et pourcentage venant des mines souterraines; celui-ci n'a fait que diminuer : 100 % en 1900, 46 % en 1975. En 1975, la production totale

LEGEN
DES

La légend
Belgiqu
Butes-Faç
ûri de pe
n 1808 :
pparaît c
Schém
suit :

N'exi
bant : s

Cor
du Br
moin
Stav
form

Re

di
N
t
s

du charbon s'est élevée à 646 mio. t et on estime qu'en 1985 elle approchera 1,2 milliard de t dont 70 % proviendront de mines n'existant pas aujourd'hui. L'exploitation conventionnelle continuera à diminuer et les exploitations par longues et courtes tailles se développeront. Il y aura d'autres méthodes telles que : la combustion in situ et l'abattage hydraulique, mais celles-ci auront peu d'impact sur la productivité. Le mineur continu jouera toujours un rôle important, particulièrement ceux à tête étroite. Le déblocage continu apportera une contribution importante à l'augmentation de la production, de même que les camions-navettes de faible hauteur. La tendance la plus importante sera l'utilisation du soutènement bouclier qui permettra l'exploitation, par longues tailles, de couches de grande ouverture.

IND. Q 1103

Fiche n. 65.032

T.I. KING. The quest for greater productivity. *La recherche pour une plus grande productivité.* — **The Mining Engineer**, 1976, août-septembre, p. 683/690, 7 fig., 2 tabl.

La prospérité de l'industrie charbonnière britannique, dans les dernières années, est due principalement à l'augmentation du prix du pétrole brut et le prix futur de cette énergie pourrait être un facteur déterminant pour le taux d'investissement dans l'industrie charbonnière. Revue des événements passés : tendances de la production, main-d'œuvre et nombre de mines, productivité, investissements, grève, mécanisation des tailles et soutènement marchant, jours de congés et leur influence sur la productivité. Les 5 principaux facteurs influençant la productivité sont : conception, investissements, conditions géologiques, relations humaines et gestion.

IND. Q 124

Fiche n. 64.988

J. DEFRAIGNE et J.P. MARTINY. Possibilité d'approvisionnement de la Belgique en gaz naturel iranien : « Pars LNG Project ». — **Revue Générale du Gaz**, 1976, juillet-août, p. 128/140, 3 tabl., 11 fig.

Description de la première chaîne d'exploitation (2 chaînes sont envisagées) du projet d'approvisionnement de la Belgique et des Etats-Unis en gaz naturel provenant du gisement iranien « Pars Gas Structure » situé dans le Golfe Persique et dont la capacité potentielle considérée est de fournir 80×10^6 Nm³/jour. Production et liquéfaction du gaz naturel en Iran. Transport du G.N.L. par méthaniers empruntant le Canal de Suez. Livraison du G.N.L. aux terminaux de la Mer du Nord et de la côte est des Etats-Unis. Nombreux renseignements sur les diffé-

rentes opérations de production et de transport du gaz naturel jusqu'au rivage, sur les installations de liquéfaction, sur les méthaniers, sur la construction d'une ville pour le personnel, etc... L'étude et la réalisation complète prendront 7 ans et nécessiteront un investissement de l'ordre de 480 milliards de FB (valeurs 4e trimestre 1975).

IND. Q 134

Fiche n. 64.991

X. Canadian underground methods. *Méthodes d'exploitations souterraines au Canada.* — **World Mining**, 1976, juillet, p. 55/57, 1 fig., 4 tabl.

Le Canada, au point de vue minier (combustibles fossiles exclus), occupe la 3e position derrière les Etats-Unis et l'URSS. Plusieurs tableaux indiquent la répartition de la production minière entre les mines souterraines et les mines à ciel ouvert, la répartition de la production souterraine suivant les méthodes d'exploitation (chambres et piliers, exploitations par gradins remblayés, etc...), le prix de revient moyen d'une tonne extraite suivant les méthodes d'exploitation, la répartition du nombre des mines suivant la profondeur d'extraction. Méthodes d'exploitation utilisées suivant la profondeur. Renseignements sur les méthodes chambres et piliers pour les gisements en plateaux et sur les méthodes d'exploitation des dressants.

IND. Q 134

Fiche n. 65.112

N.W. BLISS. Non bauxite sources of alumina : a survey of Canadian potential. *Sources d'alumine autres que la bauxite : une revue du potentiel canadien.* — **CIM Bulletin**, 1976, octobre, p. 75/85, 9 tabl.

Le Canada ne disposant pas de gisements de bauxite et suite à l'augmentation croissante du prix de ce produit, il est nécessaire pour ce pays de rechercher d'autres matières premières pour sa production d'alumine. Revue des divers procédés proposés pour l'extraction d'alumine à partir de matières premières autres que la bauxite et indication de la teneur minimum en Al₂O₃ pour que le procédé soit applicable. Revue des diverses roches et produits pouvant donner de l'alumine : roches ignées (anorthosite, nepheline, syénite, phonolite), roches sédimentaires (argiles, schistes), roches métamorphiques, schistes de lavoir, cendres volantes, etc... contenant de l'Al₂O₃. Revue du potentiel de ces roches et produits pour le Canada. Actuellement par le procédé d'extraction de l'aluminium à l'acide (minimum de 20 % d'Al₂O₃ dans la roche), les seules sources potentielles sont les argiles dans le Sas-

katchewan et les schistes du lavage du charbon en Alberta et en Colombie Britannique. Le Canada possède d'abondantes ressources en anorthosite (dont on pourrait extraire l' Al_2O_3), mais malheureusement aucun procédé commercial n'existe et de plus

beaucoup de ces roches contiennent moins de 28 % Al_2O_3 qui est la teneur minimum pour les essais réalisés à ce jour. Concernant les cendres volantes, la teneur en Al_2O_3 est trop faible.

Biblio. : 55 réf.

LEGENDE
DES

la légende
Belgique
Hautes-Fagnes
Cône de pa
en 1808 e
apparaît d
Schéma
suit :

N'existe
pas ; s

Com
du Br
moins
Stavelot
forme

Re

de
M
b
s
i

Communiqués

Fourth International Conference on Asbestos — organisée par « Istituto di Arte Mineraria Politecnico di Torino » et « Associazione Mineraria Subalpina » - Turin, septembre 1979.

Comme suite aux excellents résultats des Conférences précédentes sur l'Asbeste tenues à Oxford en 1967, Louvain en 1971 et Montréal en 1975, il a été proposé d'organiser la Quatrième Conférence Internationale sur les développements et les perspectives de l'Asbeste, aux points de vue scientifique, technique et économique.

Au cours de la Conférence précédente qui a eu lieu à Montréal, plusieurs membres du Comité organisateur ont exprimé le souhait de tenir la conférence suivante en Europe continentale, et ont proposé la ville de Turin qui paraît l'endroit idéal pour ce faire, vu la proximité d'une importante mine d'asbeste et les grands intérêts que l'Italie du Nord possède dans cette industrie.

La Quatrième Conférence Internationale sur l'Asbeste aura donc lieu à Turin, en septembre 1979.

Les séances techniques couvriront tous les problèmes de l'industrie de l'asbeste (géologiques, géochimiques, technologiques, etc.).

Sous les auspices du « Politecnico di Torino », la Conférence sera patronnée par l'Institut Minier de cette Ecole Polytechnique et l'« Associazione Mineraria Subalpina », en collaboration avec l'« Unione Industriale » de la Province de Turin, l'Exposition Technique Internationale de Turin, ainsi qu'avec les firmes italiennes les plus importantes de production et d'utilisation de l'asbeste.

La Conférence aura lieu en même temps que l'Exposition Technique Internationale ; il s'agit de la Foire traditionnelle bien connue, qui est organisée chaque année à Turin et que les participants auront ainsi l'occasion de visiter.

Les langues officielles seront l'anglais, le français et l'italien. La traduction simultanée sera assurée dans les langues officielles et, si nécessaire, un interprète sera disponible pour l'allemand, le russe et l'espagnol.

Les personnes qui voudraient prendre part à cette Conférence ou obtenir les communications qui y seront présentées, sont priées de s'adresser à :

Vanni Badino, Istituto di Arte Mineraria Politecnico, C.so Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino (Italie).

Journées Internationales d'Etude sur « Le chauffage solaire dans l'habitat », organisées par l'A.I.M. à Liège en septembre 1977

L'Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore (A.I.M.) organise, à Liège, du 12 au 14 septembre 1977, des Journées Internationales d'Etude sur le thème : *Le chauffage solaire dans l'habitat*.

Les séances de travail aborderont les thèmes suivants :

- a) Utilisation des données météorologiques :
 - charge climatique et apports énergétiques
 - année de référence.
- b) Analyse des systèmes solaires :
 - simulation, optimalisation et dimensionnement.
- c) Analyse critique des performances expérimentales d'installations solaires :
 - eau sanitaire, chauffage des locaux, piscines, etc.
- d) Dimensionnement et performances des dispositifs d'accumulation (court et long terme).
- e) Intégration du chauffage d'appoint au système solaire, notamment le chauffage électrique — Aspects techniques et économiques.
- f) Conception architecturale de l'habitation avec chauffage solaire :
 - physique du bâtiment et architecture.

Les rapports présentés à ces Journées seront envoyés aux participants avant celles-ci ; les discussions de séances feront l'objet d'une publication postérieure.

Les langues officielles des Journées sont le français, l'anglais et l'allemand ; la traduction simultanée vers ces trois langues sera assurée.

Pour tous renseignements complémentaires, veuillez vous adresser au Secrétariat de l'A.I.M., rue Saint-Gilles, 31, B-4000 Liège (Belgique) - tél. (041) 32 29 46.