

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES
INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

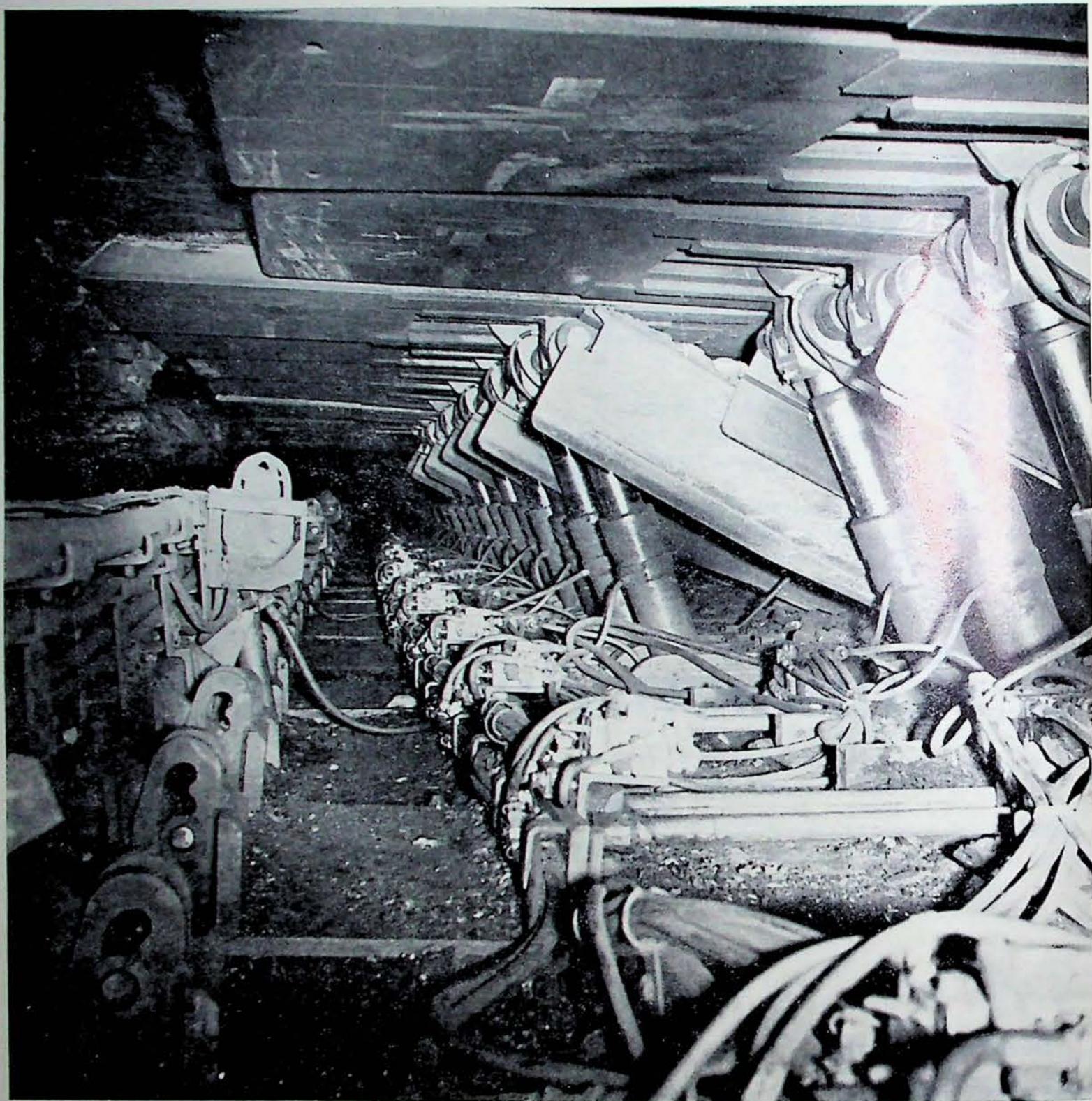
4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Institut National des Industries Extractives : Rapport 1977 - Apport des Techniques récentes en Palynologie, Liège, septembre 1977 : Exposés par MM. J.H. GERMERAAD, R. GROS, M. HIDEUX, Y. REYRE, S. HUL THOL. — INIEX : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

MARS 1978

Mensuel — N° 3 — Maandelijks

MAART 1978



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

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

n° 3 — mars 1978

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

nr. 3 — maart 1978

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL
DES INDUSTRIES EXTRACTIVES**

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

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT
VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN**

Sommaire - Inhoud

Institut National des Industries Extractives : Rapport 1977*	253
APPORT DES TECHNIQUES RECENTES EN PALYNOLOGIE	
Liège, 19-23 septembre 1977	
H. GERMERAAD, F.E. van der HORST : Aspects of storage and retrieval of palynological species descriptions	341
R. GROS : Méthodes informatiques appliquées à l'an	351
M. HIDEUX, Y. REYRE : Informatique et palynologie : Une revue bibliographique ordonnée par matières	359
S. HUL THOL : Méthodes numériques de la taxonomie appliquées à la palynologie du genre Pterolobium	365
—————	
L'Agence Internationale de l'Energie (IEA) Het Internationaal Energie-Agentschap (IEA)	373
INIEX : Revue de la littérature technique	383
Bibliographie	395

* Gezien de lengte van het verslag zal de Nederlandse tekst verschijnen in het april-nummer.

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

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

Dépôt légal : D/1978/0168

Wettelijk Depot : D/1978/0168

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
SAHUT-CONREUR & C^{IE}

B. P. N° 27 - 59590 RAISMES
TÉL. 46.90.44 + - TÉLEX CONREUR-RAISMES 11847 F

Installations complètes

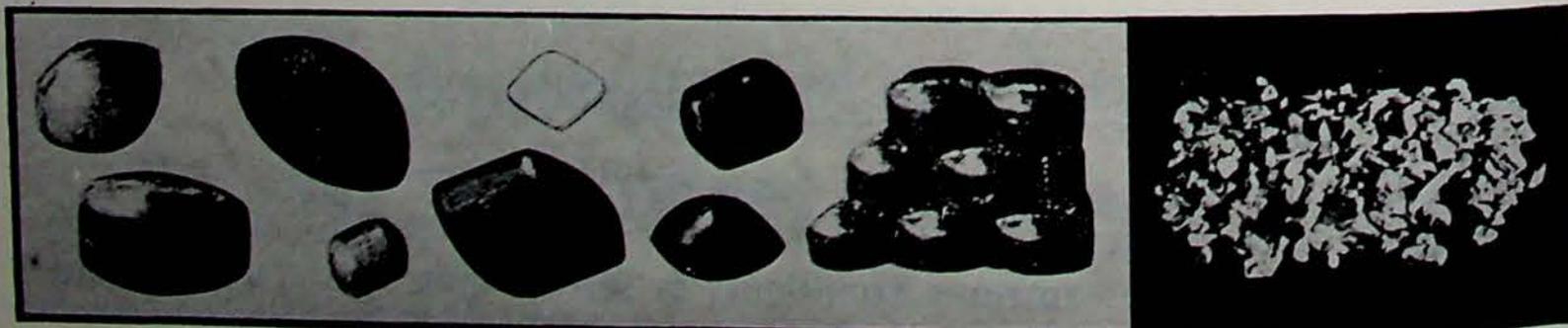
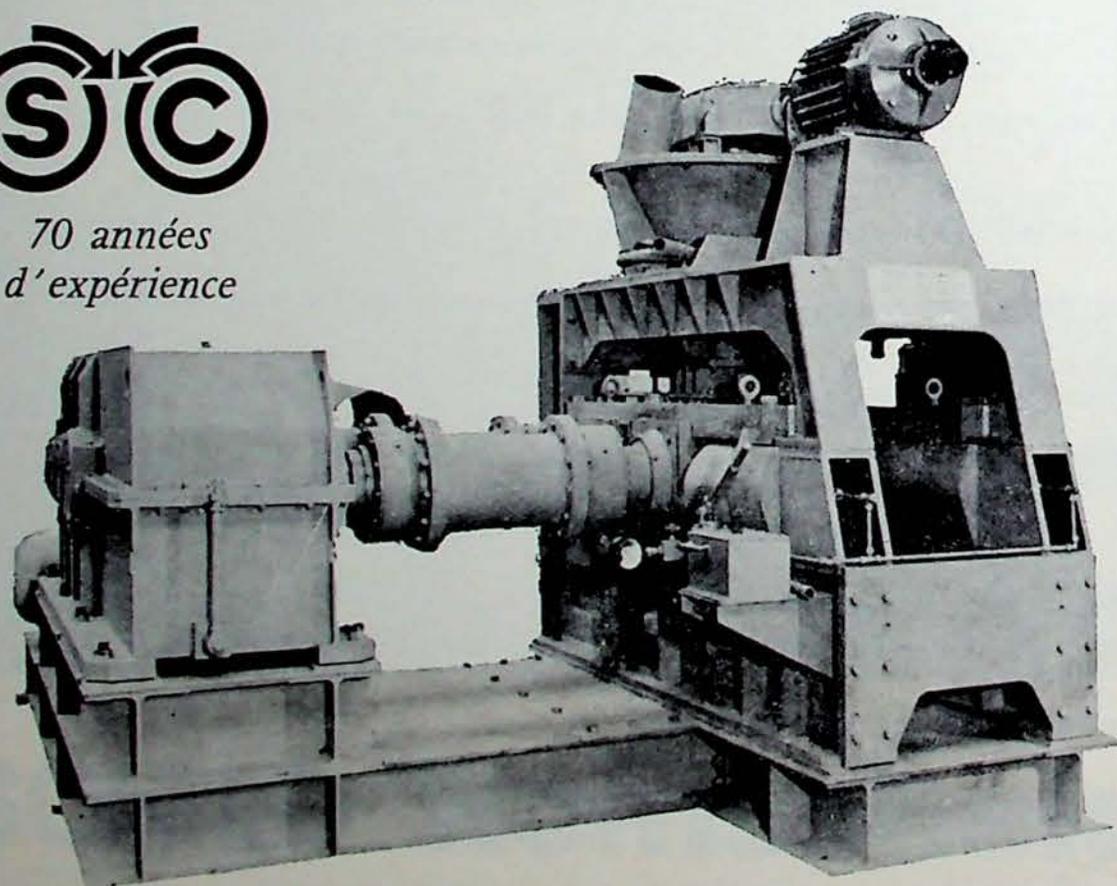
- Usines d'**AGGLOMÉRATION**
- Usines de **COMPACTAGE**
- Usines de **GRANULATION**

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

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION
au 31 décembre 1977

Institut National des Industries Extractives

Rapport 1977

Direction Générale : P. LEDENT
Adjoint à la Direction Générale : P. STASSEN

A. DIVISION DE LIEGE

Département Mines et Carrières : R. LIEGEOIS
Section Propagation des Ondes Electromagnétiques : R. LIEGEOIS
Section Galeries et Puits : H. van DUYSE
Département Laboratoires et Pollution : R. NOEL
Section Polymères : J. BRICTEUX
Département Station d'Essais : M. MARCOURT

B. DIVISION DE PATURAGES

Directeur de la Division : J. BRACKE
Section Sécurité : J. BRACKE
Section Salubrité et Pollution : G. NENQUIN

Siège social :

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

Division de Pâturages :

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

Responsable des Publications : Mme B. GOFFART

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

au 31 décembre 1977

PRESIDENT :

M. J. MEDAETS, Directeur Général des Mines, à Bruxelles

VICE-PRESIDENTS :

- MM. L. LYCOPS, Directeur Général de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, à Houthalen
R. PAUJOT, Directeur Général de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs
d'Industrie de Belgique, à Bruxelles

SECRETAIRE :

M. H. GREGOIRE, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles

MEMBRES :

- MM. M. ALEXIS, Administrateur-Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à
Monceau-sur-Sambre
J. BAEYENS, Secrétaire Provincial de la Centrale Régionale des Mineurs du Limbourg F.G.T.B., à Hasselt
L. CHARLIER, Secrétaire Régional de la Centrale Syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique, à
Liège
F. DECKERS, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt
O. de CROMBRUGGHE, Professeur à la « Katholieke Universiteit van Leuven », à Louvain
E. DE RYCK, Chef de Cabinet du Ministre de la Santé Publique et de l'Environnement, à Bruxelles
P. EVRARD, Professeur à l'Université de Liège, à Liège
M. FORET, Docteur en Droit, à Liège
R. FRADCOURT, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Mons
G. PEIRS, Directeur du Groupement National de l'Industrie de la Terre Cuite, à Bruxelles
A. RENDERS, Président National de la Centrale des Francs Mineurs C.S.C., à Bruxelles
C. REYNDERS, Directeur de la S.A. des Carrières et Fours à Chaux d'Aisemont, à Aisemont
J. ROEGIERS, Membre du Comité de Gérance de la S.A. P.R.B., à Bruxelles
G. SOUILLARD, Directeur Général de Labofina, à Bruxelles
J. STASSEN, Directeur Divisionnaire des Mines, à Liège
E. VANDENDRIESSCHE, Secrétaire Général de la Centrale des Francs Mineurs C.S.C., à Bruxelles
M. VERSCHOREN, Secrétaire National du Syndicat des Employés, Techniciens et Cadres de Belgique, à
Bruxelles

COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT :

M. R. GAUTHY, Conseiller au Ministère des Affaires Economiques, à Bruxelles

DELEGUE DU MINISTRE DES FINANCES :

X. ...

Introduction

La brusque augmentation du prix du pétrole, décidée par les pays de l'OPEP au lendemain de la guerre du Kippour, a suscité, dans le monde entier, un nouvel intérêt pour le charbon. La Belgique n'a pas échappé à ce mouvement. Au cours de l'année 1977, l'étude des problèmes charbonniers est revenue à l'avant-plan des activités de l'INIEX et a mobilisé la part la plus importante de son budget.

Les études préliminaires relatives au développement d'un nouveau procédé de gazéification souterraine à grande profondeur et sous haute pression, se sont poursuivies activement et ont fait l'objet d'échanges avec les chercheurs allemands, dans le cadre de l'accord de coopération conclu entre le Gouvernement belge et le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne.

De nouvelles expériences de gazéification sous haute pression variable ont été réalisées à la station d'essais d'INIEX. L'étude de la perméabilité des couches de houille situées en gisements vierges et profonds s'est développée, à partir des travaux souterrains de deux charbonnages de Campine et de deux charbonnages du bassin Sud. L'étude de l'influence de la pression sur la vitesse de combustion et sur la stabilité des flammes de gaz pauvre s'est poursuivie, en collaboration avec l'Université Catholique de Louvain, et de nouvelles recherches ont été entreprises à la station d'essais de l'INIEX en vue de la solution du problème du refroidissement des gaz de gazéification souterraine et de l'élimination, par destruction thermique, d'un élément de tubage déformé, susceptible de faire obstacle à l'approfondissement des sondages d'exploitation.

Une subvention spéciale du Ministère des Affaires Economiques a permis d'entreprendre la réalisation d'un sondage de reconnaissance, dans le Borinage, dans la région de Thulin (commune de Hensies); ce sondage sera poursuivi jusqu'à une profondeur de l'ordre de 1.400 m et le site de Thulin pourrait être retenu pour la réalisation de la première expérience de gazéification « in situ », si les couches de houille du gisement profond présentent les caractéristiques requises.



Tour de sondage de Thulin

Les recherches de l'INIEX dans le domaine plus classique de l'exploitation des mines ont continué à bénéficier de l'appui financier des Communautés Européennes. Elles se développent en collaboration étroite avec la N.V. Kempense Steenkolenmijnen. Ces recherches ont pour principaux objectifs :

- le développement de la mécanisation des travaux de creusement des travers-bancs, des puits, des montages et des galeries en veine;
- l'augmentation de la résistance des revêtements de bouevaux suivant la nouvelle technique d'utilisation de panneaux en béton armé;
- le développement de nouvelles méthodes de mise en place d'épis de remblais pour le renforcement des voies de chantier;
- le contrôle de l'aéragé et des dégagements de grisou;
- le développement des systèmes de télécommande et de télécommunication souterraine.

La prospection des terrils de Wallonie entreprise en 1976, dans le cadre d'un contrat conclu avec le Secrétariat d'Etat à l'Economie Régionale Wallonne, s'est accélérée. Durant l'année 1977, 9 terrils ont été prospectés dans les bassins de Liège, du Centre et du Borinage, ce qui a entraîné la réalisation de 20 sondages et de plusieurs milliers d'analyses.

L'INIEX a également pris une part active aux travaux de trois commissions créées dans le cadre de l'Association Internationale de l'Energie et qui ont pour objectifs :

- l'évaluation des ressources et réserves mondiales de charbon;
- l'organisation de l'information dans le domaine des techniques minières;
- la coopération en matière de recherche et développement dans le domaine des techniques de production et d'utilisation du charbon.

Dans le cadre d'un contrat conclu avec le Ministère des Travaux Publics, l'INIEX a abordé la réalisation d'une installation prototype de télécommunications entre les véhicules et les réseaux urbains, dans les tunnels routiers situés à Bruxelles, au début de l'avenue Louise. L'installation à moyenne fréquence est opérationnelle et les installations de transmission à hautes fréquences seront mises en service dans le courant de l'année 1978.

Dans le domaine de la valorisation des produits de carrière, l'INIEX poursuit son action en faveur de l'industrialisation de la production d'éléments architectoniques par assemblage de pièces de petit granit et en faveur du développement de nouveaux produits à base de bétons résineux. Les études de vibration du sol à l'occasion des tirs en masse dans les carrières ont été poursuivies et le laboratoire d'INIEX a pris en charge une partie des études entreprises dans le cadre d'un contrat conclu entre l'IRSIA et l'Union des Producteurs Belges de Chaux, Calcaires, Dolomies et Produits Connexes (UCCD) en vue de la valorisation des boues sulfiteuses résiduelles provenant de la désulfuration des fumées industrielles par lavage à la chaux.

Les interventions de l'Institut dans le domaine de la sécurité et de la protection de l'environnement n'ont connu aucun ralentissement.

La division de Pâturages est restée très active en matière de contrôle des explosifs, de vérification des appareillages électriques antidéflagrants et d'agrément des courroies transporteuses destinées aux travaux souterrains des mines. A la division de Liège, le laboratoire de contrôle de la réaction au feu des matériaux continue à développer ses équipements et on enregistre un accroissement continu des demandes d'essais en provenance de l'industrie de transformation des matières plastiques.

Dans le domaine du contrôle de la pollution atmosphérique, les laboratoires de Liège et de Pâturages ont poursuivi leur collaboration avec l'ADEC, en vue de l'exploitation du réseau de contrôle des retombées de poussières établi avec la participation financière du Ministère de la Santé Publique et dont les 350 stations couvrent toute la région industrielle qui s'étend de Tournai à Lanaye. L'étude de ces retombées est devenue plus qualitative grâce au dosage d'un grand nombre d'éléments polluants tels que le fluor, le plomb, le zinc et le cadmium. D'autres mesures de retombées sont réalisées dans la partie nord du pays, en collaboration avec le Centre d'Etudes Nucléaires de Mol.

Durant toute l'année, l'INIEX a également continué à participer au programme national d'étude de la pollution atmosphérique organisé par les Services de Programmation de la Politique Scientifique, le laboratoire de Liège ayant pris en charge l'établissement d'un cadastre des émissions de polluants dans la région liégeoise et le laboratoire de Pâturages, une étude comparative des appareils de mesures susceptibles d'être utilisés pour le contrôle des émissions d'origine industrielle.

Division de Liège

1. Mines et carrières

1.1. GALERIES ET PUIITS

1.1.1. Nouveaux circulaires avec revêtement en panneaux de béton armé

1.1.1.1. Résistance à la rupture du revêtement

Les recherches effectuées dans le but d'augmenter la résistance des panneaux en béton armé ont été poursuivies en 1977 plus spécialement dans les trois directions suivantes :

- armatures avec barres de grand diamètre ;
- béton renforcé de fils métalliques ;
- béton résineux.

Le tableau I donne les résultats des essais effectués au cours de cette année et rappelle, à titre de comparaison, les résultats des quelques essais effectués précédemment. A titre indicatif, on y trouve aussi le prix des divers revêtements essayés. Nous commentons dans les paragraphes a à f ci-dessous les principaux résultats techniques rassemblés dans le tableau I.

a) Augmentation du nombre de barres longitudinales

Le tableau I rappelle les résultats des essais précédemment effectués sur des panneaux avec 2×4 , 2×6 et 2×8 barres longitudinales, toutes de 12 mm de diamètre et avec des étriers espacés à 154 mm.

Deux nouveaux essais ont été effectués avec des armatures de production courante : le béton pour l'un était le béton habituel de Beringen, et pour l'autre un béton dont on avait supprimé les agrégats les plus grands (le 22/45). Les charges de rupture ont été les suivantes :

— 2×4 barres longitudinales	292 t
— 2×6 barres longitudinales	327 t
— 2×8 barres longitudinales	
— essais précédents	384 t
— essais récents avec béton habituel	418 t
— essais récents avec béton à granulométrie plus petite	460 t

Ces essais confirment l'amélioration importante due à l'adoption de 2×8 barres longitudinales dans l'armature des panneaux. Comme suite à ces résultats favorables, il a été décidé de généraliser progressivement ces armatures renforcées.

b) Augmentation du nombre d'étriers de liaison intrados-extrados

Le tableau I confirme que le rapprochement des étriers de liaison intrados-extrados à 110 mm au lieu de 154 mm peut entraîner une forte augmentation de la résistance à la rupture. L'essai 7 doit avoir lieu au début de l'année 1978. S'il confirmait les observa-

TABLEAU I. — Essais effectués sur des anneaux
 — d'un diamètre intérieur de 4,20 m
 — d'une largeur de 64 cm
 — d'une épaisseur de 20 cm

Numéro de l'essai (R pour essais effectués précédemment)	Armature			Béton habituel ou à granulométrie plus fine	Résistance à la rupture en t	Prix du revêtement en FB/m	
	Type	Barres longitudinales Nombre	Diamètre en mm				Etriers distance en mm
1 R	habituel	2 × 4	12	154	ZO habituel	292	10.500
2 R	habituel	2 × 4	12	110	ZO habituel	377	—
3 R	habituel	2 × 6	12	154	ZO habituel	327	11.950
4 R	habituel	2 × 8	12	154	B habituel	324	13.400
5	habituel	2 × 8	12	154	B habituel	418	—
6	habituel	2 × 8	12	154	B 8/22 max.	480	—
7 (à faire)	habituel	2 × 8	12	110	B habituel	—	14.156
8 R	Pont-à-Mousson barres pleines	4	52 fonte	0	ZO habituel	417	56.000
9 R		4	52 fonte	treillis	ZO habituel	424	
		4	64 fonte	treillis	ZO habituel	561	
		4	62 acier	0	ZO habituel	300	
10	tubes creux	4	56 acier	treillis	ZO habituel	414	
11		4	50 acier	0	ZO habituel	260	
12							
13							
14	fils Bekaert	2 × 8	12	154	B habituel	540	16.350
15					B 8/22 max.	522	
16	Béton polyester sans armatures	0	0	0	Béton polyester	380	36.000

tions dont on dispose à ce jour, un nouveau pas dans l'augmentation de la résistance des anneaux pourrait être réalisé par l'adoption d'un plus grand nombre d'étriers.

c) Granulométrie du béton

Lors du passage de la fabrication des claveaux en béton non armé vers la fabrication de panneaux en béton armé, les usines n'ont pas modifié la composition du béton ; ce béton était d'ailleurs d'excellente qualité et présentait des résistances à la compression très élevées.

Il est possible cependant que le renforcement des armatures par l'augmentation du nombre de barres longitudinales et de la densité des étriers puisse amener quelques problèmes par suite de la granulométrie très élevée des agrégats utilisés à Zolder (maximum de 63 mm de diamètre) et à Beringen (maximum de 45 mm de diamètre).

Dans le but de vérifier ce facteur, deux essais de résistance ont été effectués, l'un sur un anneau avec panneaux de la granulométrie habituelle de Beringen

(graviers de 8/22 et de 22/45) et l'autre sur un anneau avec panneaux à granulométrie plus fine (uniquement graviers de 8/22). La résistance du premier anneau a été de 418 t et celle du deuxième anneau de 480 t.

Vu l'importance de ce problème, de nouveaux essais seront effectués en 1978 sur des panneaux fabriqués dans des bétons de différentes granulométries.

d) Armatures constituées de barres ou de tubes de grand diamètre en fonte ductile ou en acier

Les essais effectués en 1977 font suite aux premiers essais prometteurs, effectués sur des panneaux dont l'armature fabriquée par Pont-à-Mousson était formée par 4 barres en fonte ductile d'un diamètre équivalent à 52 mm, fixées à leurs extrémités dans des logements prévus dans des « casques », aussi en fonte ductile ; la résistance de ces anneaux dépassait de 45 % celle des anneaux habituels avec 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm de diamètre.

Dans les essais exécutés cette année, la société Pont-à-Mousson a renforcé les armatures par un treillis entourant les 4 barres de grand diamètre. On constate que cet ajout a augmenté de 10 % la résistance de l'anneau.

Les essais ont été effectués avec des barres en fonte de 52 et de 64 mm de diamètre ; l'augmentation de diamètre n'a relevé que très faiblement la charge de rupture.

Aucun essai n'a permis d'atteindre la charge de rupture de 550 t qui avait été imposée comme condition pour la réalisation, avec ce revêtement, d'un tronçon d'essai de 30 m dans le fond.

Ces essais montrent aussi que l'utilisation de barres en acier au lieu de celles en fonte ductile a entraîné une forte diminution de la résistance à la rupture (tableau I).

Un dernier essai a été effectué sur des panneaux formés de 4 tubes métalliques creux de 50 mm de diamètre, mais la charge de rupture n'a atteint que 50 % de celle du meilleur essai.

e) Fils métalliques Bekaert

Dès qu'on a utilisé des fils métalliques pour le renforcement du béton, nous avons voulu essayer cette technique pour augmenter la résistance à la rupture des panneaux. Elle avait en effet donné d'excellents résultats dans le cas de mortier et de béton très fins.

Lors des premiers essais en 1972, les fils métalliques livrés par la firme Bekaert avaient une longueur maximale de 30 mm et un diamètre de 0,40 mm. Des essais de compression, de traction et de compression excentrée ont alors été effectués sur des éprouvettes découpées dans des claveaux fabriqués avec un béton habituel (graviers 22/45 et 8/22) et dans du béton allégé (gravier 8/22 seulement) farcis de ces fils métalliques. Leur présence dans le béton n'avait entraîné aucune amélioration de la résistance des éprouvettes ; ces résultats défavorables étaient dus à la longueur trop faible des fils métalliques par rapport aux dimensions des agrégats du béton.

Ayant appris récemment que la société Bekaert avait augmenté la longueur des fils, nous avons d'abord fait réaliser quelques essais à échelle réduite avec des fils de 60 mm de longueur et de 0,50 mm de diamètre, noyés dans le béton habituel des panneaux.

Ces premiers tests s'étant avérés favorables, il a été décidé de réaliser l'essai de résistance sur deux anneaux entiers formés de panneaux renforcés avec ces fils métalliques, l'un avec le béton habituel et l'autre avec le béton de granulométrie plus faible (8/22 maximum).

La résistance à la rupture de l'anneau formé de panneaux en béton habituel avec fils métalliques (à

raison de 30 kg/m³ de béton) a donné une résistance de 540 t (fig. 1). Celle-ci est presque double ($\times 1,85$) de la résistance des panneaux habituels.



Fig. 1 — Photo montrant la zone de rupture de l'anneau en panneaux de béton qui a éclaté à la charge très élevée de 540 t ; on peut remarquer le flambage des 8 barres longitudinales intrados. De part et d'autre de la rupture, on peut voir les fils métalliques Bekaert de 0,5 mm de diamètre et de 60 mm de longueur noyés dans le béton.

Celle d'un anneau constitué de panneaux à granulométrie plus faible avec des fils (à raison de 37,5 kg/m³ de béton) a donné une résistance à la rupture un peu plus faible : 522 t.

De nombreux essais devront être effectués à échelle plus petite pour trouver la valeur optimale de la longueur, du diamètre et de la proportion de fils métalliques à incorporer dans le mélange.

Un problème primordial à résoudre avant tout est d'empêcher les fils de dépasser les parois de béton et d'éviter ainsi tout risque de blessures aux mains. Quelques essais seront effectués prochainement en vue de résoudre ce problème.

f) Béton résineux

Il est aussi possible d'augmenter la résistance du béton des panneaux en utilisant un béton résineux à base de polyester.

Quelques essais préliminaires effectués à petite échelle sur des cylindres et des prismes en béton résineux ont donné les résistances suivantes :

- Essais de compression : 1.152 à 1.451 kg/cm², soit environ 40 à 50 % de plus que le béton habituel de Beringen.
- Essais de traction : 117 kg/cm², soit 134 % de plus que la résistance du béton habituel.
- Essais de flexion :
 - béton habituel
 - sans armature 1,26 t (100 %)
 - avec barres crénelées 3,05 t (242 %)
 - avec fers lisses 1,82 t (145 %)
 - avec fers tors 3,06 t (243 %)

- béton résineux sans armature 4,75 t (378 %)
- béton résineux avec barres crénelées 4,40 t (349 %)
- béton résineux plus fibres en laine de verre 5,18 t (410 %)

Tous ces essais montrent que la résistance du béton résineux (polyester livré par la firme B.A.S.F.) dépasse de beaucoup la résistance du béton habituel.

Comme suite à ces essais favorables, il a été décidé d'effectuer l'essai à la rupture d'un anneau formé de panneaux en béton résineux, mais sans aucune armature métallique ; la résistance obtenue, 380 t, est supérieure à la résistance des anneaux en panneaux habituels (avec armature de 2 x 4 barres longitudinales). Cette résistance est très élevée, car elle a été obtenue sur des panneaux sans armature.

Les résultats des essais de flexion permettent encore de faire les remarques suivantes :

- l'absence d'armatures pour le béton habituel diminue de beaucoup la résistance ;
- l'utilisation de fers lisses diminue aussi fortement la résistance par rapport aux fers crénelés ou tors ;

- le choix entre les fers crénelés et les fers tors ne semble pas jouer un rôle déterminant ;
- la résistance du béton résineux sans armature est plus élevée que celle du béton habituel avec barres crénelées ;
- l'ajout de fibres en laine de verre augmente de 15 % environ la résistance du béton résineux.

g) Prix du revêtement

Les prix donnés dans la dernière colonne du tableau I sont des ordres de grandeur valables au début de l'année ; ils fluctuent cependant régulièrement dans un sens ou l'autre par suite des prix très variables de l'acier. Les prix donnés pour les panneaux avec les armatures Pont-à-Mousson et avec le béton résineux ne sont que très approximatifs ; de toute façon, ils dépassent nettement le prix des panneaux habituels.

On constate que l'utilisation de fils métalliques n'augmente que faiblement le prix du revêtement.

En donnant à la résistance à la rupture et au prix des panneaux habituels (avec 2 x 4 barres longitudinales) une valeur de 100, on obtient les valeurs données au tableau II.

TABLEAU II. — Résistance à la rupture de quelques anneaux en panneaux (charge appliquée sur le quart du pourtour de l'anneau)

Panneaux	Résistance relative à la rupture	Prix relatif
2 x 4 avec étriers à 154 mm	100	100
2 x 6 avec étriers à 154 mm	112	114
2 x 8 avec étriers à 154 mm	132	127
2 x 4 avec étriers à 110 mm	129	—
2 x 8 avec étriers à 110 mm	—	134
2 x 8 étriers à 154 mm et fils Bekaert	186	155
Pont-à-Mousson	173	supérieur à 530
Béton résineux, sans armature	131	supérieur à 340

On constate que ce sont les panneaux avec fils Bekaert qui offrent le meilleur rapport entre l'augmentation de résistance et l'augmentation de prix. Cependant, le prix des panneaux avec fils sera sans doute plus élevé si l'on doit prendre des précautions spéciales pour supprimer tout danger de blessures lors de la manutention de ces panneaux.

1.1.1.2. Remplissage du vide entre le terrain et les panneaux

Rappelons que l'importance d'un bon remplissage du vide entre les panneaux et le terrain est primordiale.

Ce remplissage s'effectue souvent en deux fois : projection d'agrégats légers à front après chaque passe de creusement, puis injection d'un lait de ciment plus à l'arrière par passes plus longues.

Aux sièges Zolder et Eisdén, ce vide est, dans beaucoup de bouveraux, rempli directement à front au moyen de béton pompé par passes de 16 à 20 m, une fois par semaine.

Le siège Beringen a commencé dernièrement l'essai d'un remplissage à l'anhydrite synthétique, effectué à front une fois par semaine au moyen d'une petite pompe Mono. Le débit de cette pompe est plus

élevé que le débit des autres installations. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont très satisfaisants. Une injection d'anhydrite (sous forme visqueuse) a permis de passer avec une taille à proximité d'un bouveau sans le détruire ; cette injection a été faite après un début de destruction des panneaux.

Par rapport à la méthode de remplissage employée auparavant (projection d'agrégats légers à front et injection de lait de ciment à l'arrière), cette nouvelle méthode permet une réduction importante des frais (comme le montre le tableau III) tout en assurant un meilleur remplissage du vide.

TABLEAU III. — Coût comparé de deux méthodes de remplissage du vide à Beringen

	Ancienne méthode en F/m	Nouvelle méthode à l'anhydrite synthétique en F/m
Matériaux premières	2.652	6.200
Location de pompes	645	212
Frais de main-d'œuvre	11.345	5.100
Total	14.642	11.512

Ce tableau permet de voir que, si la nouvelle méthode entraîne une diminution très importante des frais de main-d'œuvre, elle entraîne cependant une augmentation non négligeable du prix des matériaux.

Pour diminuer les frais du poste matières, des essais de laboratoire sont en cours actuellement. On tente de remplacer 60 à 40 % de la quantité d'anhydrite synthétique par du calcaire à fine granulométrie dont le prix d'achat est moins élevé.

Un autre problème qui reste à résoudre est celui de l'alimentation, si possible en vrac, de la pompe, sans obliger les ouvriers à manipuler et à ouvrir les sacs d'anhydrite. Des essais préalables ont montré que tant l'anhydrite synthétique pur que le mélange anhydrite synthétique-calcaire peuvent être fluidifiés et transportés par air comprimé depuis un container spécial jusqu'à la trémie d'alimentation de la pompe. Cette mécanisation permettrait de ramener les frais de main-d'œuvre à moins de 1.600 F par mètre de bouveau.

Dans le but de se rendre compte de l'effet d'un bon remplissage du vide, nous avons entrepris une série de campagnes de mesures des contraintes développées à l'intrados des panneaux en fonction du temps. Si le vide autour des panneaux était parfaitement rempli, il est probable que les contraintes exercées sur le revêtement se transmettraient assez uniformément sur tout le pourtour et il n'y aurait plus de contraintes ponctuelles. Les mesures sont faites au moyen d'un extensomètre Huggenberger à partir de paires de plots collés sur le revêtement.

1.1.1.3. Forage des trous de mines

Les essais de quatre jumbos, commencés dans la deuxième moitié de 1975, se sont achevés au début de 1977.

Rappelons les types de jumbos essayés :

- jumbo Tamrock à 2 bras avec foration entièrement pneumatique ;
- jumbo Sig à 2 bras avec foration partiellement pneumatique et partiellement hydraulique ;
- jumbo Montabert à 1 bras avec foration entièrement hydraulique ;
- jumbo léger Meudon à 2 bras avec foration entièrement pneumatique, mais effectuée au moyen de marteaux-perforateurs de 45 kg seulement (fig. 2).

Le tableau IV rappelle quelques données concernant les jumbos essayés en Campine. Nous avons ajouté dans ce tableau le Montabert hydraulique à 2 bras qui n'a pas été essayé.

Le choix du jumbo s'est fait en se basant sur les considérations suivantes :

a) Fiabilité des jumbos

Durant leur période d'essais, les jumbos Tampella, Montabert et Meudon n'ont donné lieu à aucuns frais de réparation ni d'entretien spécial.

Il n'en a pas été de même avec le jumbo Sig dont on n'a pas pu envisager l'achat par suite des ennuis mécaniques importants entraînés lors de sa mise à l'essai.

b) Vitesses instantanées de forage

Les vitesses instantanées de forage les plus élevées ont été obtenues avec le marteau hydraulique Montabert de 100 kg (3,8 fois la vitesse obtenue dans les mêmes terrains par un marteau-perforateur sur pous-seur).

Les marteaux pneumatiques Tampella et Sig d'un poids d'environ 80 kg ont permis d'obtenir des vi-

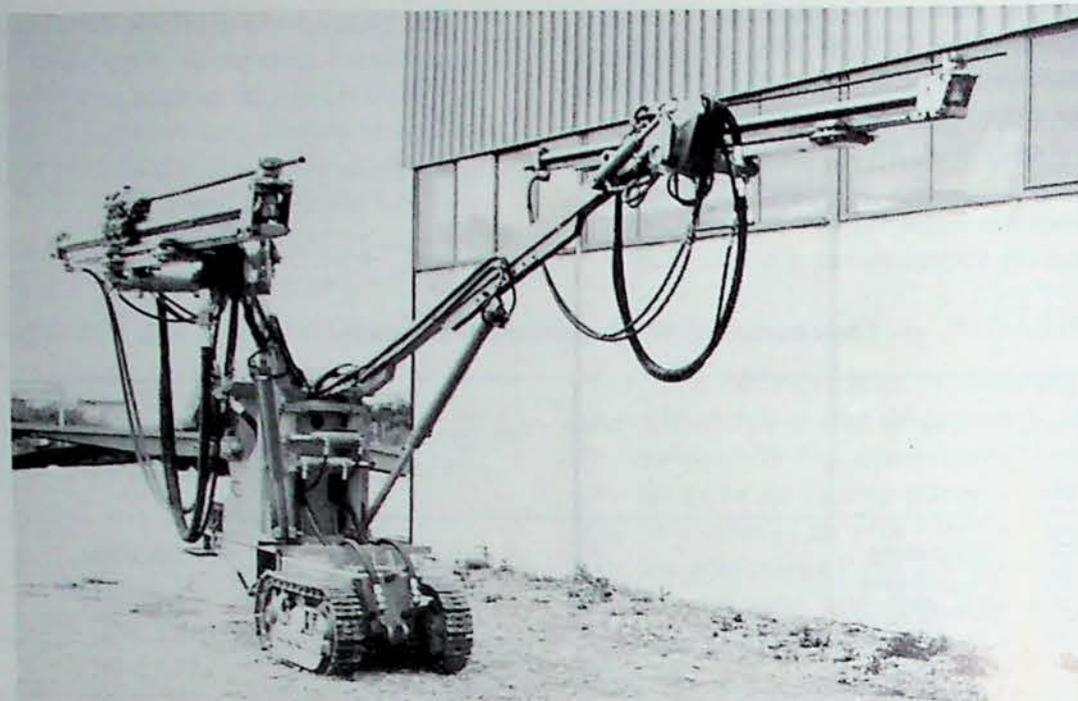


Fig. 2 — Jumbo léger Meudon à deux bras de forage monté sur chenilles ; deux de ces jumbos ont été mis en service dans les sièges Eisden et Zolder, mais montés sur rails.

TABLEAU IV. — Quelques données concernant les jumbos essayés en Campine

	Tampella à 2 bras	Sig à 2 bras	Montabert à 1 bras	Montabert à 2 bras	Meudon à 2 bras
Fluide	air comprimé et huile	air comprimé	huile	huile	air comprimé
Consommation d'air comprimé en m ³ /min par marteau	9	7	—	—	5,4
Poids du marteau-perforateur en kg	79	80	100	100	45
Prix du jumbo en FB (en 1974-1976)	2.460.000	3.620.000	3.920.000	6.800.000	1.255.000
Largeur du jumbo en m	1,35	0,90	1,20	1,40 et 1,25	1
Poids du jumbo en t		10	5		
Durée du montage de l'appareil dans le fond (4 à 5 H/poste) en postes	1	5			1
Diminution de la durée totale du forage par rapport à des marteaux sur pousseurs en %	28 à 33		12		21
Vitesse instantanée (en valeurs relatives par rapport à celle obtenue avec les marteaux sur pousseurs comptée comme 1)	2	1,7	3,8		1,6

tesses instantanées de forage de 1,7 à 2 fois celles obtenues avec des marteaux sur pousseurs.

Le marteau-perforateur Meudon de 45 kg a permis d'utiliser des vitesses instantanées de forage égales à 1,6 fois celles obtenues dans les mêmes conditions avec un marteau sur pousseur. Les charbonnages français qui ont plus de 100 bras Meudon en service depuis plusieurs années signalent que le marteau Meudon permet une vitesse instantanée moyenne d'au moins 1,4 fois celle des marteaux sur pousseurs.

Il est certain que, dans certaines limites en tout cas, le poids des marteaux joue un rôle important dans les performances qu'on peut attendre de ces engins.

D'autre part, les expériences acquises à l'étranger ont montré que, pour un même poids, le marteau à commande entièrement hydraulique permet une vitesse instantanée de forage nettement plus élevée qu'un marteau à commande pneumatique.

c) *Rendement obtenu lors du forage complet d'une volée*

Par suite de leur mise en place rapide, les jumbos ont permis de diminuer la durée totale de la phase de travail du forage.

Non seulement les vitesses instantanées de forage sont plus élevées avec les marteaux sur glissières,

mais la durée de retrait du fleuret et la durée du déplacement de la glissière sont aussi plus favorables.

Dans l'ensemble, on peut dire que la durée du forage d'une passe utile de 2 m et de 3,60 m avec 2 marteaux sur glissières est la même que la durée du forage d'une passe respectivement de 1,35 m et de 2,40 m avec 3 marteaux sur pousseurs.

Parmi les autres avantages importants entraînés par les jumbos et qui n'apparaissent pas dans les chiffres du tableau IV, citons :

- économie de personnel : par poste, il n'y a plus que 3 hommes au lieu de 4 avec les marteaux sur pousseurs ;
- diminution importante de la fatigue des ouvriers ;
- meilleure précision de forage, ce qui permet d'obtenir une meilleure efficacité du tir, une découpe mieux réglée des parois et la possibilité de forer des passes plus longues ;
- sécurité accrue par l'absence de tout homme à front (sauf lors de l'amorçage des trous) ;
- qualification moins poussée des ouvriers ;
- temps d'apprentissage plus court.

D'autre part, il est évident que le jumbo Montabert à un seul bras de foration ne permet pas d'améliorer de beaucoup la durée de forage. Un tel jumbo à deux bras aurait entraîné une diminution de la phase de travail de forage plus importante encore que les jumbos avec marteaux à commande pneumatique, par suite de la vitesse instantanée de forage plus rapide des marteaux hydrauliques.

d) Largeur des jumbos

La largeur des jumbos joue aussi un rôle primordial dans le choix de l'appareil de forage. L'expérience acquise à Eisdén avec le jumbo Tampella d'une largeur de 1,35 m a montré que, si cette largeur est théoriquement suffisante, elle est cependant trop grande si l'on veut éviter tout risque d'incident dans le fond (par suite par exemple d'une légère inclinaison transversale d'un des deux raillages...).

La largeur du jumbo hydraulique standard Montabert à deux bras est de 1,40 m, ce qui ne permet pas d'envisager tel que leur mise en service dans les boueux circulaires. Signalons cependant que cette firme vient de mettre sur le marché des jumbos hydrauliques à 2 bras, d'une largeur de 1,25 m. Certains ingénieurs estiment cependant cette largeur de 1,25 m un peu trop grande.

e) Prix de revient des jumbos

L'amélioration apportée dans la durée totale du forage par un jumbo équipé de marteaux de 79 kg (amélioration de 28 à 33 % par rapport à celle réalisée avec des marteaux sur pousseurs) est plus im-

portante que celle obtenue par un jumbo équipé de marteaux de 45 kg (amélioration qui n'est que de 21 %). Mais il faut cependant tenir compte des prix de ces deux types de jumbos : le jumbo avec marteaux de 79 kg coûte presque le double du jumbo avec marteaux de 45 kg.

Le choix d'un appareil de forage pour les boueux circulaires du bassin de Campine s'est finalement porté sur le jumbo Meudon, par suite de sa faible largeur, de son prix peu élevé et des rendements obtenus.

Cependant par suite des avantages indéniables apportés par les marteaux-perforateurs à commande hydraulique, il convient de suivre les progrès qui seront encore accomplis par les jumbos équipés de ces engins.

1.1.2. Galeries en veine

1.1.2.1. Problèmes des épis de remblais le long des voies de tailles chassantes

Les essais en laboratoires effectués sur des mélanges de calcaire fin et de ciment ont montré qu'en dosant correctement les éléments et en réglant la teneur en eau, on pouvait obtenir toutes les résistances souhaitées, même les plus élevées. L'utilisation d'un ciment sursulfaté, finement moulu, fabriqué au siège Zolder, a permis non seulement d'accélérer la prise du mélange, mais de diminuer le pourcentage du ciment au 1/6 du poids du calcaire. Le calcaire qui provient de la carrière Dumont-Wautier (avec une teneur en eau de 2 à 4 %) doit au préalable être séché dans un four au siège Zolder.

Le problème important qui reste cependant à résoudre est la diminution du taux d'empoussiérage observé lors de la manutention du calcaire, et surtout du mélange calcaire-ciment ; ce mélange s'effectue dans une bétonnière conçue pour l'arrosage immédiat des composants avec de l'eau. Toutes les installations à l'aval du mélangeur ont été prévues aussi pour le transport de produits humides.

On espère pouvoir réduire l'empoussiérage en utilisant du calcaire de granulométrie 2-8 mm, très légèrement humidifié (0,4 à 1 % d'eau). Quelques essais effectués en laboratoire indiquent qu'un mélange de ce produit (à 0,7 % d'eau) avec du ciment n'avait pas fait prise 15 jours après le mélange.

1.1.2.2. Creusement mécanisé des voies de chantier à l'aide d'un brise-roches

Le brise-roches Krupp HM 600 monté sur un engin Salzgitter, sur base marchante, a été mis en service dans un troisième chantier au siège Eisdén.

Dans ce chantier en couche 39, la machine découpe les bancs de roche du toit de la voie dans l'alignement du front de taille, tout comme dans le premier chantier où elle a été mise en service.

Jusqu'à présent, cette taille est prise avec une haute-taille, ce qui permet d'évacuer l'ensemble des déblais abattus sur toute la largeur de la voie, par le convoyeur de taille. Au cours du deuxième semestre 1977, un rabot d'extrémité de taille de la firme Westfalia a été mis en service, ce rabot abat et charge le charbon de la taille jusqu'à l'extrémité du convoyeur de taille. Cette innovation permet la suppression du creusement de la haute-taille ; les déblais abattus par le brise-roches sont repris sur une moitié de la voie par ce rabot auxiliaire, tandis que les déblais abattus sur la moitié amont de la voie sont chargés par le godet placé à l'extrémité du deuxième bras de l'engin porteur. Ce bras porteur du godet, qui n'avait pas donné satisfaction lors de la mise en service dans le deuxième chantier, a été modifié. Le bras a été raccourci de 1 m, mais il est maintenant doublement télescopique (course de 1,20 m).

A ce jour, 252 m de voie ont été creusés dans ce chantier avec un rendement moyen de 65 cm/Hp.

La découpe des bancs de roches n'a posé aucun problème ; la pente latérale de la voie est de 16° tout comme au premier chantier où cette difficulté avait pu être surmontée. Le soutènement de la voie est constitué par des cadres TH de 29 kg/m espacés de 60 cm ; le mur de la couche est tendre, ce qui crée des problèmes de soufflage dans la voie. Deux rangées de piles de bois sont placées de part et d'autre de la voie.

Plus de 500 m de voie ont été creusés avec le brise-roches ; le coût des pièces de rechange utilisées à ce jour est d'environ 500.000 F. Cette somme a été

en grande partie dépensée pour remplacer des vérins de levage de la base marchante.

Grâce à la suppression du creusement de la haute-taille, les ingénieurs ont augmenté fortement le rendement du personnel occupé à l'extrémité supérieure de la taille, ce qui a permis de supprimer un frein à l'avancement journalier de la taille.

1.1.2.3. Creusement mécanisé de voies de chantier

M. Legrand, Directeur des Travaux du Fond du siège Zolder, a conçu et réalisé une machine pour le creusement mécanisé des voies de tête de tailles chassantes.

Cette découpe est effectuée dans l'alignement du front de taille. La coupe du charbon et des bancs de roches du toit a lieu au moyen d'un tambour de 1,50 m de diamètre, équipé de pics.

Ce tambour est fixé sur un châssis qui peut glisser sur le convoyeur à raclettes placé le long du front de taille. Un jeu de vérins permet de relever ce châssis pour le découpage des roches de la voie sur toute la hauteur souhaitée. Grâce à ce montage, le tambour peut abattre le charbon en taille, d'une part, et, d'autre part, découper la totalité de la section de la voie de tête.

Pour retirer le maximum d'avantages de cette machine, M. Legrand a conçu un soutènement mécanisé pouvant être avancé à front de la voie de tête à mesure du creusement de celle-ci. Cette installation est équipée aussi d'un dispositif pour la mise en place du soutènement définitif (fig. 3).

Cette machine a été descendue au fond et mise en place dans un chantier en décembre 1977 pour être mise en service tout au début de 1978.

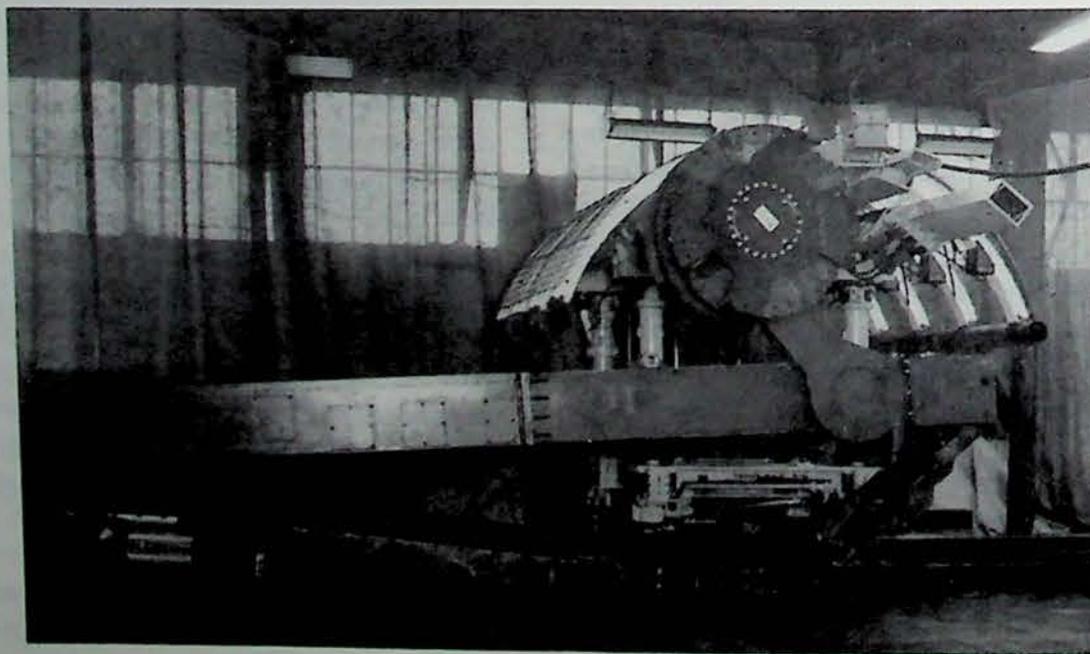


Fig. 3 — Machine mise au point au siège Zolder pour le creusement mécanisé des voies de tête de tailles chassantes ; l'abattage du charbon et des roches du toit et du mur est effectué par un tambour de grand diamètre. Un soutènement mécanisé a été mis au point pour suivre le creusement à mesure de l'avancement et pour aider à la mise en place du soutènement définitif.

1.1.2.4. Creusement mécanisé des montages

La première machine mise en service au siège Zolder pour le creusement mécanisé des montages a creusé fin 1977 5 montages ou galeries de reconnaissance ; les avancements ont varié entre 4 et 6 m par poste. Le cinquième montage a été creusé dans la couche 61 qui a 2 m d'ouverture.

Une deuxième machine a été mise en service au siège Winterslag, où elle creuse un montage d'une largeur de 5,70 m et d'une hauteur de 2,20 m avec un avancement qui a atteint 6 m/poste.

Le siège va commencer la construction d'une machine de montage à commande électrique avec transmission mécanique ; la puissance du moteur est de 63 kW. Le tambour aura 1,70 m de diamètre et pourra couper des galeries de 2,20 m de hauteur. Cette machine sera moins encombrante et encore plus facile à transporter et à monter sur place que la machine à commande hydraulique.

1.1.3. Creusement de burquins

Les recherches pour une meilleure mécanisation du creusement des burquins se sont poursuivies au cours de 1977.

Parmi les possibilités de mécanisation, on peut citer :

1) La machine de creusement Wirth, un genre de tunnelier pour puits verticaux qui permet une mécanisation totale du creusement des burquins.

Les deux machines Wirth fabriquées à ce jour imposent le forage préalable d'un trou ayant au moins 1,40 m de diamètre.

La première machine, livrée en 1971, avait creusé en juillet 1977, 9 burquins d'une hauteur moyenne de 220 m avec des vitesses d'avancement importantes.

La deuxième machine Wirth, qui vient d'être fabriquée, va être en service le 16 août à la mine Ibbenbüren pour le creusement d'un burquin de 6 m de diamètre et d'environ 500 m de hauteur (la déviation du trou pilote de 500 m de hauteur n'a été que de 1,05 m). La firme espère pouvoir creuser et revêtir ce burquin avec une vitesse d'avancement moyenne de 7 à 8 m/jour.

On estimait jusqu'à présent que l'utilisation de ces machines ne pouvait se justifier que pour le creusement de burquins d'une hauteur dépassant 200 m. Cependant, certains experts allemands ont calculé que le creusement de burquins de 140 m de hauteur pouvait aussi être intéressant si l'on avait plusieurs burquins de cette hauteur à creuser en série.

Signalons ici que la première machine Wirth va prochainement être modifiée pour permettre le

creusement de puits et de burquins sans devoir forer préalablement un trou pour l'évacuation des déblais. Cette machine modifiée sera mise en service au début de 1978 au siège Gneisenau.

2) Fin 1977, une sondeuse Wirth HG 250 devait être mise en service dans un charbonnage allemand pour le forage d'un burquin de 3,60 m de diamètre et d'environ 200 m de hauteur. Le prix de cette sondeuse complète est de 38 millions de FB. Le montage et l'installation de la machine en haut du futur burquin devaient prendre environ une semaine.

Le forage du trou pilote de 311 mm de diamètre doit se faire avec une vitesse moyenne d'avancement de 20 m/jour.

Le changement de couronne doit prendre ensuite 2 à 3 jours. Le forage en une étape de bas en haut du diamètre 311 mm au diamètre 3.600 mm devrait se faire avec une vitesse d'avancement de 10 m/jour.

La pose du soutènement suivra après l'achèvement du forage.

3) La société suédoise Alimak a livré une série d'installations de forage avec marteaux lourds sur glissières fixés à des bras suspendus au plancher de sécurité ou à une plate-forme spéciale. L'utilisation de ces engins permet :

- d'alléger fortement le travail de forage qui est spécialement pénible dans le creusement de puits ;
- d'allonger les passes de creusement ;
- d'augmenter fortement les vitesses de forage ;
- de diminuer le nombre d'ouvriers à front.

4) Cette même société Alimak livre aussi des engins de chargement (fig. 4) adaptés pour le creusement de puits en pleine section, de haut en bas. Les engins, appelés « Shaft Mucker », sont de trois types, en fonction du diamètre des burquins :

- le T 180, avec bras télescopiques, pour des diamètres compris entre 2 et 4 m ;
- le S 180 T pour des diamètres de 3 à 5 m ;
- le S 180 pour des diamètres de 3 à 7 m.

5) Cette société livre aussi des engins de chargement spécialement adaptés au cas de burquins creusés de haut en bas, mais après le forage préalable d'un trou d'environ 1,20 à 1,60 m de diamètre. Ces engins, qui sont plus simples que les précédents, sont du genre « racloir » et ramènent les déblais vers le trou d'évacuation.

6) Rappelons que cette société livre aussi des « Raise Climber » ou plates-formes de travail auto-grimpantes se déplaçant le long d'une crémaillère fixée à une paroi du puits ou burquin qui est ainsi creusé de bas en haut. Ce puits peut être creusé directement au diamètre souhaité ou bien il peut servir d'avant-trou pour un élargissement conventionnel du puits.

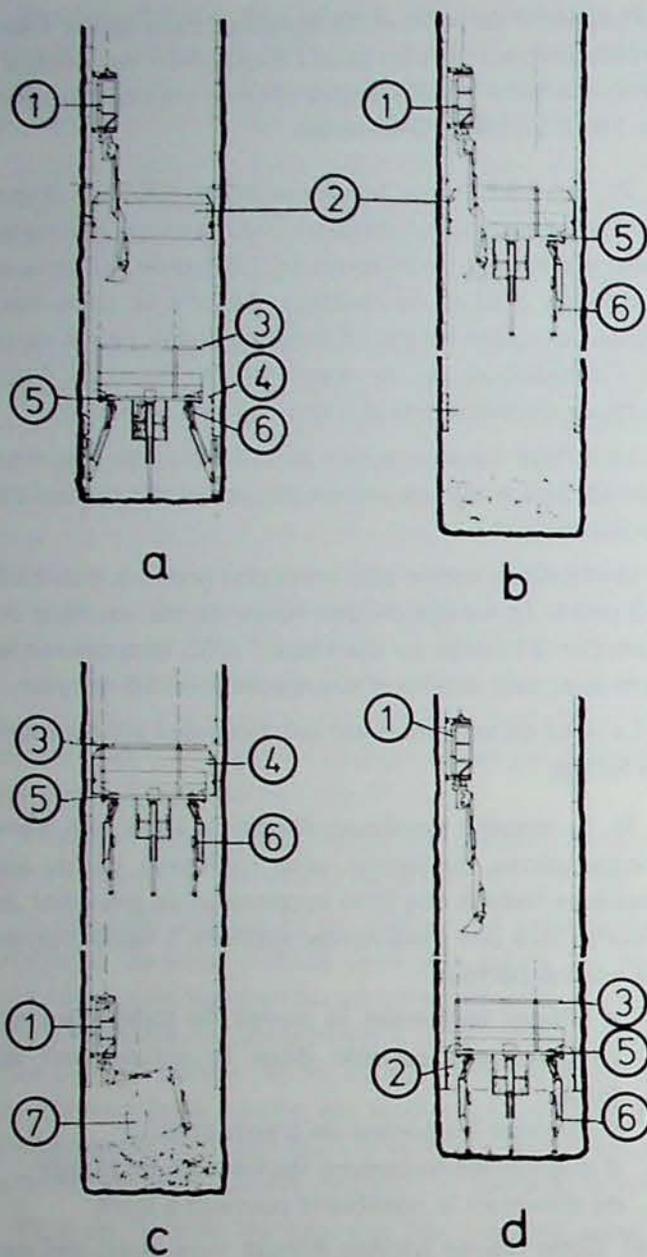


Fig 4 — Engin de chargement Alimak S-180 pour le creusement des burquins, en pleine section. Les 4 schémas de la figure montrent différentes phases de travail : forage, tir, chargement des déblais, pose du soutènement.

- (1) Shaft Mucker Alimak S-180
- (2) Coffrage du bétonnage
- (3) Tôles de protection
- (4) Dernier anneau bétonné du revêtement définitif
- (5) Plancher de travail
- (6) Bras de foration (ici au nombre de 4)
- (7) Cuffat

- a : Forage
- b : Tir
- c : Chargement des déblais
- d : Pose du soutènement

déchirure dans le cuvelage en fosse du puits 1. Cette zone fissurée est située à hauteur d'un banc épais d'argile, qui a tendance à gonfler en cas de dé-compression.

On a commencé la campagne de mesurages en novembre 1975 avec 16 jauges électriques, leur nombre a été augmenté de 6 en mai 1976. En juillet 1977, 8 jauges ont été collées sur la fonte des cuvelages situés au-dessus et en dessous de la zone fissurée. La détermination des contraintes s'effectue aussi au moyen de l'extensomètre Huggenberger à partir de 8 paires de plots métalliques collés sur les poutrelles. Nous effectuons la détermination régulière de la variation du diamètre du puits dans la zone fissurée au moyen d'un appareil de convergence à ruban.

La fiabilité des jauges électriques n'étant plus certaine à 100 % après deux ans, toutes les jauges collées sur les poutrelles vont être remplacées par de nouvelles au début de l'année 1978.

La cause première de la fissuration du cuvelage est probablement l'exploitation, mais l'augmentation régulière des contraintes mesurées à hauteur de cette zone fissurée doit sans doute être attribuée à la poussée du banc d'argile ; nous examinons actuellement si cette poussée n'est pas aggravée par un pompage effectué à une profondeur de 300 m dans un captage situé à proximité du puits 1 et qui a débuté il y a 3 ou 4 ans.

1.1.4. Contraintes mesurées dans un des deux puits d'extraction de Waterschei

A la demande du siège Waterschei et en collaboration avec les ingénieurs de ce siège, nous mesurons régulièrement les variations des contraintes développées dans l'acier de quelques poutrelles placées comme corset de renforcement à hauteur d'une

1.2. GRISOU ET AERAGE

1.2.1. Maîtrise des dégagements grisouteux

1.2.1.1. Prévion des dégagements

Les mesures des concentrations en gaz des couches ont été poursuivies selon la méthode directe. Le tableau V rassemble ces mesures.

(a) $Dm_1(55)/V =$ détendue par 1 exploitation en mur à 55 m en stampe normale (partie supérieure de la taille) ;
Vierge (partie inférieure de la taille).

(b) La concentration en zone vierge avait atteint 13,2 m^3/t .

TABLEAU V. — Mesures des concentrations

Chantier	Zone	Concentration m^3/t
Beringen 71 N,O,P, Waterschei B9.49	V Dm ₁ (55)	8,60 1,65
	(a) V	3,62
R8.49	V	7,02
S3.55	Dt1(68)	2,93
	Dt1(68)m1(28)	1,23
D2.5B	V	8,77
L4.5B	Dt1(37)	4,86 (b)
K1.59	≈ Dt1(37) (c)	3,93
F2.61	≈ V (d)	9,62
Zolder 43/61	Dt1(28)	4,49 (e)

(c) La taille progresse maintenant sous une 2ème exploitation antérieure en toit, mais à 79 m (en couche 55). Conformément aux mesures du Cerchar en France, la couche 55 n'a probablement pas exercé d'influence, puisque la concentration reste du même ordre : 3,93 contre 4,68 m^3/t auparavant.

(d) La couche 55 à 87 m en toit, exploitée, n'exerce probablement aucune influence sur la concentration puisque dans la L 3.61 *en vierge* on avait obtenu pour la concentration 8,87 m^3/t . Ceci confirme à nouveau les essais du Cerchar.

(e) Mesure exécutée en voie de base. En voie de tête, la concentration n'atteignait que 1,52 m^3/t . On peut trouver deux explications :

1°) la taille côté voie de tête longe une exploitation datant de 1955, et la couche s'est dégazée ;

2°) la variation de la concentration dans l'espace peut être importante dans un même panneau.

1.2.1.2. Variations des concentrations

A partir des mesures de concentration au siège Waterschei dans 18 tailles (dont 15 en zone vierge), dans 8 couches différentes, on a pu étudier :

- la variation de la concentration d'une même couche d'un endroit à l'autre,
- les différences de concentration entre couches en un même endroit.

La figure 5 permet de repérer les points de mesure des 15 tailles *en zone vierge*, qui occupent une surface de 4,2 km d'O en E sur 2,4 km N-S.

Le tableau VI reprend les groupes de tailles « voisines » de la figure 5, c'est-à-dire celles dont les points de mesure sont compris dans des carrés de 500 m de côté.

Au stade actuel de l'étude, on peut dire que :

- 1°) La concentration peut varier fortement dans une même couche :

TABLEAU VI. — Groupes de chantiers voisins
(carrés de 500 m de côté)
Zones vierges

Groupes	Distances entre couches voisines m	Concentration m ³ /t	Dégagement (mois de la mesure) m ³ /t	Captage ≥ 20 % (C)
A) 2) B9.49 8) B9.55 15) L4.5B 18) K9.70	108 35 — 36 97 — 99	3,61 11,12 13,19 10,42	27,2 69,8 (56,1) (1) 41,5 20,5	≈ C
B) 2) B9.49 8) B9.55 14) L3.5B 15) L4.5B 17) L3.61	108 35 — 36 35 — 36 44 — 50	3,61 11,12 13 13,19 8,87	27,2 69,8 (56,1) (1) ? 41,5 87,1 (60,3) (1)	≈ C C
C) 5) S5.49 6) S6.50	44 — 41	6,02 8,35	31,5 73,8 (57,6) (1)	C
D) 13) D2.5B 17) L3.61	54 — 50	8,77 8,87	27,3 87,1 (60,3) (1)	C

(1) Les valeurs entre parenthèses renseignent le dégagement sans captage, en supposant que tout le grisou capté n'existe pas.

couche 49 (4 tailles) : 3,61 à 9,24 m³/t
couche 55 (4 tailles) : 1,30 à 11,1 m³/t
couche 5B (4 tailles) : 5,8 à 13,2 m³/t

2°) Pour ces 3 couches (49, 55 et 5B), la concentration tend *statistiquement* à croître d'E en O et du S vers le N.

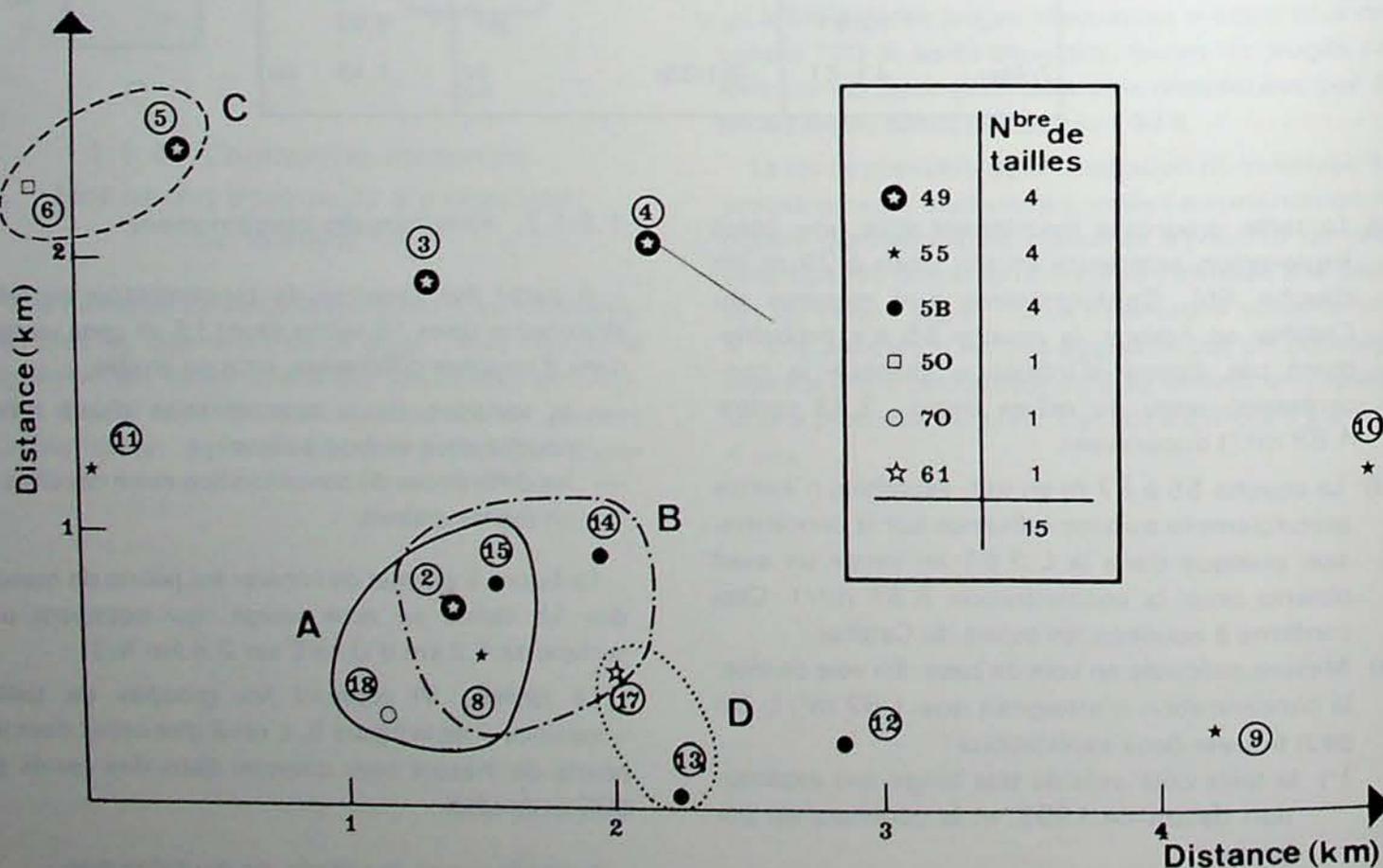


Fig. 5 — Répartition géographique des points de mesure de la concentration en CH₄ des couches. Chaque point porte le numéro du chantier correspondant.

- 3°) En général, pour ces 3 couches, la concentration augmente *statistiquement* avec la profondeur stratigraphique (49-55-5B) beaucoup plus rapidement que la teneur en matières volatiles. Cette tendance n'est pas vraie pour d'autres groupes de couches : dans les groupes A et B (tableau VI et figure 5), la concentration présente un maximum pour la couche 5B.
- 4°) Dans un même groupe (A ou B), les concentrations de 2 couches peuvent être très différentes : Ex : 2) B9.49 : 3,61 m³/t, 15) L4.5B : 13,2 m³/t, alors que la distance horizontale entre les points de mesure atteint 120 m à peine (mais la stampe entre les 2 couches est de quelque 140 m).
- 5°) Enfin, il existe un quartier (groupe A + B) où les concentrations sont en général plus fortes. Cependant, on relève de forts dégagements aussi dans le groupe C (tableau VI), même déduction faite du captage.

1.2.1.3. Relation entre concentration et dégagement réel

Pour 12 tailles du siège Waterschei, sans captage (7 en zones vierges, 5 en zones détendues), on a étudié l'évolution, en fonction de la concentration (C), du dégagement moyen par jour travaillé (Mjt) durant les mois normaux voisins des dates de mesure des

concentrations et dont la production journalière (moyenne mois) était la même à $\pm 10\%$. On trouve (fig. 6) :

— en zones vierges :

$$Mjt = 1.208,48 C + 2.507,35 \quad (1)$$

(si C double, Mjt augmente de 38 à 76 %)

— en zones détendues :

$$Mjt = 2.299,84 C - 804,35 \quad (2)$$

(si C double, Mjt augmente d'environ 120 %).

Si on étend l'étude à de longues périodes, l'allure des relations (1) et (2) n'est pas perturbée, du moins avec les variations rencontrées de la production. Par exemple, pour les 5 tailles du groupe A + B dont on connaît le dégagement Q en m³/t (tableau VI), en retirant les quantités captées pour les tailles (8) et (17), on obtient :

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

Il semble donc qu'une concentration plus élevée puisse faire présager un dégagement plus important ; cependant, le dégagement n'est pas proportionnel à la concentration, contrairement aux hypothèses des méthodes de prévision.

Puisque le dégagement croît avec la concentration et que 80 % environ proviennent des couches voisines, on pourrait avancer qu'entre un endroit et un autre, les concentrations des différentes couches varient dans le même sens ; mais cela reste à démontrer.

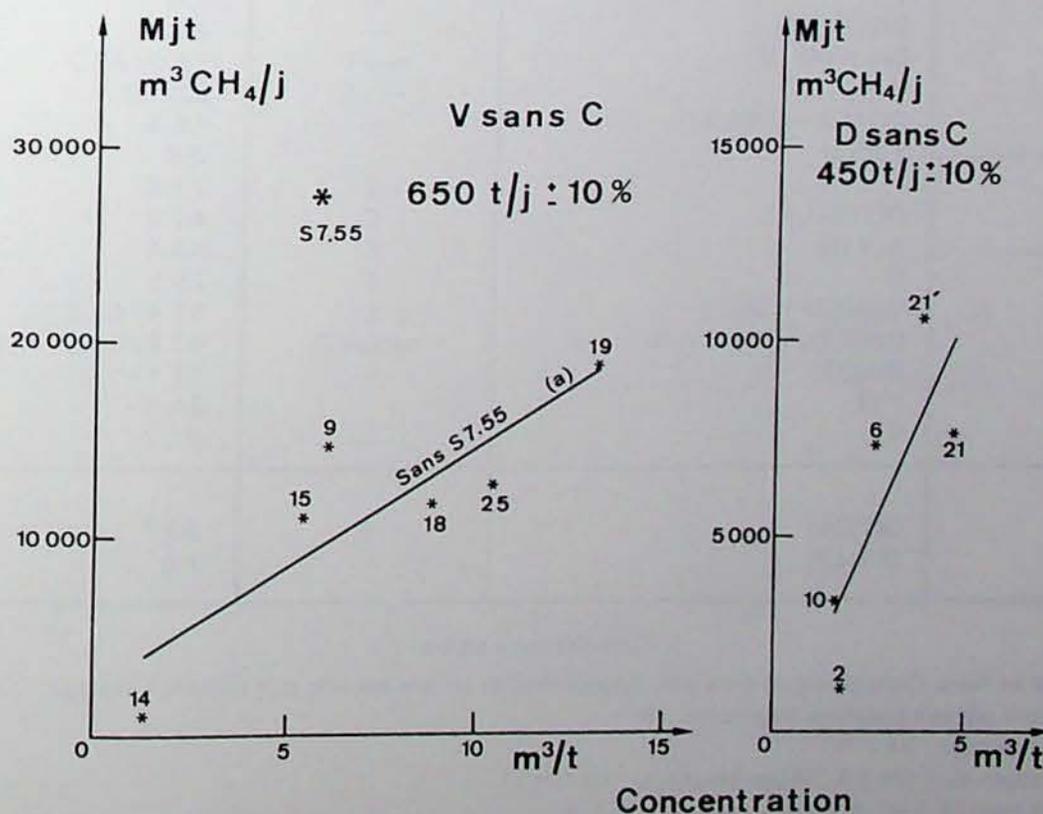


Fig. 6 — Relation (à production de charbon semblable) entre le dégagement de CH₄ dans le courant d'air par jour travaillé (Mjt) et la concentration mesurée, pour chaque chantier sans captage (sans C). Les chantiers sont séparés en deux groupes :

- ceux en zones vierges (V) (650 t/jour)
- ceux en zones détendues (D) (450 t/jour)

1.2.1.4. Méthode de prévision « a posteriori »

Rappelons (voir rapport Inix 1976) que nous avons établi, pour 6 tailles de Waterschei, une relation entre x (épaisseur des terrains de toit intervenant pour obtenir, à partir des concentrations mesurées, le dégagement réel) et $Prév$ (prévision pour une épaisseur en toit (1 m) moyenne des 6 tailles choisies). Cette relation s'exprimait par :

$$x = 0,868 Prév + 23,13 \quad (4)$$

et était valable pour un large domaine des x (13 à 125 m).

Les 6 tailles avaient été choisies soigneusement :

- 5 étaient exploitées en zones vierges ;
- leurs dégagements s'évaluaient de 5,7 à 83,9 m^3/t ;

TABLEAU VII. — Relation épaisseur x en toit et concentration C

Chantier		Puissance m	Concentration	x m
N°	Nom		C	
			m^3/t	
9	S5.49	1,00	6,02	77
15	G9.55	1,10	5,38	80
17	S7.55	1,00	5,71	111
18	D2.5B	1,30	8,77	30
19	L4.5B	1,41	13,20	71

- la moitié de ces tailles pratiquait le captage, comme c'était le cas dans le siège des 3 tailles sur 25 entre 1975 et 1977).

TABLEAU VIII. — Dégagements grisouteux

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

Symboles : voir tableau V.

- (1) Taille démarrée en mars. Captage depuis la mi-juin. Dégagement de la 1^{ère} période, puis de celle à captage.
- (2) Dégagement de la période à captage (depuis 10/76).
Taux moyen de captage : 24,7 %.
Dégagement moyen de 1/76 à 9/76 (sans captage) : 19,4 m^3/t .
- (3) Captage depuis mai (19,2 m^3/t). Taux de captage : 46,7 %.
- (4) Démarrée en mars. Captage depuis juillet (période à captage : 82,4 m^3/t). Taux de captage : 36,2 %.
- (5) Cette taille se trouve dans une zone dégazée par une faille importante à l'est.
- (6) Vierge si l'on néglige l'influence peu probable de l'exploitation antérieure en couche 50, à 68 m en toit.
- (7) Dégagement en zone vierge / Dégagement en zones vierge et détendue. Taux de captage : 19,4 et 28,1 %.
- (8) Captage durant la période en zone vierge (116,2 m^3/t).
- (9) On suppose que l'exploitation de la couche 55, à 87 m en toit, n'a pas d'influence.

Cependant, les dégagements de tailles ultérieures correspondent souvent à des épaisseurs x assez ou fort différentes de celles que donne la relation (4), ou toute autre relation établie à partir d'autres groupes de tailles.

1.2.1.5. Relation entre épaisseur des terrains et concentration

Parmi les 18 tailles de Waterschei dont nous connaissons les concentrations, nous avons choisi les 5 du tableau VII, en zones vierges, sans captage, et à x non nul.

On a obtenu, entre l'épaisseur en toit x et la concentration C ,

$$x = 1,58 C + 101,82 \quad (5)$$

x varie logiquement avec la concentration, mais plus faiblement qu'elle (si C double, x diminue d'environ 30 %) ; x n'est donc pas proportionnel à C , comme le suppose la méthode de prévision. Les conclusions sont semblables à celles concernant le dégagement (voir § 1.2.1.3.).

1.2.1.6. Dégagement de grisou dans les chantiers

Le tableau VIII présente les bilans relevés au cours de l'année. L'étude des paramètres du dégagement est en cours pour la période de recherche 1975-77,

financée par la C.C.E. Signalons la poursuite de l'étude du rapport $i = Mch/Mjt$ (Mch et Mjt étant le dégagement journalier moyenne mois respectivement par jour chômé et par jour travaillé) en fonction de la surface déhouillée par jour : s .

L'étude concerne les 13 tailles du tableau IX.

On constate que :

1°) Le phénomène $i \geq 1$ n'est pas particulier à Waterschei, puisqu'une des nouvelles tailles se trouve à Beringen ; elle possède d'ailleurs le i le plus grand (1,13) et le rapport A le plus élevé (37,5 %).

2°) La relation $i = f(s)$ est illogique (ascendante) pour 3 des 13 tailles :

- la K1.59 (où elle était auparavant logique)
- la S5.49
- la D2.5B.

Ces tailles n'ont pas nécessairement de $i \geq 1$.

1.2.1.7. Captage de grisou sur mine fermée

Au charbonnage du Centre, la quantité totale captée a dépassé 73 millions de m^3 CH_4 (à 0°, 760 mm Hg, 8.500 kcal), le débit mensuel étant compris entre 450.000 et 650.000 m^3 .

TABLEAU IX. — Relation $i = f(s)$

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

(1) $A = \frac{\text{nombre de semaines à } i \geq 1}{\text{nombre total de semaines}}$

(2) La relation est logique lorsqu'elle décroît (\).

Depuis 1975, la pression absolue du réservoir et la dépression appliquée n'ont guère varié (respectivement 330 à 360 et 430 à 470 mm Hg).

Le grisou capté conserve une composition très stable :

CH₄ : 94 %

CO₂ : 6 %

O₂ : 0 %.

Des exploitations étendues dans un gisement très grisouteux peuvent donc libérer des quantités notables de grisou pur 7 ans et demi après l'obturation des puits, simplement en appliquant une dépression assez constante, mais sur un réservoir remarquablement étanche.

1.2.2. Application du « process control » à la ventilation (1)

L'INIEX participe à cette étude pour ce qui concerne les dégagements grisouteux et les méthodes de prévision (voir § 1.2.1.4.).

L'étude de l'INIEX s'est terminée à la fin de cette année. Le rapport final est en cours de rédaction. Cette étude a permis d'adapter les appareils de mesure GTM et ATM ainsi que le tricapteur au système TF 24 de télé-transmission, et d'approfondir nos connaissances en matière de concentrations et de prévision des dégagements.

1.3. COMMUNICATIONS ET COMMANDE PAR RADIO

1.3.1. Mines

1.3.1.1. Câbles coaxiaux à tronçons rayonnants

L'étude expérimentale du rayonnement provoqué par l'insertion de tronçons de câbles à fuites, en série dans un câble coaxial à conducteur extérieur plein, s'est poursuivie dans le tunnel expérimental de Lannay. Cette étude permet, dès à présent, de définir les capacités de ce système. Elle a consisté en des mesures comparatives, en tunnel, des niveaux de rayonnement de différents types de câbles, et en des mesures, en laboratoire, de leur inductance de transfert.

Les diagrammes de la figure 7 (a, b, c) montrent les niveaux de champ obtenus à 100 MHz au voisinage d'un tronçon rayonnant de câble R × 4 — 1 (inductance de transfert mesurée : 2,6 nH), d'un tronçon rayonnant de câble R × 4 — 2 A (inductance de transfert mesurée : 5,6 nH) et d'un tronçon rayonnant de câble R × 4 — 3 A (inductance de transfert mesurée : 18,4 nH). On observe sur ces diagrammes, le caractère directionnel des tronçons rayonnants.

Ces mesures, complétées par des mesures de la perte d'insertion provoquée par les tronçons rayonnants, permettent de définir la structure optimale du tronçon rayonnant et mettent en évidence les conditions optimales d'utilisation de ce système, ainsi que les avantages qu'il présente par rapport au câble coaxial à « fuites ».

Nous avons également étudié l'influence respective de la position, par rapport à la paroi de la galerie, des tronçons rayonnants, et des sections non rayonnantes du câble coaxial sur le niveau du champ dans

la galerie. Cette étude montre qu'à certaines fréquences, il suffit d'installer à distance convenable de la paroi, les seuls tronçons rayonnants, le reste de la ligne pouvant être simplement posé contre la paroi, ce qui en réduit le coût d'installation. Les résultats obtenus à ce jour sont cependant encore incomplets. Les études ultérieures devraient permettre de mieux définir les cas où la position des sections non rayonnantes du câble à tronçons rayonnants n'influence pas la propagation du champ dans la galerie.

Enfin, nous pensons pouvoir très prochainement définir les caractéristiques d'un câble à tronçons rayonnants à hautes performances et qui serait directement manufacturé par une câblerie.

1.3.1.2. Système INIEX/Delogne

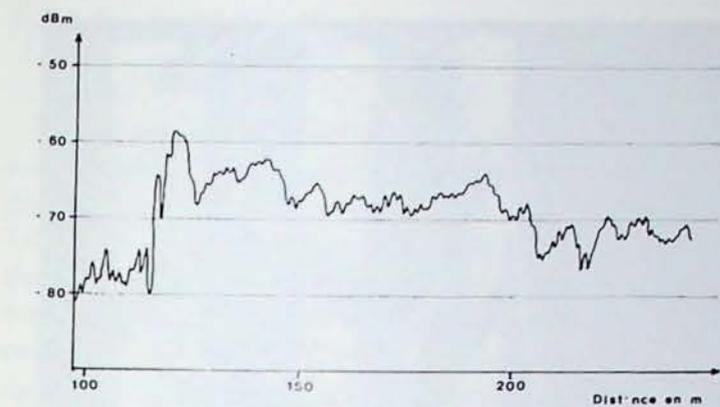
Des démarches ont été entreprises à Washington, USA, et à München, RFA. On a de bonnes raisons de penser que les brevets seront bientôt accordés dans ces deux pays.

La convention qui avait été passée entre Andrew Antenna Cy. Ltd. et l'INIEX a été prolongée pour une période de longueur identique.

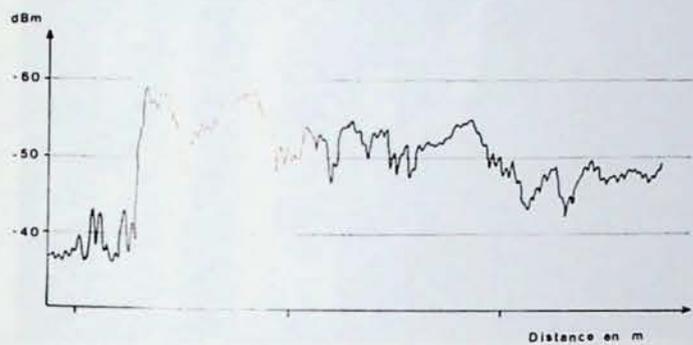
Un réseau de télécommunications INIEX/Delogne a été établi dans les travaux du fond des Mines de Potasse d'Alsace au siège Théodore. Il est utilisé avec des X-phones et des Y-phones.

Afin de mesurer le niveau des signaux HF sinusoïdaux circulant dans les lignes coaxiales INIEX/Delogne, on a élaboré un appareil de mesure de

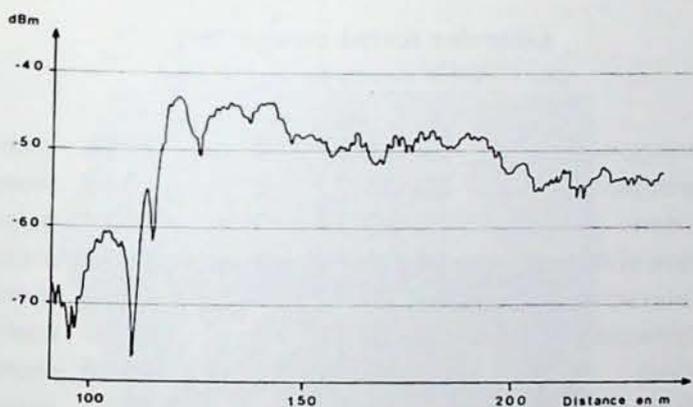
(1) en collaboration avec l'Institut d'Hygiène des Mines et l'Université Catholique de Louvain.



a) câble R x 4-1



b) câble R x 4-2A



c) câble R x 4-3A

Fig. 7 — Niveaux de champ au voisinage d'un tronçon rayonnant de ligne guide d'ondes.

Sortie du générateur : + 10 dB
Fréquence : 100 MHz

champ. L'appareil convient pour des mesures de fréquences comprises entre 1 à 10 MHz. Il présente une impédance d'entrée de 60 ohms environ, ce qui est une valeur moyenne entre les valeurs extrêmes de 50 et 75 ohms qui sont les valeurs courantes des lignes de transmission utilisées. Par mesure de sécurité et

pour faciliter l'utilisation de ces appareils, on l'a conçu de manière qu'il soit entièrement passif. Une demande d'agrément est introduite. La figure 8 représente le schéma de principe du mesureur de champ simplifié INIEX-POE mis au point au laboratoire.

1.3.1.3. Appareils radio pour la mine

Depuis longtemps déjà, le besoin d'avoir un émetteur-récepteur adapté à notre système de transmission par câble s'est fait sentir. A l'heure actuelle, seule la France possède un appareil travaillant dans la bande de fréquence 5 à 10 MHz.

Des études du Professeur Delogne de l'UCL ont montré qu'il y avait moyen d'améliorer très nettement les performances de cet appareil.

C'est pour cette raison que le nouveau programme de recherche de la CECA est essentiellement basé sur la construction d'un émetteur-récepteur capable de transmettre des informations analogiques et digitales. Ce système, très souple, permettra, outre la transmission de la parole, de coupler tous les capteurs existant actuellement ou à venir à un microprocesseur ou à l'ordinateur central du siège. Certains mobiles seront dotés de possibilités de réponse à un appel sélectif. Les circuits permettant le décodage et la réponse à un appel sélectif ont été développés et mis au point. Il s'agit d'un système permettant le décodage d'un groupe code à 3 tons particulier au mobile appelé. Il comprend une mémoire d'appel avec voyant et signal sonore, ainsi qu'un transpondage automatique permettant de s'assurer du bon fonctionnement de la liaison vers ce mobile particulier, au départ du poste appelant. Le code particulier du mobile est déterminé par trois résistances de précision. Le simple remplacement de ces résistances permettra de programmer le mobile pour un nouveau code. Le décodage, la mémoire d'appel et le transpondage automatique sont assurés par un seul circuit intégré.

On a également mis au point les circuits permettant la commutation émission-réception nécessaire pour assurer le renvoi du code vers le poste appelant, ainsi que la commutation manuelle émission-réception.

L'ensemble des circuits du récepteur a été réalisé en vue de son intégration dans un boîtier prototype réalisé dans les laboratoires de l'INIEX. Une seule plaquette comprend les circuits du récepteur et les circuits d'appel sélectif (fig. 9).

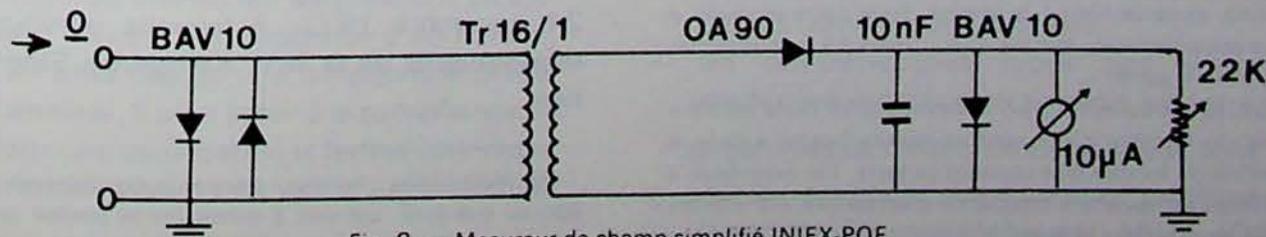


Fig. 8 — Mesureur de champ simplifié INIEX-POE

Une firme belge et une firme américaine semblent intéressées par la construction et la commercialisation de l'émetteur-récepteur dans la mesure où il y aurait un marché suffisant.

Dès que nous disposerons d'émetteurs-récepteurs, nous pourrions demander au « US Bureau of Mines » de nous appuyer dans une démonstration. Une attention toute particulière doit être portée à la compatibilité de notre système avec le système MCM-101 existant actuellement déjà dans plusieurs mines américaines.

1.3.1.4. Intelligibilité des messages dans la mine

Le Laboratoire d'Analyse Statistique des Langues Anciennes (LASLA) a reçu sous forme écrite les enregistrements réalisés par l'INIEX dans les mines de Campine, ainsi que les cours de néerlandais mis au point à Zolder (« Wij leren Nederlands » et « Kursus Rover Stutter »). Les mots qui contiennent ces textes sont enregistrés sur fichiers d'ordinateur, avec leur référence (numéro d'ordre), le lemme (1) auquel ils se rattachent, un code grammatical (substantif, adjectif, verbe, etc...) et, éventuellement, une indication spéciale pour les mots techniques ou étrangers. Pour chacun de ces textes, le LASLA réalise un index, c'est-à-dire une liste alphabétique des lemmes. Pour chaque lemme, l'index fournit le nombre d'occurrences (1) de ce lemme, ainsi que la référence de chacune de ces occurrences.

Outre l'index, le LASLA réalise pour chaque texte une liste de fréquences. Dans cette liste, les lemmes sont rangés dans l'ordre décroissant des fréquences.

On trouvera ci-dessous la liste des textes enregistrés. Le total des formes traitées est d'environ 30.000 mots.

Les travaux suivants ont été réalisés :

- Index général.
- Liste de fréquence générale.
- Liste de fréquence par catégories grammaticales.
- Liste des 50 mots (lemmes) les plus fréquents.

(1) Nous appelons « formes » les mots tels qu'ils se présentent dans les textes. Par exemple, la phrase « Je parle néerlandais et tu parles français » contient 7 formes. Nous appelons « lemmes » les mots tels qu'ils se présentent dans le dictionnaire. Dans notre exemple, les 7 formes peuvent être rattachées à 6 lemmes : je, parler, néerlandais, et, tu, français.

Nous appelons « occurrences d'un lemme » les formes qui, dans un texte donné, se rattachent à ce lemme. Dans notre exemple, il n'y a qu'une occurrence du lemme « je », mais il y a deux occurrences du lemme « parler ».

En principe, la « fréquence d'un lemme dans un texte donné » est le rapport du nombre d'occurrences que ce lemme a dans le texte au nombre de formes que contient ce texte. Par extension, il arrive souvent qu'on appelle « fréquence d'un lemme » le nombre d'occurrences qu'il a dans le texte.

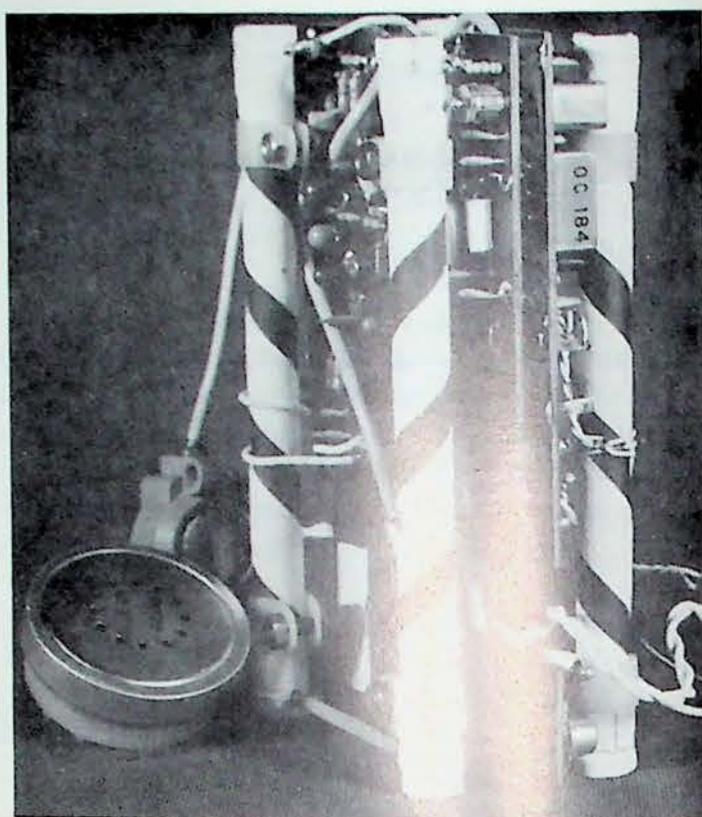


Fig. 9 — Prototype d'émetteur-récepteur portable 7 MHz pour la mine

Liste des textes enregistrés par l'INIEX envoyés au LASLA

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

- Liste des 50 mots-pleins (2) (lemmes) les plus fréquents.
- Etudes de l'accroissement du vocabulaire (nombre de lemmes) en fonction du nombre de mots (formes) traités.
- Comparaison du vocabulaire présenté dans les cours de néerlandais mis au point à Zolder avec les échantillons traités.
- Réalisation d'un programme de détection automatique des ambiguïtés au niveau oral.

Pour réaliser ces travaux, le LASLA fait usage de techniques très diverses et relativement complexes dont on a donné un aperçu au cours d'une réunion le 24 novembre 1977, à laquelle participaient des représentants de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

(2) Mots-pleins : mots qui portent la signification ; par opposition au mot-outil, qui sert à construire la phrase (p. ex. article, conjonction, etc.).

1.3.1.5. Système de télécontrôle et d'arrêt d'urgence

Dans le rapport d'activité INIEX de 1975, nous avons décrit un appareil de sécurité construit à la demande de la direction de la mine expérimentale de Tremonia en République Fédérale d'Allemagne. Le dispositif est destiné à la surveillance des mouvements d'un cuffat et de son curseur dans un puits en construction. Le principe de fonctionnement de cet appareil est simple. La consommation de courant est donc faible. Malheureusement, l'appareil n'est pas totalement immunisé contre les impulsions parasites. Dans certains milieux bruyants, des impulsions de niveau et de largeur différentes viennent après la détection s'intercaler avec les impulsions envoyées par l'émetteur. Il se peut donc que le système logique ne se rende pas compte de l'absence des impulsions normales ou, en tout cas, mette un temps trop long pour réagir.

On a construit un nouvel appareil. Une attention toute particulière a été portée à l'insensibilisation de cet appareil aux parasites. La figure 10 représente le nouvel appareil.

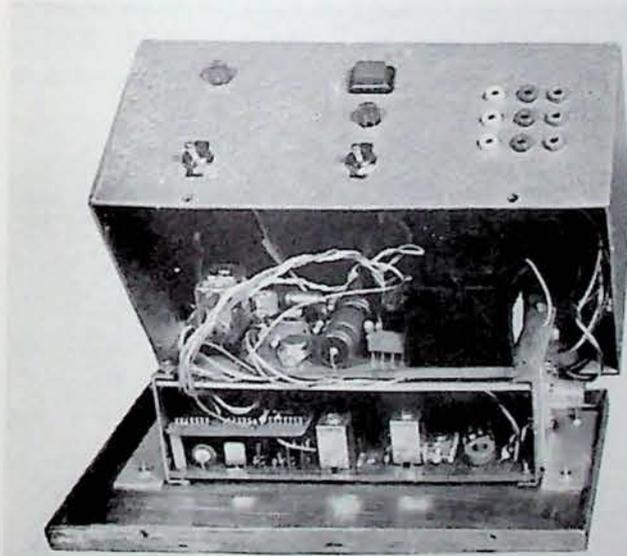


Fig. 10 — Appareil de sécurité pour cages de mine

Les deux appareils réalisés l'ont été pour une application bien particulière : empêcher la séparation entre le cuffat et le curseur dans un puits en construction. On peut cependant imaginer une multitude d'autres applications. On peut très bien, en effet, remplacer les contacts de l'interrupteur par une sonde thermique ou une sonde de pression. Le système peut donc servir à la surveillance d'un moteur, et le mettre à l'arrêt dès qu'une température prédéterminée est atteinte. Il peut servir à la surveillance de la pression dans une canalisation et fermer une vanne dès que la pression atteint une valeur jugée prohibitive.

Grâce à l'utilisation d'un circuit intégré multi-fonction, l'appareil que nous avons construit pourrait surveiller 22 fonctions.

1.3.2. Tunnels routiers

Le Ministère des Travaux Publics a chargé l'INIEX d'une entreprise ayant pour objet l'établissement d'un système destiné à maintenir la continuité de liaisons radiophoniques entre postes extérieurs et véhicules circulant dans les tunnels sous l'avenue Louise à Bruxelles. La réalisation projetée est envisagée à titre de prototype expérimental, se situant dans le prolongement des études techniques menées par l'INIEX.

L'entreprise comprend la fourniture, le montage, le réglage et la mise en service en parfait ordre de marche, dans les tunnels sous l'avenue Louise à Bruxelles, d'un système destiné à permettre :

- a) la réception normale des émissions radiophoniques publiques dans les véhicules automobiles et ce, dans les gammes moyennes et longues et dans la bande utilisée pour la modulation de fréquences ;
- b) la réception normale des émissions radiophoniques privées de divers services de sécurité : gendarmerie, pompiers, police, service 900, Touring Secours, dans les véhicules de ces services ;
- c) la retransmission en dehors des tunnels des émissions à partir des véhicules de service visés sous b.

L'entreprise comprend également toutes les études, les mesures et essais préparatoires nécessaires pour la mener à bonne fin.

Cette partie fait l'objet d'un rapport suffisamment détaillé pour permettre à l'Administration de disposer des éléments nécessaires à l'élaboration des cahiers des charges ultérieurs pour des entreprises semblables.

Ces éléments comprennent essentiellement :

- les niveaux minima à respecter pour les champs électriques dans les tunnels ;
- le taux d'intermodulation recommandé en ayant en vue un compromis technico-économique optimal ;
- le calcul du gain des amplificateurs nécessaires ;
- le code de bonne pratique pour la pose des câbles utilisés comme guide d'ondes ;
- les caractéristiques types des équipements électriques spéciaux nécessaires à l'entreprise.

Les gammes de fréquence demandées sont :

- a) pour les réceptions des émissions publiques :
 - la gamme des ondes longues : 150 à 400 kHz ;

- la gamme des ondes moyennes : 550 à 1.600 kHz ;
- la gamme utilisée pour la modulation de fréquence : 88 à 108 MHz.

b) pour la réception et l'émission des émissions privées :

- de la police de Bruxelles aux fréquences de 152,8 - 152,9 — 153,05 - 153,25 MHz ;
- des services de pompiers ou des services 900 : 166,33 MHz ;
- de la gendarmerie : 168 MHz ;
- de Touring Secours : 70 MHz.

Le système fait appel à la radio tant pour assurer la réception des émissions radiophoniques dans le tunnel que pour assurer la réémission vers l'extérieur du tunnel.

Les ondes radiophoniques sont captées par une antenne ad hoc montée sur un poteau à une dizaine de mètres de l'entrée de la cabine de commande des tunnels de l'avenue Louise.

Les ondes captées sont transmises à un réseau de câbles dans les tunnels pour la réémission des ondes radiophoniques.

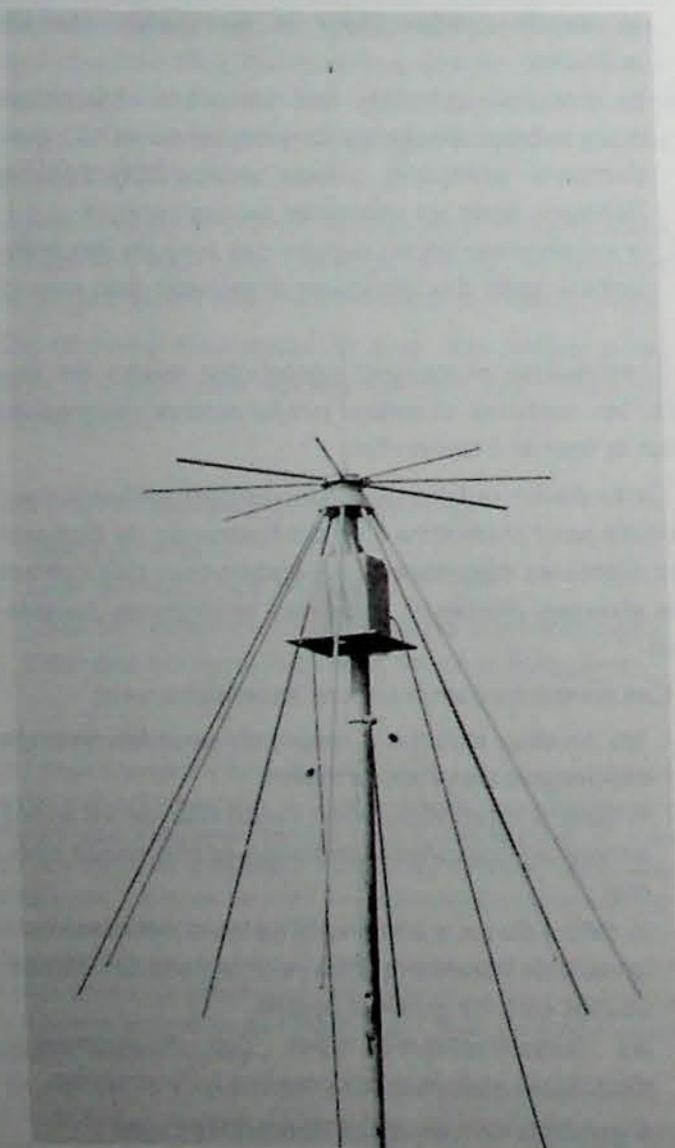


Fig. 11 — Antenne de réception et d'émission pour le tunnel de l'avenue Louise

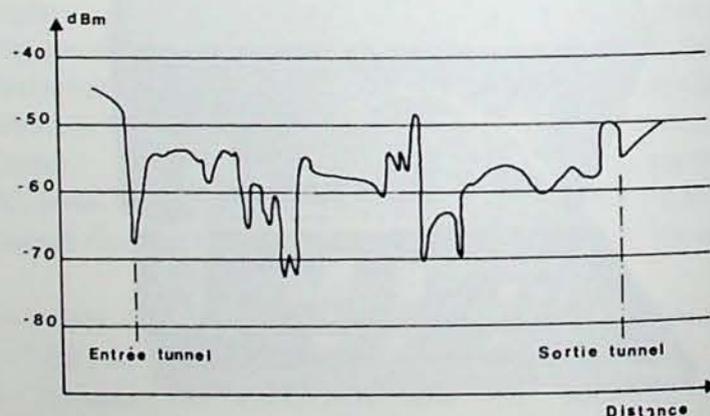
Le poteau a une dizaine de mètres de hauteur. L'antenne est calculée spécialement pour les fréquences considérées et est reliée par câble aux équipements électriques nécessaires placés dans la cabine de commande. Les dispositifs nécessaires de préamplification et de filtrage sont prévus (fig. 11).

Un câble coaxial à dispositifs rayonnants a été accroché sur toute la longueur des tunnels, dans le courant du mois de juin.

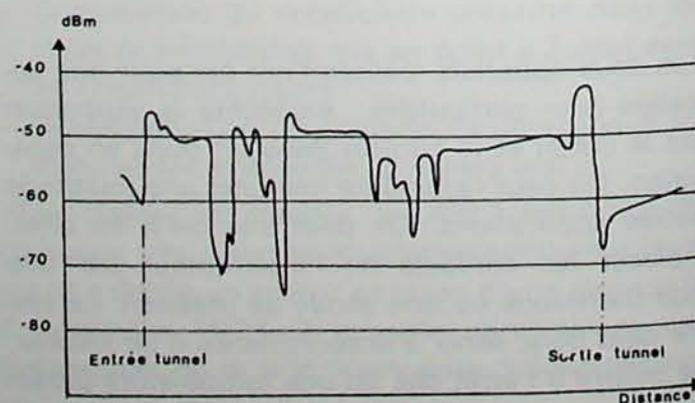
Les tunnels sous la place Louise se composent :

- du tunnel Louise I comprenant 2×2 bandes de circulation dans le sens porte de Hal — porte de Namur ; la longueur couverte est de 316 m ;
- de 1×2 bandes de circulation dans la boucle de liaison entre Louise I à Louise II ; la longueur couverte de cette boucle est de 133 m ;
- du tunnel Louise II comprenant 2×2 bandes de circulation de l'avenue Louise à la place Poelaert ; la longueur couverte de ce tunnel est de 395 m ; 2×2 bandes de circulation de la bifurcation vers la place Poelaert ; les deux embranchements forment une longueur totale de 70 m ;
- de 1×2 bandes de circulation dans le tunnel de liaison de Louise II vers Louise I.

A la fin de l'année, il était possible de recevoir dans tous les tunnels les postes ci-après : RTB1, BRT1, France Inter, RTL. A titre indicatif, on a fourni à la



a) Station ondes moyennes



b) Station grandes ondes

Fig. 12 — Diagramme simplifié de la variation du champ dans les tunnels routiers de l'avenue Louise

figure 12a le diagramme simplifié de la variation de champ pour une station ondes moyennes et à la figure 12b la variation de champ pour une station grandes ondes. Pour réaliser ces mesures, on a parcouru le tunnel avec une camionnette équipée spécialement d'appareils appropriés (fig. 13).

Pour les émissions-réceptions bilatérales des services de sécurité, des relais Simplex spéciaux ont été calculés, dessinés et construits par l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve pour le compte de l'INIEX et le prototype se trouve actuellement chez le constructeur chargé de préparer les exemplaires nécessaires à l'entreprise.



Fig. 13 — Vue des appareils de contrôle et de mesure dans le laboratoire mobile

1.4. GAZEIFICATION SOUTERRAINE

1.4.1. Collaboration internationale

L'accord conclu entre le Gouvernement belge et le Gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne en vue de l'étude de la gazéification souterraine à haute pression variable a été ratifié par le Parlement belge en fin de l'année 1977. Cependant, dès le début de l'année, le Comité de Direction chargé de la gestion de l'accord et le Comité Technique de Coordination des Recherches ont été mis en place et de nombreuses réunions d'échange d'informations ont été organisées.

Lors de sa réunion de décembre 1977, le Comité de Direction a décidé d'entreprendre la préparation d'une première expérience « in situ » et un groupe de travail belgo-allemand a été constitué en vue de la mise au point d'un dossier destiné à préciser les objectifs, le programme et les moyens techniques et budgétaires à mettre en œuvre.

1.4.2. Développement des études préliminaires

Expériences de linking

Ces expériences se déroulent dans deux charbonnages de Campine (Helchteren-Zolder et Beringen) et dans deux charbonnages du bassin sud (Monceau-Fontaine et Roton-Farciennes). Dans tous les cas, on

cherche à établir la liaison, dans une couche vierge, entre deux sondages distants de 80 m.

L'ouverture des couches varie de 0,80 m à 1,20 m et leur profondeur de 715 m (Helchteren-Zolder) à 1.250 m (Monceau-Fontaine).

Les couches du bassin nord sont constituées de charbons gras (MV : 28 à 30 %) et les couches du bassin sud de charbons maigres ou anthraciteux (MV : 7,5 % pour Roton-Farciennes et 9,7 % pour Monceau-Fontaine).

Trois des expériences sont réalisées par injection d'eau et une seule par injection d'air.

Les pressions d'injection d'air se situent entre 120 et 150 bar ; les pressions d'injection d'eau entre un minimum de 80 bar et un maximum de 380 bar.

L'ensemble des résultats obtenus jusqu'à présent permet de dégager un certain nombre de conclusions :

- 1°) La perméabilité naturelle des couches situées à grande profondeur est généralement faible ou très faible ; trois des couches expérimentées ont une perméabilité naturelle de l'ordre de 0,1 à 1 millidarcy et la quatrième de l'ordre de 0,01 millidarcy.
- 2°) L'utilisation de pressions d'injection voisines de la pression lithostatique a pour effet d'augmenter très considérablement la perméabilité au voisinage du trou d'injection ; il en résulte que la perméabilité apparente de la veine peut être multipliée par un facteur 10 et parfois davantage.

Ceci permet de réaliser des débits d'injection relativement élevés (16 m³ d'eau par 24 h à Helchteren-Zolder et 7,5 m³ par 24 h à Monceau-Fontaine).

- 3°) Le débit recueilli au sondage servant d'exutoire est habituellement petit en comparaison du débit injecté (de l'ordre de 1 à 20 %), la perméabilité autour du trou exutoire restant au niveau de la perméabilité naturelle de la veine. Il est dès maintenant évident que, pour obtenir le passage d'un débit important, des méthodes spéciales devront être appliquées pour élargir le trou exutoire ou pour augmenter la perméabilité dans la zone qui l'entoure. On pourrait avoir recours, dans ce but, à un fracking hydraulique avec injection de sable ou à un élargissement du sondage par combustion d'une certaine quantité de charbon.

Essais de gazéification sous haute pression

L'installation expérimentale de gazéification sous pression de la station d'INIEX a été utilisée régulièrement durant toute l'année (voir chapitre 3 : Station d'Essais). La première série d'essais de gazéification à l'air à différents débits et sous différentes pressions, a été terminée au cours du premier trimestre ; le programme s'est poursuivi par une série d'essais avec écoulement discontinu et variation de la pression.

Des résultats obtenus jusqu'à présent, on peut déjà tirer deux conclusions importantes :

- 1) Dans un réacteur rempli d'un mélange de pierres et de charbon, les pierres préchauffées peuvent constituer un excellent régénérateur de chaleur ; dans ces conditions, une gazéification à l'air en présence d'une charge sèche produit un front de combustion dont la température dépasse largement 1.700°C. Pour le développement de la gazéification souterraine à grande profondeur, dans un gisement sec et étanche, il semble indispensable de s'orienter vers l'utilisation d'un mélange air + vapeur (ou éventuellement air + CO₂) en vue de réduire la pointe de température et d'augmenter le rendement de gazéification.
- 2) Dans les conditions de haute pression et de haute température, réalisées dans le réacteur, de très faibles vitesses relatives entre l'air et la charge suffisent à entretenir les réactions de gazéification à un niveau satisfaisant ; dans ces conditions, la variation de la pression de fonctionnement du gazogène souterrain paraît susceptible d'avoir un effet notable sur le développement des zones gazéifiées par pénétration du front de réaction dans la fissuration du massif et dans les zones d'éboulis.

Le professeur L'Homme, chargé du cours de Chimie Physique à l'Université de Liège, et son assistant, M.

Pirard, participent à nos travaux en vue de la mise au point d'un modèle mathématique basé sur les résultats de nos essais et qui pourrait permettre d'en étendre la portée en prédéterminant l'effet de différents paramètres.

Etude des caractéristiques de combustion de mélanges gazeux à faible pouvoir calorifique, dans une chambre sous haute pression

Une étude fondamentale est en cours depuis un an dans les laboratoires de l'Université Catholique de Louvain, en vue de déterminer l'effet de la pression sur la vitesse de combustion et sur le domaine de stabilité des flammes.

Les résultats obtenus jusqu'à présent montrent que l'augmentation de la pression a toujours pour conséquence d'élargir le domaine de la stabilité de la flamme.

Les vitesses de combustion, en régime laminaire, diminuent quand la pression augmente mais cette diminution est relativement lente, la vitesse étant liée à la pression par une relation de la forme $V = P^n$ avec une valeur de n de l'ordre de $-0,2$ à $-0,3$. Il résulte de ceci que le débit massique qui peut être utilisé dans un brûleur de dimensions déterminées augmente un peu moins vite que la pression.

Au cours de l'année prochaine, on abordera l'étude des flammes turbulentes.

Cette étude sera réalisée parallèlement : sur un plan fondamental dans les laboratoires de l'Université Catholique de Louvain et sur un plan plus technique par la mise en service d'une chambre de combustion cyclone à la station pilote de l'INIEX.

Etude de la possibilité économique d'une valorisation industrielle du procédé de gazéification souterraine

L'étude réalisée par le groupe de travail de la Commission Gazéification Souterraine a été publiée dans le numéro de février des Annales des Mines de Belgique.

Les résultats de cette étude ont été repris et développés dans une conférence présentée à Louvain-la-Neuve le 18 mars 1977, dans le cadre d'une journée sur la gazéification du charbon. La comparaison des prix de revient de gaz pauvre, d'électricité et de gaz riche (genre Lurgi), qui seraient produits par gazéification souterraine de gisements de charbons situés entre 700 et 1.500 m de profondeur, montre que le paramètre essentiel est le nombre de m³ de charbon susceptible d'être gazéifié à partir d'un même sondage. Au niveau de 5.000 m³ par sondage, la gazéification souterraine serait compétitive avec l'exploitation souterraine classique ; au niveau de 10.000 m³ par sondage, les prix de revient se situeraient au niveau des prix de revient obtenus à partir de charbons exploités à ciel ouvert.

Dans le cadre du programme R.D. des services de Programmation Scientifique, une étude technico-économique à moyen et à long terme de la gazéification souterraine est en cours de développement à la Faculté Polytechnique de Mons (Chef d'Unité : Professeur G. Labeau ; Chargé de Recherche : Ph. Lermusieau). Des programmes d'ordinateurs ont été établis en vue de déterminer les variations du prix de revient du gaz en fonction de divers paramètres d'exploitation.

Dans un rapport technique du 20 mai 1977, les auteurs soulignent que « les variables les plus importantes sont toujours :

- l'interdistance entre les forages,
- le rendement de la centrale,
- la profondeur maximum atteinte,
- le taux de récupération de l'énergie in situ,
- la puissance requise des couches qu'il sera possible d'exploiter par un même réseau de forages ».

L'étude de la sensibilité du prix de revient aux différentes variables les conduit à conclure que les seuls investissements très risqués dans l'expérimentation de la gazéification souterraine sont ceux qui ont pour but de démontrer la possibilité d'établir des linkings entre sondages suffisamment espacés et d'atteindre un taux de récupération suffisant.

Si ces deux difficultés peuvent être surmontées, l'intérêt économique de la gazéification souterraine justifierait des investissements très importants et qui ne présenteraient que peu de risques dans des domaines tels que :

- les techniques de forage,
- l'étude de la possibilité d'utiliser un même réseau de forage pour la gazéification successive de plusieurs couches,
- l'étude des ressources géologiques et des sites d'exploitation,
- l'étude du lavage du gaz et de sa combustion,
- l'étude de la centrale à cycle combiné et de la mise en service des premières unités pilotes.

L'aspect économique des études de gazéification souterraine a également été développé dans une étude présentée conjointement par MM. Patigny et Chandelle au troisième symposium annuel sur la gazéification souterraine du charbon, organisé en Californie du 6 au 11 juin par l'ERDA et par le Lawrence Livermore Laboratory. Cette étude qui a pour titre : « Economic Prospects of Underground Gasification at Great Depth and under High Pressure » met en lumière l'influence de la profondeur et de la pression sur les principaux éléments du prix de revient : coût des forages, énergie dépensée pour assurer la circulation de l'air et du gaz dans le circuit souterrain et rendement thermique de la gazéification. Les résultats numériques de cette étude montrent que :

- l'augmentation du coût des sondages en fonction de la profondeur peut être compensée par un assez faible accroissement de leur écartement ;
- la gazéification sous pression, associée à l'utilisation d'une centrale à cycle combiné gaz/vapeur, permet une forte diminution de l'énergie consommée pour vaincre les pertes de charge du circuit souterrain ;
- une sensible augmentation de la quantité d'énergie produite à partir de chaque m³ gazéifié peut être escomptée à haute pression, ce qui devrait conduire à une réduction du prix de revient par unité de quantité d'énergie.

Etude de l'équipement de la première station expérimentale de gazéification souterraine

Une étude préliminaire a été réalisée afin de préciser les caractéristiques générales de la station expérimentale de gazéification souterraine et d'évaluer le montant des investissements à prévoir suivant trois hypothèses :

- 1) Utilisation des gaz de gazéification dans une chaudière à vapeur, les compresseurs d'air de gazéification étant actionnés par des turbines à vapeur.
- 2) Combustion du gaz à la chandelle, les compresseurs d'air de gazéification étant actionnés par une turbine à gaz dont les fumées d'échappement alimentent une chaudière de récupération.
- 3) Combustion des gaz à la chandelle, les compresseurs d'air de gazéification étant actionnés par moteurs électriques et la vapeur nécessaire à la gazéification étant produite par une chaudière distincte.

Les premières estimations budgétaires incitent à choisir la troisième variante. L'investissement global pour l'ensemble des appareillages de surface serait de l'ordre de 150 millions de francs belges.

1.4.3. Sondage de reconnaissance sur le site de Thulin (Hensies)

Sur la base des études réalisées par le Service Géologique de Belgique, le site de Thulin semble réunir un certain nombre de circonstances favorables pour la réalisation d'une expérience de gazéification souterraine. En effet, on devrait pouvoir y recouper, à une profondeur de l'ordre de 800 à 900 m, un faisceau de couches vierges appartenant au gisement du Comble Nord et qui constitue le prolongement du faisceau de couches qui a été exploité durant 50 ans par les Charbonnages de Hensies-Pommerœul.

Pour obtenir une meilleure connaissance de ce site, un sondage de reconnaissance a été entrepris vers la fin du mois de novembre. La durée totale de ce travail est estimée à 6 mois.

On devra traverser tout d'abord une épaisseur de morts-terrains de l'ordre de 400 à 500 m, constitués de craie et de calcaire carbonifère. Après cela, on traversera un massif houiller dérangé (massif de Boussu) avant d'atteindre le gisement du Comble Nord constitué par des couches plus régulières et à faible pendage.

Il est prévu d'explorer le gisement jusqu'à une profondeur de 1.200 à 1.500 m.

Des échantillons de roche et de charbon seront prélevés par carottage continu dans toute la traversée des terrains houillers. Simultanément, on procèdera à un certain nombre d'études par les méthodes physiques mises au point par la Société Schlumberger afin de permettre d'établir une corrélation aussi précise que possible entre les résultats qui peuvent être obtenus par ces méthodes physiques et les résultats de l'étude des échantillons carottés.

Un subside spécial de 40 millions de francs belges a été mis à disposition, par le Ministère des Affaires Economiques, pour la réalisation de cette reconnaissance.

1.5. CARRIERES

1.5.1. *Etude des vibrations dues aux tirs*

Les mesures des vibrations se sont poursuivies dans des cas très variés, notamment aux grottes de Hampteau, à proximité d'une cheminée qui pourrait subir l'influence de tirs, et sur un chantier d'autoroute à proximité d'une canalisation enfouie de O₂ à 40 bar.

Nous avons été consultés pour la préparation du minage près d'habitations, en vue de prolonger l'autoroute Verviers-St. Vith, et pour mesurer les vibrations au futur emplacement d'une station d'épuration des eaux.

L'INIEX est occupé à mettre au point un sismomètre à capteur inductif, qui fonctionnera sur batteries rechargeables et qui affichera le maximum de la vitesse de vibration provoquée par un tir. Il ne s'agit donc pas d'un appareil d'étude, mais de contrôle, fort précis et sensible, très maniable, donnant la valeur-critère des dégâts et ne réclamant aucune intervention directement avant ou après un tir.

1.5.2. *Valorisation de produits et bas-produits des carrières*

On a commencé le 1er septembre une recherche sur la valorisation des résidus de la désulfuration des gaz à la chaux. Un contrat a été conclu entre l'INIEX et l'UCCD qui a obtenu un subside de l'IRSIA. L'étude s'étalera sur deux ans. Conformément au contrat, nous avons conditionné (au point de vue pH et humidité) et envoyé aux autres centres de recherches participant à cette étude 13 échantillons de boues sulfatiques d'une centaine de kg, provenant d'une installation de désulfuration de gaz de grillage de blende. Des essais de filtrabilité de ces boues ont été réalisés sur centrifugeuse, sur filtre-pressé et sur filtre sous vide avec échauffement du gâteau. D'autre part, les analyses de polluants dans les eaux mises en contact avec ces boues (eaux surnageantes et eaux de percolation) ont commencé.

Indépendamment de cette recherche, nos services ont également effectué divers essais particuliers à la demande de carriers : analyses granulométriques au tamis et à la balance de sédimentation, essais de filtrabilité, mesures de valeurs neutralisantes de produits calcaires, ou recherches bibliographiques particulières.

1.6. SERVICES DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE — GROUPE DE TRAVAIL « CHARBON »

La première réunion du groupe de travail « Charbon » s'est tenue en février 1975. Elle a été suivie rapidement de la signature de quelques accords internationaux. La Belgique a souscrit aux trois services désignés ci-après :

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

Le Technical Information Service a pour but de faire connaître aux pays membres les développements de la technologie houillère à travers le monde et de faciliter des échanges d'informations entre les pays participants. La base essentielle du service est un fonds documentaire mis en mémoire à Londres. Dans une première phase, l'Agence organisera la dissémination d'informations dans des bulletins contenant des résumés d'articles. Lorsque le bureau sera définitivement établi, il sera possible de l'interroger directement par ligne téléphonique ou indirectement par les réseaux de transfert d'informations européens. L'INIEX participe à l'établissement du fonds documentaire de l'AIE et on espère qu'ultérieurement ce fonds lui-même pourra être utilisé comme centre documentaire pour l'industrie charbonnière belge.

Le World Coal Resources and Reserves Data Bank Service étudie depuis quelques mois les ressources et réserves en charbon du bassin houiller de Campine. Lors d'une des premières réunions du Comité directeur de ce service, il a été décidé que la situation belge serait considérée comme un cas type d'étude des ressources et réserves d'un bassin houiller. Au cours des mois d'avril et mai 1977, on a effectué une étude générale de la géologie du bassin houiller de Campine. Cette étude a été menée par M. Foster, Chef du Service, son adjoint, M. Todd, et M. Van Doorne plus spécialement désigné à cet effet. Par les soins de l'INIEX, des contacts ont été établis avec le

Chef du Service Géologique de Belgique, MM. Tricot et Close, Géologues du Bureau de Géologie de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, et différentes personnalités connaissant bien le gisement houiller de la Campine. Un rapport intérimaire a été rédigé par l'Agence et soumis à la critique des experts belges. A la suite des observations émises, une deuxième phase d'étude a été entreprise et M. Van Doorne a effectué un nouveau séjour en Belgique pour améliorer et compléter sa connaissance du gisement houiller du Nord de la Belgique.

Le Mining Technology Clearing House a trois objectifs principaux :

- La rédaction d'un registre des thèmes des recherches et développements en cours.
- Des études approfondies dans des domaines techniques spécifiques.
- Une coopération entre pays membres dans des secteurs de recherches et développements attractifs pour plusieurs partenaires.

Plusieurs registres ont déjà été publiés.

...

L'appartenance de la Belgique aux trois services décrits rapidement ci-dessus nous donne l'occasion de contacts avec des représentants de nombreux pays, parmi lesquels les USA, le Canada, le Japon, la Nouvelle-Zélande, et d'autres pays qui ne font pas partie de la Communauté Economique Européenne.

Toutefois, les objectifs de l'Agence Internationale de l'Energie sont différents de ceux de la CCE et en particulier de la CECA. Les Directions de Bruxelles et de Luxembourg de la CECA continuent leur action de soutien au programme de recherches de l'INIEX dans le domaine minier et nous tenons à leur exprimer ici, une fois de plus, nos remerciements.

2. Laboratoire d'analyses et de recherches industrielles

2.1. INDUSTRIES EXTRACTIVES

2.1.1. Charbon et coke

2.1.1.1. Charbon

Si nous devons regretter l'arrêt total, en 1977, de l'analyse des charbons à coke importés, réalisée en vue de situer leur valeur par rapport à celle des charbons du bassin de Campine, nous constatons, par contre, une recrudescence notable d'analyses de charbons destinés à des utilisations industrielles diverses et, notamment, aux centrales électriques et aux cimenteries. Cette recrudescence coïncide avec le retour partiel du charbon dans l'exploitation des centrales. Plus de 150 échantillons de charbons ont été ainsi analysés (analyses immédiates et élémentaires, fusibilité et nature des cendres, teneurs en soufre, etc...).

Par ailleurs, nous avons continué régulièrement l'analyse pétrographique des charbons utilisés par une cokerie belge et nous avons reçu en stage de formation deux chercheurs du Centre de Recherche Métallurgiques, désireux d'utiliser ce type d'analyse.

En avril, nous avons organisé la 30ème session annuelle du Comité International de Pétrographie des Charbons, qui a réuni une cinquantaine de spécialistes de 15 pays. Nous avons, en particulier, assumé le secrétariat de la Commission des Applications Industrielles de ce Comité, qui étudie notamment les méthodes de prédictibilité de la qualité des cokes sidérurgiques, sur base des données pétrographiques, ainsi que les propositions de normes ISO relatives à ce domaine.

2.1.1.2. Coke

A la demande d'une cokerie belge, nous avons déterminé la réactivité de 8 cokes sidérurgiques par la méthode de mesure à 1.000°C avec balayage de CO₂

pur et dosage du CO formé par analyseur infra-rouge (réf. : ST/ECE/Coal/12 Nations-Unies CEE, New York, 1965).

2.1.2. Pétrole et gaz naturel

Dans le cadre des travaux d'exploration pétrolière effectués en collaboration avec le service de géochimie de Labofina, nous avons poursuivi l'étude de la matière organique dispersée dans les roches sédimentaires. Les examens portent à la fois sur la détermination du type de matière organique dispersée rencontré dans chaque échantillon, par étude au microscope en lumière normale réfléchi et transmise et en lumière fluorescente, ce qui permet de mettre en évidence les faciès favorables ou non à la formation de pétrole, et sur la détermination du degré de maturation, ou rang de cette matière organique, par mesure du pouvoir réflecteur des particules carbonées (huminite, vitrinite), ce qui permet de situer les échantillons par rapport aux phases successives de la formation du pétrole.

Au cours de cette année, nous avons examiné une centaine d'échantillons, et nos travaux ont envisagé les 4 thèmes principaux suivants :

1. Etudes de routine d'échantillons provenant de sondages de prospection, en vue d'estimer le potentiel pétrolier (28 analyses).
2. Etudes d'échantillons (schistes et roches à kérogène) ayant subi en laboratoire une pyrolyse de plus en plus poussée. Cette étude fait suite à une première recherche entreprise sur des charbons de rangs divers (Somers, Leplat et Noël 1975), qui nous avait permis de mettre en évidence que les propriétés optiques (pouvoir réflecteur de la vitrinite et de l'exinite) de charbons pyrolysés connaissent des transformations analogues à celles qu'elles ont connues au cours du processus naturel de la houillification géologique. Nous

élargissons nos investigations vers les roches sédimentaires autres que les charbons, et en modifiant les conditions de la pyrolyse (température et durée).

3. Etude d'échantillons de quelques sondages campinois, dans le cadre d'une révision d'ensemble de ce bassin (42 analyses).
4. Etude d'échantillons récents, provenant de sondages marins peu profonds, afin d'examiner les propriétés des matières organiques peu évoluées (32 analyses). Les résultats de l'étude optique de ces échantillons ont été mis en parallèle avec les résultats obtenus en géochimie, entre autres en résonance électronique paramagnétique (études de Labofina), et la synthèse des travaux fait l'objet d'une publication (sous presse).

En préparation à la réunion annuelle de l'ICCP qui s'est tenue en avril à Wégimont, nous avons assuré une partie du secrétariat de la commission des applications géologiques (commission MOD), et regroupé les résultats d'une enquête lancée à la fin de l'année dernière auprès de tous les membres de la commission.

Nous avons également participé aux travaux préliminaires d'un groupe de travail sur les bitumes et nous avons effectué l'analyse des échantillons proposés par ce groupe de travail.

Après la réunion de l'ICCP, nous avons reçu la visite de collègues espagnol, canadien et soviétiques, intéressés spécialement par les techniques utilisées dans nos laboratoires pour la préparation de la matière organique dispersée.

Au cours du mois de mai, nous avons, en collaboration avec P. Leplat de Labofina, présenté au 8e Congrès International de Géochimie organique de Moscou, une communication dans laquelle était proposée une nouvelle méthode de classement du potentiel pétrolier des roches, basée à la fois sur le pouvoir réflecteur et sur le degré de résonance paramagnétique électronique de la matière organique qu'elles contiennent.

En septembre, nous avons organisé, en collaboration avec l'Université de Liège, un symposium sur l'« Apport des Techniques récentes en Palynologie ». Ce symposium, qui s'est tenu dans les locaux de l'INIEX, était organisé sous l'égide de l'Association des Palynologues de Langue Française et du Palynologische Kring des Pays-Bas. Quatre-vingts participants se sont réunis pour entendre une vingtaine de communications sur des thèmes allant de l'informatique au microscope électronique. Ces com-

munications seront publiées dans les Annales des Mines de Belgique dans le courant de 1978.

Au cours de ce symposium, nous avons présenté, en collaboration avec M. Streel (Université de Liège), une communication sur les « Effets d'intrusions de diabas sur les assemblages de spores et le pouvoir réflecteur de la vitrinite dans une séquence schistogréseuse au sommet du Dévonien à Langenaubach (R.F.A.) ». Les 23 échantillons de schistes étudiés sont répartis sur un profil de 17 mètres dans une séquence appartenant aux couches de Wocklum et de Hangenberg. Ils contiennent des spores appartenant à la zone pusillites-lepidophytus. La partie moyenne du profil comprend cinq « sills » intrusifs de diabas, de faible épaisseur (maximum 40 cm). La mesure du pouvoir réflecteur de la vitrinite sur ces échantillons montre que l'effet des intrusions sur l'état d'évolution de la matière organique est très faible à nul, ce que l'on peut expliquer par la trop faible épaisseur des intrusions.

Dans le courant du dernier semestre à l'occasion d'un séjour d'étude d'un géologue indien, Mr Ghosh, de Calcutta, nous avons examiné une série d'échantillons de charbons indiens, principalement en microscopie par fluorescence, ce qui nous a permis de mettre en évidence la présence d'alginite dans ces charbons du Gondwana. Ces études préliminaires permettent une meilleure définition des différents composants de ces charbons, grâce à la fluorescence, et elles semblent modifier les résultats des analyses macérales obtenus par l'examen classique en lumière normale, principalement en ce qui concerne les proportions relatives de l'exinite. C'est pourquoi nous envisageons d'approfondir ce type d'examen dans le futur.

2.1.3. Terrils

Nous avons fait l'examen pétrographique du charbon contenu dans 32 échantillons provenant de trois terrils étudiés en vue de leur valorisation, à savoir : les terrils St-Albert, à Péronnes-lez-Binche, Ste-Catherine, à Bernissart, et Bernalmont, à Herstal.

2.1.4. Chaux et ciment

Nous avons déterminé la surface spécifique de deux échantillons de calcaire et, par ailleurs, le pouvoir calorifique et la teneur en soufre de quatre charbons schisteux destinés à des cimenteries.

2.2. ENVIRONNEMENT

2.2.1. Réseau de contrôle des retombées dans les régions wallonnes à caractère ou à vocation industrielle

Au début de l'année, nous avons fait la synthèse des résultats des mesures effectuées au cours de l'année 1976 et présenté au Ministre de la Santé Publique un rapport d'ensemble accompagné de 50 tableaux de résultats d'analyses et de 12 cartes d'isopollution.

Le rapport de synthèse comportait également une première comparaison des résultats de deux années de mesures consécutives, 1975 et 1976. Toutefois, il faut noter que 1976 fut une année anormale à plus d'un titre : la nébulosité fut exceptionnellement faible au cours des 2ème et 3ème trimestres et la conjoncture économique a été particulièrement basse dans le secteur de la sidérurgie, si bien qu'il est hasardeux de considérer les résultats de 1976 comme représentatifs d'un niveau normal des retombées sur les régions industrielles et il s'avère donc utile de maintenir encore le réseau tel quel pendant toute une année.

En 1976, sur l'ensemble du réseau, on a enregistré une diminution du niveau des retombées totales de l'ordre de 20 %. Néanmoins, les fortes retombées se sont reproduites aux mêmes endroits et ont touché principalement des zones à forte densité de population. De plus, certains sites, comme celui d'Engis, restent fortement pollués par des éléments toxiques tels que le cadmium, le plomb, le zinc, le chrome et le fluor.

Vu l'importance particulière accordée à ce dernier élément, 6 jauges supplémentaires ont été placées pour pouvoir déterminer mensuellement les teneurs en fluor des matières solubles et des matières insolubles.

Pendant toute l'année 1977, nous avons poursuivi, en collaboration avec l'ADEC et la section de Pâturages, l'exploitation du réseau suivant les mêmes modalités qu'en 1976, à savoir : détermination mensuelle des masses des retombées solubles et insolubles, détermination sur les échantillons moyens d'un trimestre, des teneurs en fer, chrome, zinc, cadmium, plomb, calcium et mercure de la fraction insoluble et en fluorure, nitrate, phosphate et sulfate de la fraction soluble.

Pour l'ensemble du réseau contrôlé par la section de Liège, nous avons procédé en 1977 à :

- 2.100 déterminations de la masse soluble, insoluble et totale des retombées,
- 650 déterminations des teneurs en fluor, nitrate, phosphates et sulfate des eaux recueillies,

- 78 déterminations des teneurs en fluor dans les matières insolubles,
- 4.500 déterminations des teneurs en éléments dans les matières insolubles par spectroscopie d'absorption atomique.

Les résultats détaillés des mesures effectuées en 1977 feront l'objet d'un rapport de synthèse qui devrait être publié par les soins du Ministère de la Santé Publique.

2.2.2. Etude comparative de deux types de jauges pour la récolte des retombées atmosphériques

En décembre 1976, l'Institut Belge de Normalisation a édité la norme NBN T 94.101, qui décrit :

- a) un dispositif destiné à recueillir les retombées atmosphériques en un endroit donné et
- b) un mode opératoire pour la détermination massive de ces retombées.

Le collecteur choisi pour cette norme, qui diffère de la jauge d'Owen que nous avons utilisée jusqu'à présent, est un récipient cylindrique de 200 mm de diamètre intérieur et de 390 mm de hauteur.

Pour comparer les résultats obtenus par ce collecteur normalisé à ceux obtenus par la jauge d'Owen, nous avons installé 14 jauges normalisées à côté de 14 jauges d'Owen, dans des sites différents. Cette étude, en cours depuis octobre 1976, comporte la détermination massive mensuelle des retombées, ainsi que la détermination quantitative des éléments analysés dans notre étude générale, dans les matières insolubles et solubles.

On constate que le facteur moyen de corrélation entre les deux types de capteurs varie en fonction du type de site.

Type de site	Facteur moyen de corrélation (jauge normalisée / jauge Owen)
Sidérurgie	1,25
Industries non-ferreux	0,90
Cimenteries	
Fours à chaux - Carrières	
Zones urbaines et rurales	1,35

Un écart de l'ordre de 10 % peut être considéré comme normal compte tenu du fait que des essais de répétabilité de la jauge ouverte, effectués antérieurement, ont montré que l'erreur globale d'échantillonnage et d'analyse se situe à ± 10 %.

Par contre lorsque les écarts dépassent la dispersion normale, on peut estimer que d'autres paramètres interviennent et notamment la géométrie différente des capteurs, ainsi que la nature variable des poussières.

2.2.3. *Autres études de retombées atmosphériques*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons poursuivi le relevé mensuel des retombées à :

Chanxhe :	3 stations
Burcht :	4 stations
Turnhout :	4 stations
Houthalen :	4 stations
Zolder :	3 stations (arrêt en juin).

En outre, depuis septembre 1977, nous avons ajouté à Turnhout 5 plaques vaselinées. Outre la détermination massive des poussières récoltées, nous déterminons la teneur en SiO_2 , Fe_2O_3 et CaO des poussières insolubles récoltées dans les jauges et sur les plaquettes.

2.2.4. *Participation au réseau national « SF » du Ministère de la Santé Publique*

Douze stations de ce réseau sont contrôlées par le laboratoire de Liège.

Les appareils sont contrôlés chaque semaine et on détermine les concentrations moyennes journalières en SO_2 et en fumée de l'air échantillonné, ce qui représente environ 5.000 dosages de SO_2 et de fumées.

2.2.5. *Autres études Soufre-Fumée*

Outre la station de l'INIEX-Liège, 3 appareils ont fonctionné jusqu'en juin 1977, aux alentours de la centrale thermique d'Helchteren-Zolder et un à Rumst aux environs de briqueteries jusqu'avril 1977.

2.2.6. *Etude de la pollution organique de l'air*

En 1976, le laboratoire a entamé l'étude de la détermination de la teneur en carbone totale des fumées afin, notamment, de pouvoir contrôler les émissions d'une chaîne de peinture industrielle, avant et après épuration par postcombustion des fumées.

A l'émission, les teneurs en polluants organiques de ces fumées sont généralement élevées ; aussi

n'est-il pas nécessaire de réaliser, avant analyse, une préconcentration, comme c'est le cas pour les mesures à l'immission.

La méthode de prélèvement par ampoules de verre d'abord employée s'est tout de suite révélée inutilisable, à cause de la condensation partielle, sur les parois de verre, de la vapeur d'eau et des produits organiques qui échappent ainsi à l'analyse.

Une deuxième méthode, procédant par prélèvement d'un volume précis de fumée au moyen d'une seringue à gaz et son transfert immédiat sur une colonne chromatographique, ce qui évite les condensations perturbatrices, a cependant dû être éliminée car elle soulevait d'autres problèmes techniques insolubles. C'est pourquoi, nous avons eu recours à une troisième méthode, basée sur des travaux de deux chercheurs allemands Ixfeld et Buch (Brennstoff-Chemie 1966, 47, n° 3, 24-83). Par cette méthode, on détermine uniquement la teneur totale en carbone organique des effluents gazeux. Pour ce faire, les fumées sont aspirées à travers un tube contenant du gel de silice, qui adsorbe les substances organiques. Après désorption thermique, ces substances organiques sont brûlées dans un courant d'oxygène pur et l'anhydride carbonique ainsi formé est absorbé dans une solution de baryte, dont l'excès est titré.

La combustion de substances organiques étant rarement quantitative en l'absence de catalyseur, Ixfeld et Buch ont utilisé comme catalyseur un treillis en platine à 3600 mailles par cm^2 . Vu le prix prohibitif d'un tel treillis, nous avons recherché d'autres catalyseurs et nous avons finalement obtenu une combustion quantitative des substances organiques en utilisant deux tubes successifs de catalyse, le premier contenant un treillis de platine à maille grossière et le second de l'oxyde de cuivre pour analyse élémentaire.

La mise au point de la méthode a également porté sur d'autres facteurs influençant l'adsorption des substances organiques sur gel de silice, comme la granulométrie du gel, l'humidité, le débit de prélèvement, etc... Les premiers essais réalisés finalement aux cheminées par cette méthode ont démontré sa grande fiabilité.

2.2.7. *Participation au programme national « Recherche et Développement : Environnement-Air »*

(Commission Interministérielle pour la Politique Scientifique CIPS)

Dans ce programme, le laboratoire participe aux travaux de deux branches d'étude : a) « Inventaire des émissions industrielles dans la zone-test de Liège » et b) « Transfert des Polluants ».

2.2.7.1. Inventaire des émissions industrielles dans la zone-test de Liège

Nous avons tout d'abord complété la première phase de l'inventaire dans la zone-test de Liège, par l'envoi de formulaires d'enquête préliminaire à 83 firmes supplémentaires, ce qui a porté le nombre total des établissements concernés à 213.

Vu, d'une part, ce nombre très élevé d'établissements et, d'autre part, le fait que certains d'entre eux, parmi les plus importants, sont établis depuis très longtemps dans la région et présentent une complication structurelle extrême, nous avons dû renoncer à établir un inventaire complet, car nous ne disposions pas des moyens nécessaires pour le mener à bien dans un délai raisonnable. De plus, dans certains secteurs, comme la sidérurgie, des modifications profondes prévisibles à court terme rendent l'utilité d'une enquête basée sur des données actuelles assez aléatoire.

L'inventaire a donc été provisoirement limité à certaines branches d'activité importantes pour la pollution atmosphérique et pas ou peu représentées dans la zone-test de Gand. Dans ces secteurs, des enquêtes approfondies ont pu démarrer. Elles comportent des études documentaires détaillées, des contacts directs avec les industriels concernés, des visites d'installations, des mesures et des calculs. Douze des seize principales usines concernées ont déjà répondu de façon détaillée ; seul le secteur des métaux non-ferreux s'est montré quelque peu réticent.

Dans le domaine des émissions dues aux grandes installations fixes de combustion, les enquêtes ont déjà permis l'élaboration d'une méthodologie spécifique composée de formulaires détaillés permettant, d'une part, la récolte, le contrôle, la comparaison et la sélection des données et, d'autre part, le calcul systématique, en masse et en volume, des émissions de tous les polluants caractéristiques de ce genre d'activité (SO_2 , NO_x , CO, Hydrocarbures, HF, CO_2 et particules). Une étude comparative critique des facteurs d'émission de la littérature complète cet ensemble, qui fera l'objet d'un rapport technique.

Par ailleurs, nous avons continué à participer sur le plan national à l'élaboration de la méthodologie générale d'inventaire et à la codification des données concrétisées notamment dans le rapport scientifique 1977/AL/6.2.1. intitulé « Directives pour l'enregistrement individuel des émissions de polluants atmosphériques d'origine industrielle ».

Nous avons également collaboré à la rédaction d'une partie du rapport de synthèse du Programme (Volume 5, 2ème partie : « Enregistrement individuel des émissions d'origine industrielle »), ainsi qu'aux Journées d'Etude de Liège des 23, 24 et 25 mai 1977.

D'autre part, nous avons assisté l'unité de Pâturages dans l'élaboration de la méthodologie et des me-

ures de gaz sur sites industriels. Ainsi, une campagne de mesures de 6 semaines sur la cheminée d'une chaudière à charbon de la région liégeoise a permis de mettre au point le prélèvement et l'analyse en discontinu du SO_2 et des NO_x . Les résultats de telles campagnes de mesure doivent nous permettre de compléter notre inventaire.

Enfin, nous contribuons aussi à la méthodologie des mesures par des essais de mise au point d'une méthode de prélèvement des effluents gazeux industriels en discontinu (sacs,...) et d'une méthode d'analyse détaillée des échantillons au laboratoire par chromatographie en phase gazeuse. Le prélèvement se heurte néanmoins au délicat problème de condensation de la vapeur d'eau et l'analyse à celui, non moins délicat, de la réactivité des composés à analyser, surtout des oxydes d'azote, mais également du SO_2 .

2.2.7.2. Transfert des polluants

Nous avons, tout d'abord, réalisé un rapport détaillé des résultats de deux années (1975 et 1976) de contrôle et d'analyse des retombées atmosphériques sur la région-test de Liège, concernée aussi par l'étude du transfert des polluants.

En outre, nous avons collaboré aux enquêtes analytiques relatives, notamment, à la mise au point des méthodes de détermination du cadmium et du fluor dans les poussières, les sols et le foin.

Depuis octobre 1977 et pour une période de 3 mois, la branche « Transferts » a entrepris une étude systématique du transfert de certains éléments contenus dans les retombées, vers le sol et les plantes. A cet effet, vingt stations de la zone ont été équipées d'une jauge de dépôt et de deux bacs de culture ensemencées respectivement d'herbe et de mâche. Notre participation à cette étude consiste en la récolte mensuelle des retombées et en la détermination des teneurs en plomb, zinc, cuivre, cadmium et fluor des matières insolubles et des matières solubles.

2.2.8. Participation à des travaux de normalisation de méthodes de mesure de la pollution atmosphérique

Nous continuons à participer aux travaux de normalisation des méthodes de mesure de la pollution atmosphérique au sein de la commission « Méthodes d'Echantillonnage et d'Analyse de l'Air » de l'Institut Belge de Normalisation.

2.2.9. Collaboration avec les établissements d'enseignement

La section « Environnement » du laboratoire a dirigé plusieurs travaux de fin d'études d'étudiants de l'enseignement supérieur se rapportant à des problèmes de pollution atmosphérique.

2.3. ENERGIES NOUVELLES

En 1977, le laboratoire, par ses missions en matière d'environnement, a été amené à s'intéresser à un problème, qui touche à la fois à l'utilisation d'énergies nouvelles (en l'occurrence : l'énergie solaire) et à la récupération d'énergies perdues dans certains cycles industriels.

On sait, en effet, que de nombreuses industries, et notamment les centrales électriques et la sidérurgie, rejettent dans le milieu naturel, de grandes quantités d'eaux chaudes dont l'énergie calorifique est non seulement perdue mais peut, par ailleurs, perturber les biotopes naturels où ces rejets sont pratiqués.

Par ailleurs, de nombreux travaux réalisés depuis 25 ans sur la culture industrielle des algues, en vue d'une utilisation optimale de l'énergie solaire par la photosynthèse de substances organiques diverses hautement valorisables, ont montré que le rendement de cette photosynthèse passait par une valeur maximale pour des températures relativement élevées du milieu aqueux de culture.

Or, le Professeur Sironval, du laboratoire de phytobiologie de l'Université de Liège, dispose depuis

cette année, d'une part, d'un dispositif perfectionné de culture d'algues, à grande échelle, dans le domaine du Sart-Tilman et, d'autre part, d'étangs expérimentaux alimentés par les eaux chaudes de la Centrale Nucléaire de Tihange. Les moyens dont il dispose dans le cadre de la recherche fondamentale universitaire ne lui permettant pas d'aborder avec succès le niveau de la recherche pilote et de la recherche industrielle, nous avons collaboré avec ses services pour l'élaboration d'un plan d'action dans ces domaines. En 1977, trois algues ont été étudiées et mises en culture : une microalgue unicellulaire, *SCE-Nedermus obliquus*, cultivée dans les installations du Sart-Tilman, et deux algues filamenteuses, *Cladophora glomerata* et *Hydrocoleum raciculatum*, cultivées en étang, à Tihange. Les premiers travaux ont porté sur la mise au point des milieux de culture, des techniques de culture, de récolte, du séchage et de préparation des algues et sur des analyses globales de la matière organique obtenue. Les tout premiers résultats ainsi obtenus s'étant révélés très encourageants, l'étude sera poursuivie et amplifiée en 1978.

2.4. POLYMERES

L'incorporation de charges minérales aux résines en vue de l'obtention de bétons résineux et le comportement au feu des matériaux demeurent les principaux thèmes de recherche. L'aide technologique en faveur de l'industrie prend cependant, de plus en plus, la part prépondérante de l'activité de la section.

2.4.1. Incorporation de matières minérales

2.4.1.1. Bétons et mortiers résineux

Les points suivants sont à retenir :

— L'étude du renforcement des éléments en béton résineux pour la construction et celle des ancrages nécessaires à leur fixation à la structure du bâtiment ont fait l'objet d'un effort particulier.

L'incorporation de fers à béton solidarisés ou de tubes et joncs en matériaux polymériques ou tradi-

tionnels en vue de rendre, dans un premier stade, les éléments résistants à des sollicitations extérieures locales a été considérée. Il est apparu que les tensions induites par l'insertion des pièces de renforcement peuvent provoquer des dégradations et que la forme, l'encombrement, le positionnement, les moyens d'enrobage de protection et la nature du renforcement doivent être examinés de façon systématique.

Les résultats obtenus à l'heure actuelle pour les mesures de résistance à l'arrachement des ancrages sont résumés dans le tableau X.

Les essais sont réalisés au moyen d'une machine Instron dont la vitesse de déplacement des traverses est choisie égale à 0,1 cm/min.

La plaque en béton résineux, d'une épaisseur de 50 mm, est clamée dans un cadre métallique et la force d'arrachement est transmise aux inserts, distants centre à centre de 80 mm dans le cas d'utilisation de deux inserts, par l'intermédiaire de tiges filetées solidaires du mors supérieur mobile. Les essais sont réalisés à trois températures après conditionne-

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

1976

Jaarlijkse kaart

CARTE ANNUELLE DES RETOMBÉES TOTALES

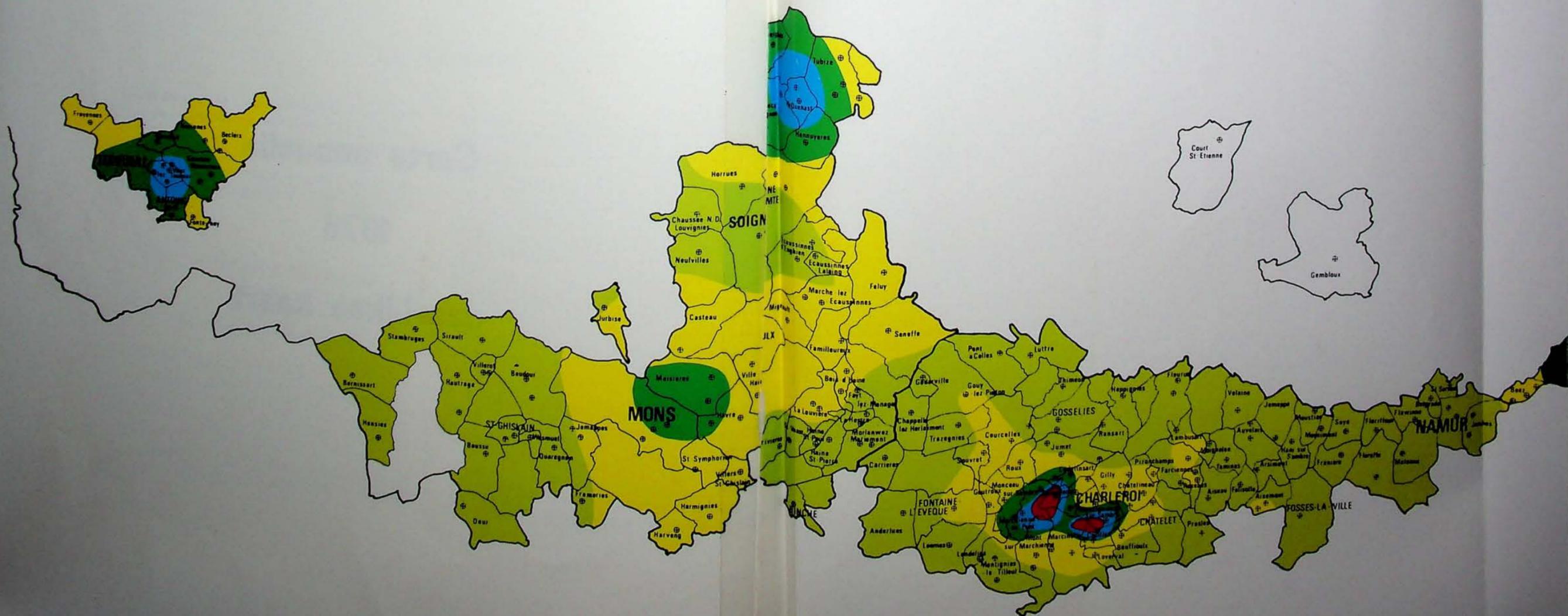
CARTE ADMINISTRATIVE - ECHELLE 1/300.000

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 1/300.000

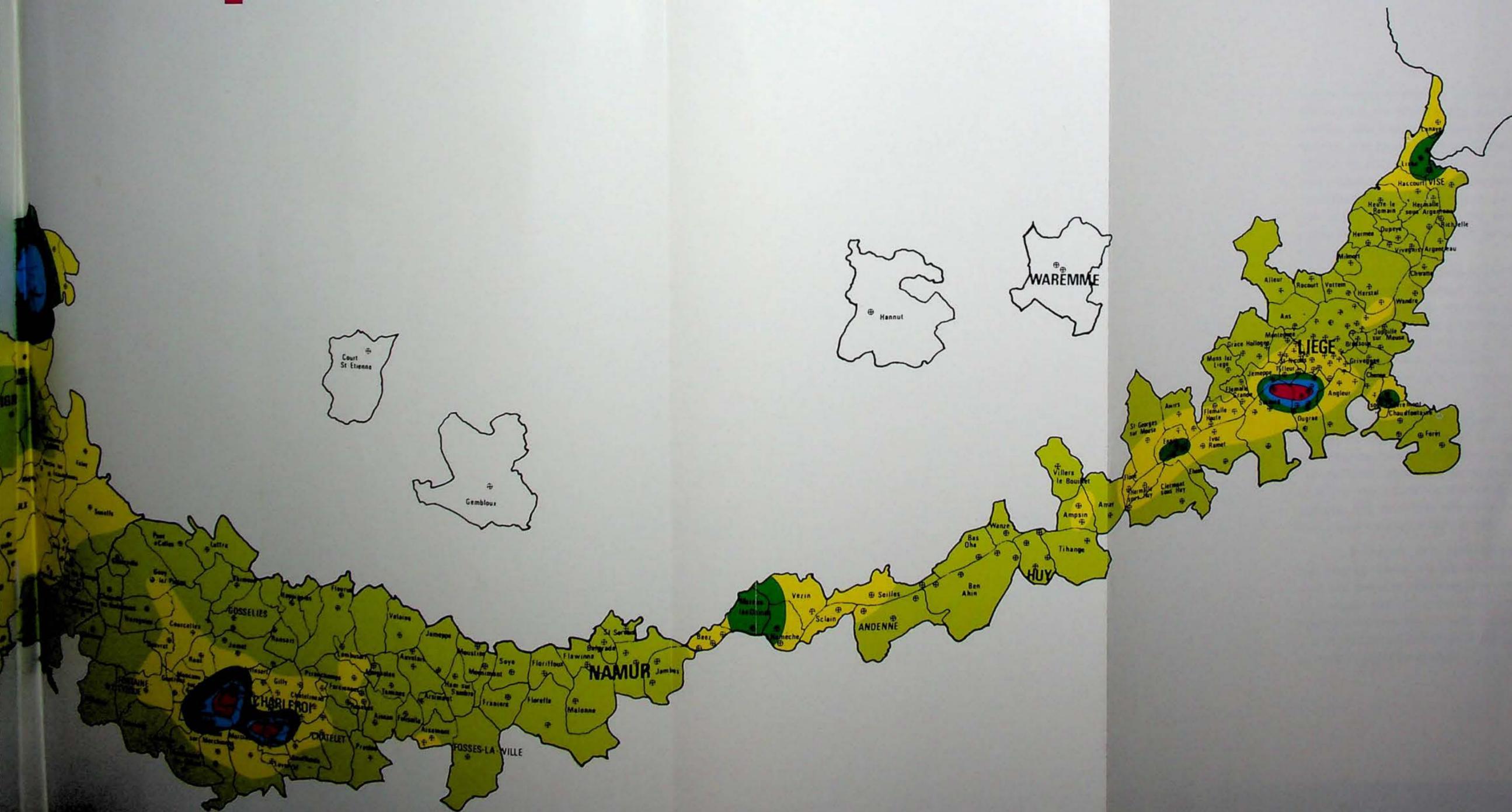
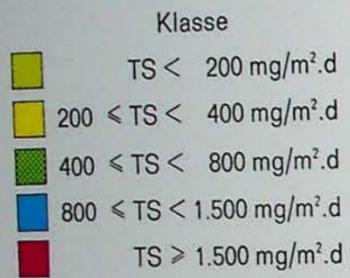
Klasse	
	TS < 200 mg/m ² .d
	200 ≤ TS < 400 mg/m ² .d
	400 ≤ TS < 800 mg/m ² .d
	800 ≤ TS < 1.500 mg/m ² .d
	TS ≥ 1.500 mg/m ² .d



2.3. ENERGIES NOUVELLES

JAARLIJKSE KAART VAN DE TOTALE NEERSLAG

ADMINISTRATIVE KAART - SCHAAL 1/300.000



upture*
B.R.
B.R.
B.R.
B.R.
T.F.
B.R.
B.R.

tre et des
i coût des
doit être
enu, l'uti-
à l'arma-
médiaire
polyester
n béton
st égale-

mérées à
m, clivés
es centi-
nce, qui
du cond-
nent ce
n béton

l'étudier
ystèmes
umidité
des bé-
ont été
ais sont

striques
poration
Monte-
cides et
e chimi-
comme

TABLEAU X
Résultats des mesures de résistance à l'arrachement des ancrages

Inserts		Longueur totale (mm)	Nombre	Résistance à l'arrachement (kg)					
Forme et type				23°C	Rupture*	50°C	Rupture*	80°C	Rupture*
	M 8	40	2	2065	B.R.	1840	B.R.	1363	B.R.
	M 6	40	2	2188	B.R.	1922	B.R.	1744	B.R.
	M 8	40	2	1850	B.R.	1604	B.R.	1405	B.R.
	M 6	35	2	1625	B.R.	1352	B.R.	1378	B.R.
	M 8	40	1	1650	B.R.	1640	B.R.	1310	B.R.
	M 6	40	1	1210	T.F.	1065	T.F.	1213	T.F.
	M 8	40	1	1420	B.R.	1290	B.R.	1350	B.R.
	M 6	35	1	1290	B.R.	1080	T.F.	1010	B.R.

B.R. = rupture dans le béton résineux

T.F. = rupture dans la tige fileté

ment des éprouvettes pendant au moins 24 heures à la température d'essai.

Le tableau X donne la moyenne des résultats obtenus au cours de deux essais.

On observe que les résistances à la rupture, dans le cas d'un insert, sont supérieures à la moitié des résistances obtenues pour deux inserts. De plus, si l'influence de la température et du type d'insert est bien marquée dans le cas de deux inserts, il n'en est pas toujours de même pour un insert unique car la rupture s'est produite à plusieurs reprises dans la tige métallique fileté.

— Des prototypes d'abreuvoirs pour bétail ont été coulés suivant un modèle classique en fonte dont le dimensionnement a été recalculé. Les caractéristiques de résistance à la corrosion sont satisfaisantes, mais la résistance au choc semble insuffisante et les améliorations à apporter rendraient le procédé trop coûteux.

— Une formule de béton résineux, à base de résine de polyester et de charges siliceuses combinées à des graviers, a été mise au point en vue de réaliser des éléments de 4,20 m de diamètre intérieur et de 20 cm d'épaisseur de paroi susceptibles d'être utilisés pour le revêtement des galeries de mines. Une série d'essais a été effectuée à partir de cubes, de claveaux, puis d'éléments complets en béton résineux.

L'anneau formé de panneaux en béton résineux, sans aucune armature métallique, a résisté jusqu'à une charge de 380 t, ce qui représente une augmentation de résistance de 30 % par rapport aux anneaux formés de panneaux en béton hydraulique avec 2×4

barres longitudinales de 12 mm de diamètre et des étriers de 6 mm de diamètre. En fonction du coût des résines, une étude économique complète doit être faite et, si le béton résineux renforcé est retenu, l'utilisation de barres en stratifié sera préférée à l'armature métallique classique. Une solution intermédiaire consistant en un renforcement par stratifié polyester des surfaces extérieures de panneaux en béton hydraulique chargé de fibres métalliques est également envisagée.

— Des pierres concassées ont été agglomérées à la résine en blocs d'environ $50 \times 30 \times 20$ cm, clivés ensuite sous forme de modules de quelques centimètres d'épaisseur. Les propriétés de résistance, qui permettent un clivage net sans décollement du concassé, et la porosité pratiquement nulle rendent ce matériau supérieur aux moellons clivés en béton classique.

— Des essais systématiques en vue d'étudier l'influence des paramètres, température, systèmes catalytiques, quantités mises en œuvre et humidité des matières premières sur le durcissement des bétons résineux à base de résines de polyester, ont été réalisés. Les premiers résultats de ces essais sont repris dans les tableaux XI et XII.

— L'évolution des caractéristiques électriques des bétons résineux a été étudiée en collaboration avec les services universitaires de l'Institut Montefiore. Après des immersions dans des bains acides et basiques de diverses concentrations, la nature chimique de la charge minérale a été considérée comme paramètre supplémentaire.

TABLEAU XI
*Influence de la température de travail sur le durcissement
des mélanges polyester-charges
(système catalytique : peroxyde de MEC - octoate de CO, 1 %)*

Formules	Tempér. conditionnement des composants (°C)	Tempér. de mise en œuvre (°C)	Pic exothermique	
			T _{max} (°C)	t pour T _{max} (min)
Résine non chargée	26	26	125	23
Résine + charges calcaires (50/50)	26	26	82	34
Résine non chargée	5	28	140	41
Résine + charges calcaires (50/50)	5	28	90	45
Résine + charges calcaires (50/50)	5	14	78	33
Résine non chargée	5	10	96	42
Résine + charges calcaires (50/50)	5	10	24	70

TABLEAU XII
*Influence de l'humidité des matières premières
sur le durcissement des mélanges polyester-charges
(système catalytique peroxyde de MEC-octoate de CO, 1 %)*

Formules	Traitement des composants	Pic exothermique	
		T _{max} (°C)	t pour T _{max} (min)
Résine + charges calcaires (50/50)	24 h à 23°C et 40 ± 5 % d'humidité relative (résine + charges)	75	48
Résine + charges calcaires (30/70)	idem	31	65
Résine + charges calcaires (50/50)	24 h à 25°C et 85 ± 5 % d'humidité relative (résine + charges)	44	40
Résine + charges calcaires (30/70)	idem	28	61
Résine + charges calcaires (50/50)	1 % d'eau par rapport à la résine (incorporé dans les charges)	45	90
Résine + charges calcaires (30/70)	idem	30	65
Résine + charges calcaires (50/50)	5 % d'eau par rapport à la résine (incorporés dans les charges)	30	155
Résine + charges calcaires (30/70)	idem	28	142
Résine + charges calcaires (50/50)	10 % d'eau par rapport à la résine (incorporés dans les charges)	25	162
Résine + charges calcaires (30/70)	idem	25	153

— Divers essais de moulage, notamment de cheminées, de sculptures, de tabourets, de pièces industrielles architecturales, ont été également réalisés à la demande d'industriels, d'écoles ou de services publics.

2.4.1.2. Bétons de ciment et de ciment-résine

Afin de définir les possibilités de valoriser par clivage des concassés pierreux préalablement agglomérés sous forme de blocs au moyen de ciment, une série d'essais a été effectuée en considérant comme paramètres la variété du ciment, le type de sable, le mode de durcissement, etc... On a pu constater que l'adhérence entre concassés et liant hydraulique est nettement inférieure à celle observée pour les agglomérés à l'aide de résine, et que les propriétés mécaniques plus faibles nécessitent pour le clivage une épaisseur de moellons pratiquement double.

L'incorporation d'additifs résineux, lesquels devraient théoriquement renforcer le bloc coulé et provoquer une meilleure adhérence entre pierres et liant hydraulique, fait l'objet d'essais préliminaires.

2.4.2. Comportement au feu des matériaux

2.4.2.1. Essais pour l'industrie

Le volume des mesures de la réaction au feu effectuées pour l'industrie est en progression constante. Le nombre de mesures nécessitées pour l'établissement des procès-verbaux est passé de 1.500 en 1975 à plus de 3.500. Les essais suivants ont fait l'objet de la majorité des demandes :

- détermination de l'indice d'oxygène,
- essai français de réaction au feu des matériaux pour le bâtiment : essai principal par rayonnement (NF P 92-501) et essais complémentaires (NF P 92-502 à -506),
- test d'inflammabilité UL 94.

Dans le cas particulier des câbles électriques, c'est la norme NF-C 32-070, essais 1 et 2 concernant respectivement la propagation de la flamme et celle de l'incendie, qui a été le plus souvent appliquée.

Au cours de l'année, un matériel important a été acquis ou mis au point dans le but d'étudier de manière approfondie les fumées de combustion. Dès la mise en service des différents appareils, les demandes d'intervention en faveur de l'industrie ont été tellement nombreuses qu'aucune étude fondamentale n'a pu être entreprise.

2.4.2.2. Détermination des caractéristiques des fumées de combustion

L'appareillage rassemblé permet de mesurer trois caractéristiques des fumées : l'opacité, la corrosivité et la toxicité.

OPACITE

Nous avons choisi pour cette détermination la « Smoke Density Chamber », développée par le National Bureau of Standards, qui est actuellement l'appareil le plus répandu pour déterminer l'opacité des fumées émises au cours de la pyrolyse ou de la combustion de matériaux. La mesure est basée sur la valeur de la densité optique spécifique.

La chambre, représentée à la figure 14, est un caisson étanche d'un volume de 510 litres, dans lequel l'échantillon à examiner, d'une surface de 76 m², est supporté verticalement et soumis au rayonnement avec ou sans flammes d'une source de 2,5 W/cm².

Le système photométrique vertical mesure l'obscurcissement en fonction du temps, et les résultats sont traduits en densités optiques spécifiques. La figure 15 représente l'enregistrement d'une mesure.

Les gaz de combustion formés peuvent être prélevés en vue de leur analyse.

CORROSIVITE

Nous avons adopté les prescriptions provisoires du test UTE C 20-453 développé par le Centre National d'Etudes des Télécommunications de Lannion, France, qui permet de mettre en évidence l'agressivité des gaz dégagés par la combustion d'un échantillon de matériau. La procédure d'essai est applicable aux matériaux de synthèse utilisés pour la réalisation de composants ou de matériels électrotechniques.

Le principe de la méthode consiste à mesurer la variation de la résistance électrique d'une éprouvette constituée par un fil de cuivre électrolytique nu de 0,05 mm, placée dans une chambre d'essai en verre où l'on fait brûler l'échantillon au moyen d'un radiateur électrique. La chambre d'essai est placée dans une enceinte climatique permettant d'effectuer des cycles thermiques : 2 heures à 55°C suivies de 2 heures à 40°C.

La figure 16 donne une vue d'ensemble de l'appareillage construit à l'INIEX avec l'enceinte climatique contenant la chambre d'essai, la source de courant continu régulée délivrant un courant de 1 mA et l'enregistreur destiné à mesurer les variations de résistance de l'éprouvette de mesure.

La figure 17 montre des exemples d'enregistrement des variations de résistance de l'éprouvette.

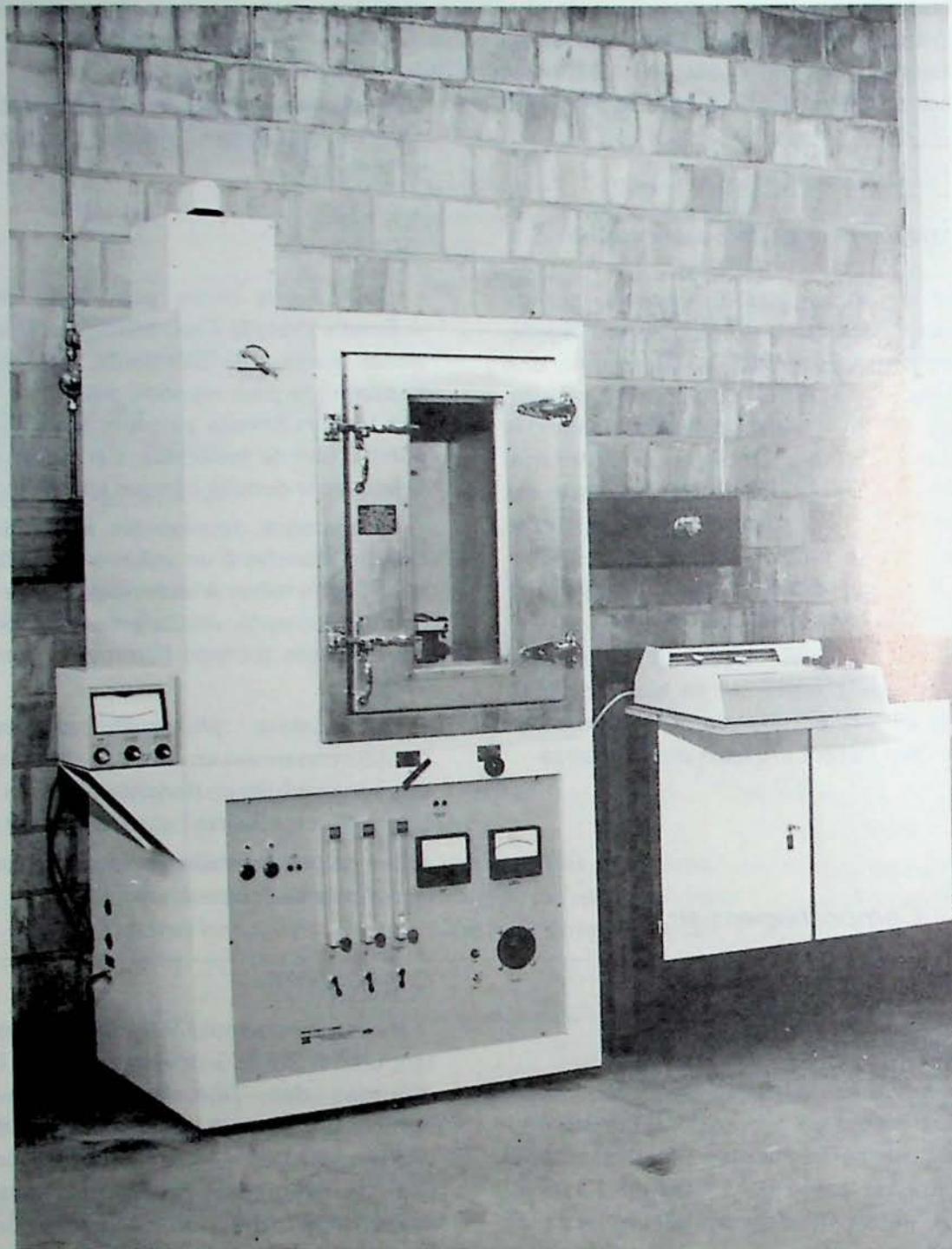


Fig. 14 — Opacité des fumées : chambre NBS pour la détermination en atmosphère non renouvelée

TOXICITE

La Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) a mis au point, en l'appliquant au cas particulier des câbles électriques, la détermination d'un indice de nuisance conventionnel déduit de l'analyse des gaz de combustion. Nous nous sommes inspirés des spécifications techniques de la RATP EZ 3502/2 et des méthodes d'analyse UTE C 20-454 pour appliquer cette méthode de mesure dont le principe est le suivant.

Les gaz toxiques susceptibles de se former lors d'une combustion dans un four électrique tubulaire dans des conditions bien définies sont analysés

quantitativement. L'émission d'une quantité de gaz toxique est affectée d'un indice de nuisance et, si plusieurs gaz sont formés simultanément, les indices s'additionnent.

L'indice de nuisance conventionnel pour un câble donné est :

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

m_k = la masse, en mg, de gaz g formé lors de la combustion d'un poids d'isolant égal à 1 g.

c_k = la valeur limite tolérable (MAC : maximal allowable concentration), en mg/m^3 , de la

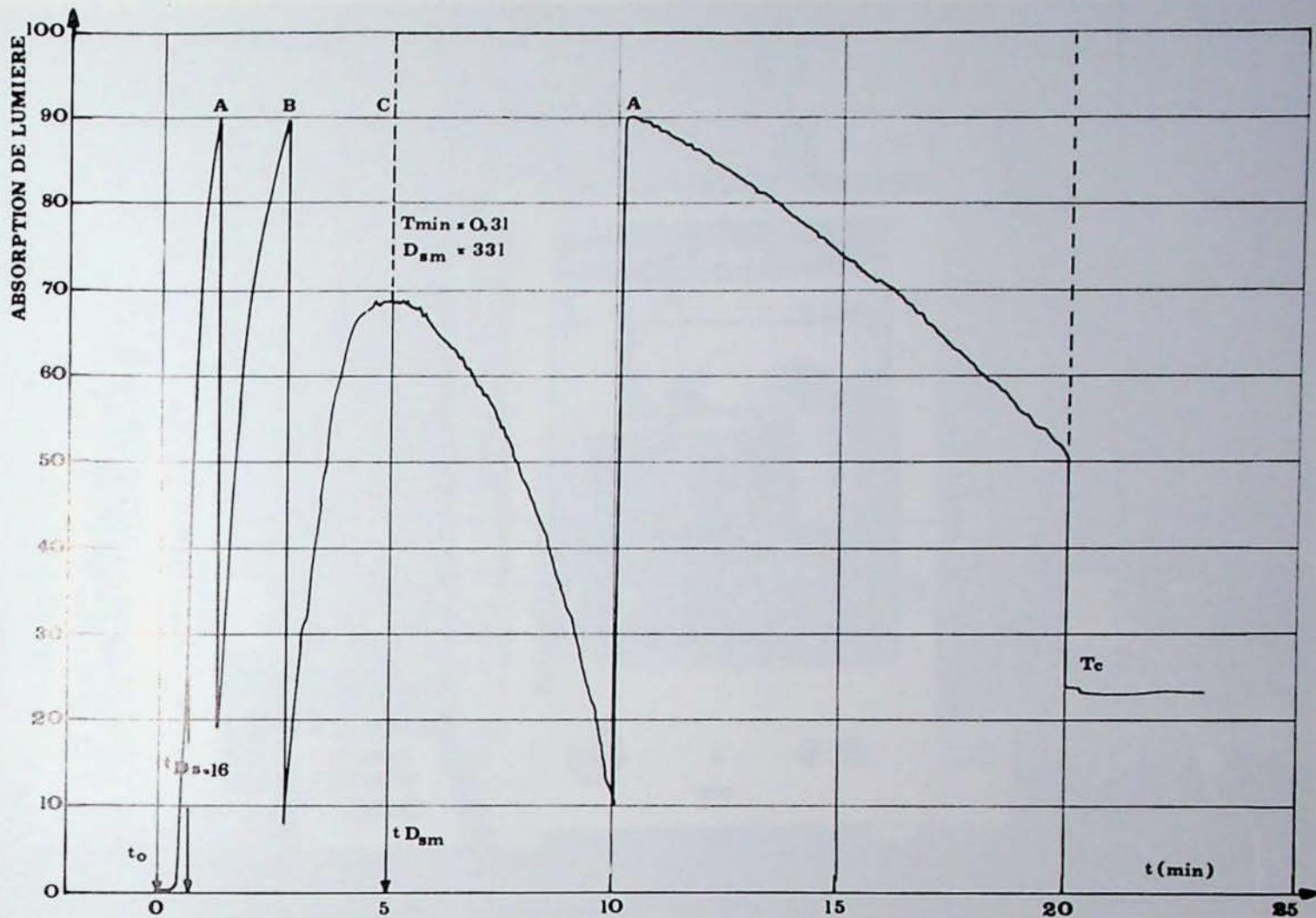


Fig. 15 — Opacité des fumées : exemple de courbe de transmission de lumière en fonction du temps fourni par le potentiomètre enregistreur. La courbe permet de calculer les valeurs caractéristiques de l'obscurcissement résultant des fumées produites par la combustion d'un matériau.

A, B, C : échelles 100, 10, 1, de transmission de lumière du photomètre

T_{min} : valeur minimale de la transmission

T_c : valeur résiduelle de la transmission due au dépôt sur l'optique

Les résultats sont traduits en densité optique spécifique ($\log 100/T$) rapportée à l'unité de longueur L du chemin optique, au volume de la chambre (V) et à l'unité de surface de l'échantillon (A)

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

T = pourcentage de lumière transmis

$t_{D_{sm}}$ = temps pour atteindre la densité maximale

$t_{D_s = 16}$ = temps pour atteindre $D_s = 16$ (terme critique de visibilité qui est équivalent à 75 % de transmittance)

concentration du gaz g admissible dans les atmosphères de travail, 8 heures par jour, 40 heures par semaine.

L'indice de nuisance est ainsi proportionnel à la toxicité et à la quantité des gaz émis.

Cette manière de déterminer un indice de nuisance est conventionnelle et ne constitue qu'une approche d'un problème très complexe. Il en serait de même

pour tout autre mode de calcul actuellement disponible et qui serait basé, non pas sur une valeur limite tolérable, mais sur une valeur provoquant, soit des troubles appréciables, soit la mort pour un séjour déterminé.

Par ailleurs, les conditions d'une combustion dans un four électrique sont différentes de celles d'un

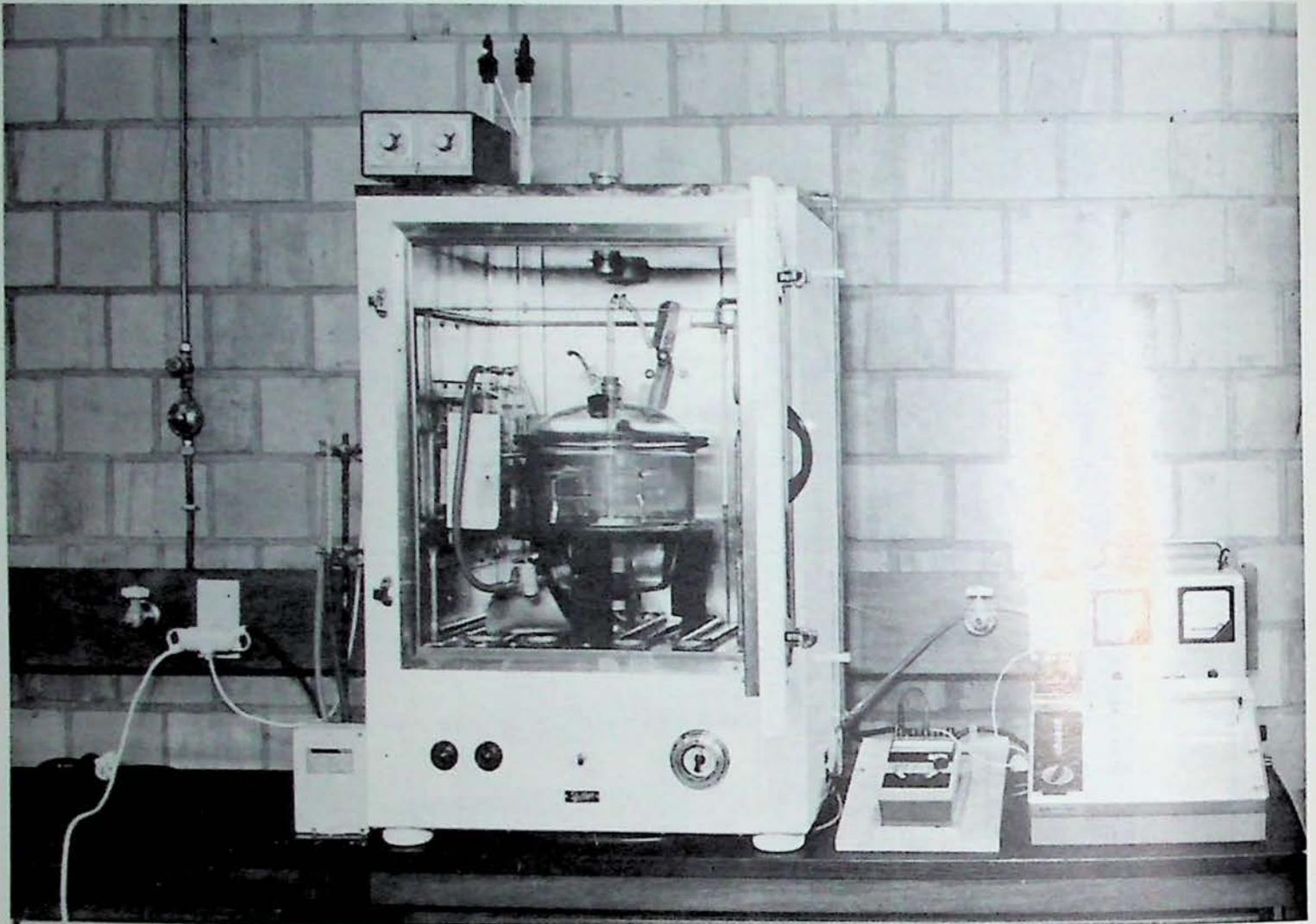


Fig. 16 — Corrosivité des fumées : vue d'ensemble du dispositif de mesure avec la chambre climatique

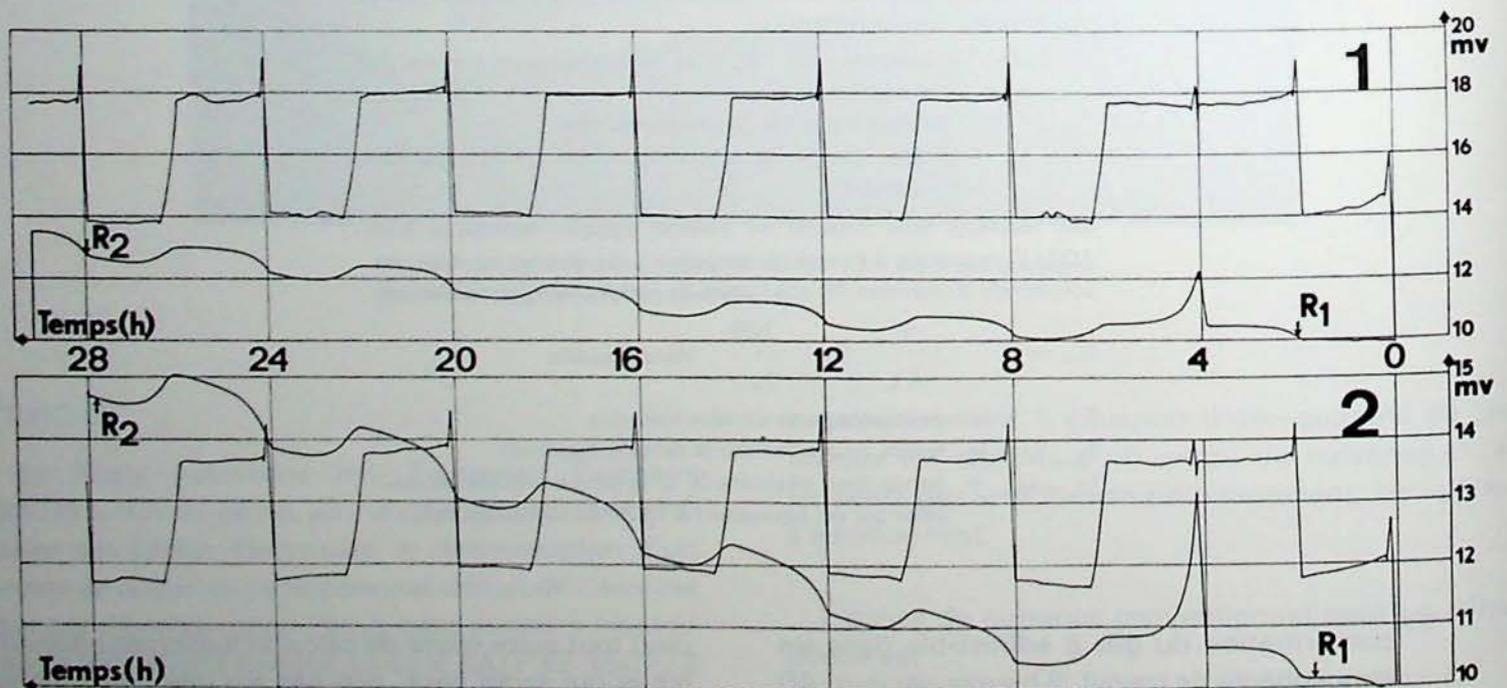


Fig. 17 — Corrosivité des fumées : exemples d'enregistrement des mesures avec, d'une part, la courbe des températures des cycles thermiques et, d'autre part, celle des variations de résistance de l'éprouvette
 1 : fumées moyennement corrosives
 2 : fumées très corrosives

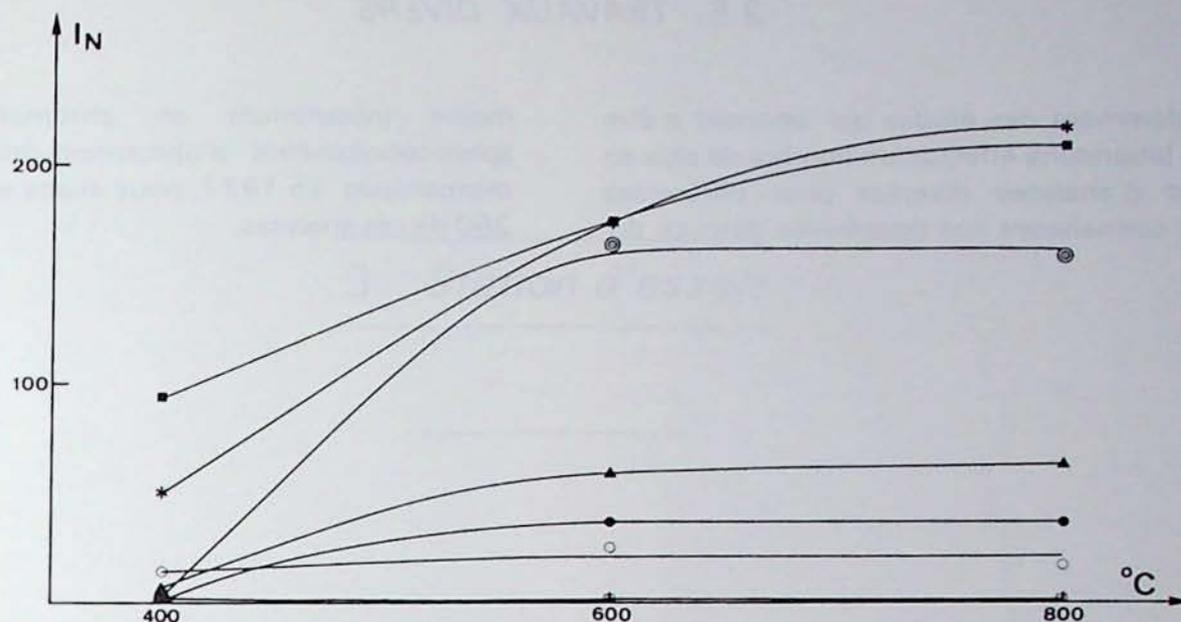


Fig. 18 — Toxicité des fumées : détermination de l'indice de nuisance conventionnel à trois températures pour des isolants de câbles électriques de différentes natures

incendie réel, et il faudrait en outre pouvoir tenir compte d'autres facteurs, notamment :

- l'effet d'éventuels phénomènes de synergie entre gaz toxiques ;
- la diminution des teneurs en oxygène ;
- l'influence de la température des gaz ;
- l'obstruction des voies respiratoires par les suies ;
- l'action d'autres produits de décomposition des matières polymériques, par exemple : hydrocarbures, aldéhydes, cétones, etc...

Pour réaliser les combustions, nous avons utilisé le four décrit dans le rapport annuel 1976 qui a été complété, d'une part, par un système destiné à arrêter les particules solides par passage dans un cyclone, puis à travers un tissu synthétique, et les goudrons par précipitation électrostatique et, d'autre part, par un ensemble absorption des gaz par barbotage. Les gaz absorbés ou éventuellement recueillis dans des sacs à gaz sont dosés par des méthodes appropriées.

Les gaz suivants peuvent être analysés quantitativement : HCl, HBr, HF, HCN, SO₂, CO, CO₂, vapeurs nitreuses. A partir des résultats d'analyse, l'indice de nuisance de chacun d'entre eux et l'indice de nuisance conventionnel du matériau soumis à l'examen sont déduits, comme expliqué précédemment.

Un exemple des résultats obtenus à trois températures pour différents isolants de câbles électriques est présenté à la figure 18.

2.4.3. Aide à l'industrie

En dehors des mesures dans les domaines des bétons résineux et de la réaction au feu, des analyses diverses ont été réalisées :

- Identifications de produits finis ou semi-finis par spectrophotométrie infrarouge.
- Dosage de l'acide chlorhydrique dans les fumées de combustion de divers matériaux.
- Pouvoir calorifique de matières plastiques et de peintures.
- Détermination des pourcentages d'acétate de vinyle dans les EVA par potentiométrie et spectrophotométrie infrarouge.
- Dosage de l'antimoine, du cadmium et de l'étain par spectrométrie d'absorption atomique.
- Etude du durcissement des résines époxydes par analyse enthalpique différentielle.
- Analyses thermogravimétriques de résines de polyester chargées.
- Analyse de solvants par couplage chromatographique en phase gazeuse - spectrophotométrie infrarouge.
- Essais de vieillissement accélérés en étuve, au Xénotest, et d'enseuillement artificiel sur des éléments de grandes dimensions.

2.4.4. Collaboration avec les établissements d'enseignement

Les chercheurs de la section ont dirigé les travaux de fin d'études d'étudiants de l'Université de Liège et de plusieurs établissements d'enseignement liégeois.

2.5. TRAVAUX DIVERS

Indépendamment des études qui viennent d'être décrites, le laboratoire effectue un nombre de plus en plus grand d'analyses diverses pour différentes firmes, qui connaissent nos possibilités dans ce do-

maine (notamment en chromatographie, en spectrophotométrie d'absorption atomique et en microscopie). En 1977, nous avons effectué plus de 250 de ces analyses.

3. Station d'essais

3.1. Valorisation des combustibles

Participation aux études du CRM

Dans le cadre d'une recherche subsidiée par la CCE, visant à élargir la gamme des charbons à coke, le Centre de Recherches Métallurgiques à Liège poursuit ses essais de valorisation de charbons non cokéfiabiles en vue de les introduire dans la pâte à coke. La technique consiste à agglomérer au brai le charbon non cokéfiable et à réaliser des enfournements mixtes : charbon à coke + boulets, dans les fours classiques.

Le programme porte sur l'étude de la variation de la qualité du coke sous l'effet de différents paramètres tels que : la nature du charbon, la nature et la quantité de liant (brai ou éventuellement ajout de goudron) et le calibre des boulets. Pour permettre l'analyse de ces différents facteurs, notre installation d'agglomération a été mise à la disposition du CRM et la presse de la station d'INIEX a été équipée de nouvelles frettes permettant la fabrication de boulets de 50 g.

Le premier semestre 1977 a été consacré à la production d'agglomérés de 20, 35, 50 et 100 g à base de charbons tchèques (composés de 85 % de gras B peu évolués et de 15 % de charbons divers plus évolués allant jusqu'aux anthracites) et de brai de houille aux teneurs de 4, 6 et 8 %. Au cours du second semestre, une trentaine d'agglomérations ont été réalisées sur six charbons d'origines diverses appartenant aux classes 200, 511, 721, 722 et 733 de la classification internationale des houilles. Le liant brai a été utilisé à raison de 6 et 8 % avec, dans certains cas, ajout de 1 ou 2 % de goudron.

Les premiers essais de carbonisation dans un four expérimental de 400 kg de capacité ont été réalisés à Selzaete. La suite du programme a été réalisée dans le four qui équipe la nouvelle station expérimentale du CRM, dans le domaine universitaire du Sart-Tilman.

3.2. Participation aux études préliminaires concernant la gazéification souterraine

3.2.1. Installation expérimentale de gazéification

Sur le plan technique, la majeure partie des problèmes propres au réacteur pilote ont été résolus. Le rythme des essais est cependant resté en deça des prévisions à la suite d'ennuis causés par l'installation de compression de l'air. Le personnel technique, normalement occupé à la préparation et à la réalisation des essais, a dû consacrer de plus en plus de temps à déceler les points fragiles des compresseurs et à les corriger préventivement. Devant cette situation perturbatrice, il a été décidé de commander un nouveau compresseur refroidi à l'eau et dont les caractéristiques ont été choisies plus élevées (pression de 50 bar et débit de 126 m³/h), ce qui permettra de ne pas l'utiliser à la limite de ses possibilités.

Rappelons que les recherches préliminaires, entreprises à la station d'essais d'INIEX, ont pour objet d'étudier la gazéification de charbon sous haute pression dans des conditions conventionnelles ne simulant pas nécessairement celles qui seraient réalisées « in situ ».

Lors des premières mises à feu, les températures atteintes dans le lit combustible ont été telles que, dans notre installation parfaitement calorifugée, elles ont provoqué la fusion de la paroi du réacteur, ce qui nous a amenés à ménager une zone périphérique protectrice de sable de Mol ou de Corindon fin (0,2-0,4 mm), entre la charge à gazéifier et la paroi métallique du réacteur.

Les essais ont été réalisés sur des charges combustibles qui se distinguent par 3 modes de remplissage. Le premier est constitué par un mélange ho-

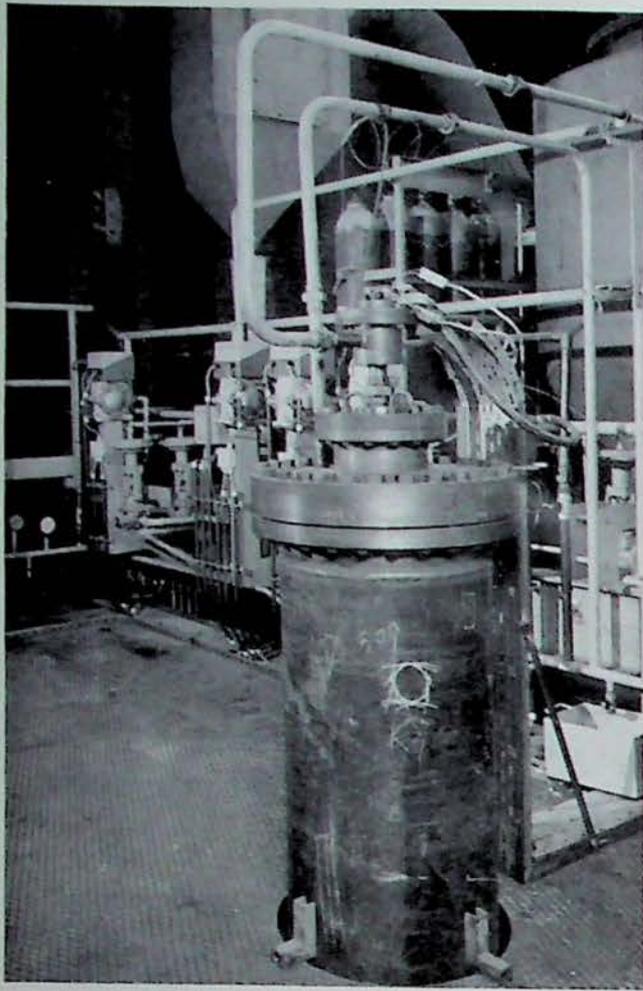


Fig. 19 — Réacteur d'essai de gazéification sous haute pression

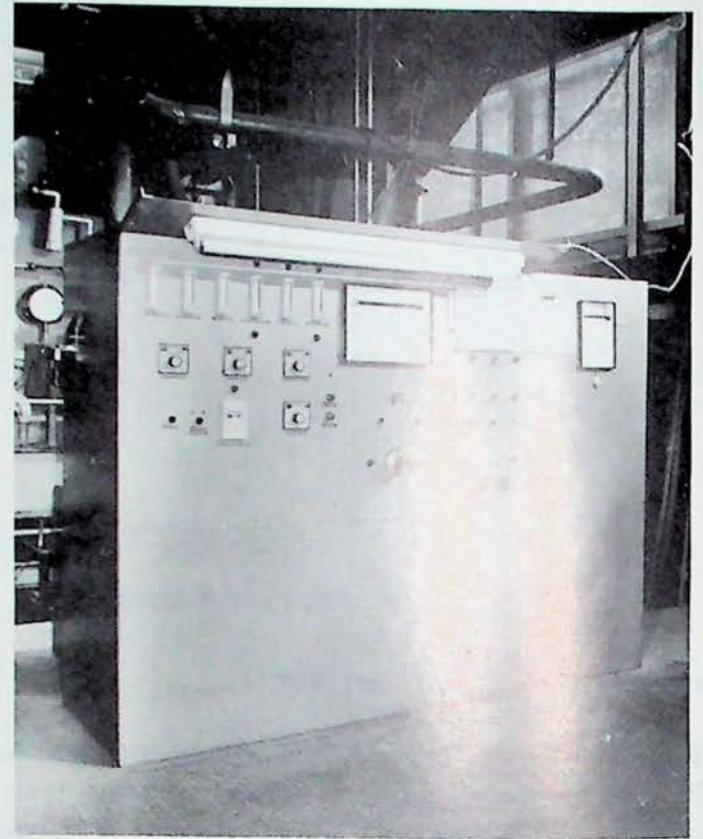


Fig. 20 — Tableau de contrôle de l'installation de gazéification

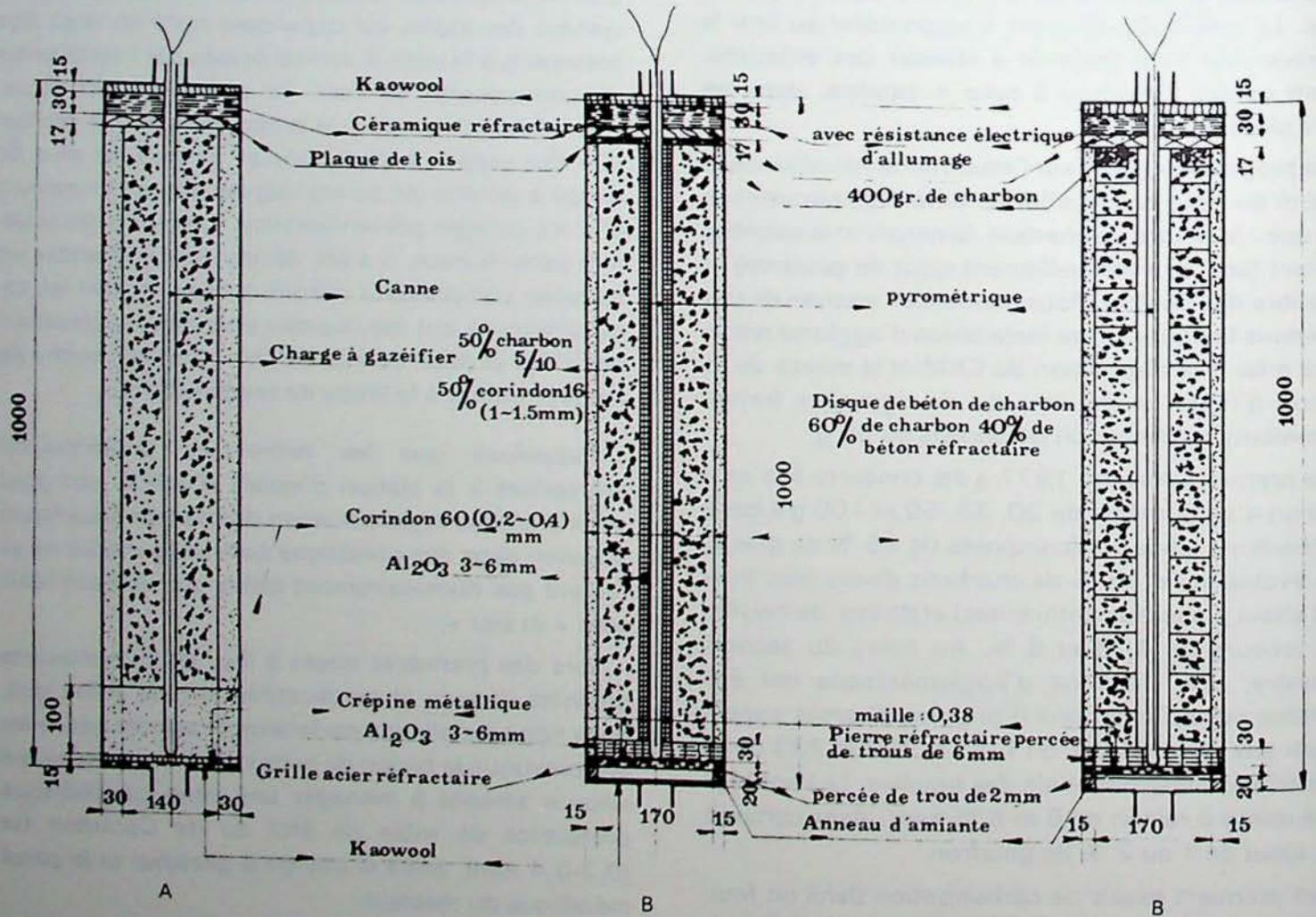


Fig. 21 — Modes de remplissage du réacteur

Schéma A : écoulement continu à pression constante
 Schémas B : écoulement discontinu à pression variable

homogène de 50 % de charbon maigre de granulométrie 5-10 mm et de 50 % de Corindon 16 (1-1,5 mm). Dans le deuxième mode de remplissage, le lit combustible est de même nature, mais est rendu hétérogène par la présence d'une cheminée axiale remplie d'alumine 3-6 mm nettement plus perméable. Enfin, le remplissage 3 également hétérogène est constitué par un empilage de disques de béton à 60 % de charbon 5-10 et 40 % de ciment réfractaire, perforés en leur centre. L'empilage forme une charge cylindrique peu perméable, avec une cheminée centrale entièrement vide de 5 cm de diamètre et une série de joints espacés de 5 en 5 cm simulant une fissuration de la charge à gazéifier.

Les essais ont été réalisés en utilisant l'air comme agent gazéifiant suivant deux régimes de fonctionnement : débit continu à pression constante et succession de cycles de compression et de détente. L'écoulement gazeux continu a été expérimenté sur les 3 charges à perméabilités différentes, tandis que le fonctionnement en variation cyclique a été expérimenté sur les 2 remplissages hétérogènes et particulièrement sur le troisième constitué par l'empilage de disques de béton de charbon.

La série d'essais sur charges homogènes en écoulement continu à pression constante, entamée en 1976, a été poursuivie. Les résultats obtenus pour des débits massiques d'air de 5 et 15 Nm³/h à des pressions absolues de 3, 10 et 28 bar conduisent à conclure que pour la phase de gazéification et de distillation :

- a) il n'y a pas d'effet notable de la pression dans les limites étudiées ;
- b) l'accroissement du débit massique d'air et de gaz aurait un effet légèrement défavorable sur le pouvoir calorifique et un effet plutôt favorable sur le rendement de gazéification.

Dans l'ensemble, les gaz ont un pouvoir calorifique de l'ordre de 1.050 kcal/Nm³ et le rendement de gazéification oscille autour de 70 %.

L'expérimentation du fonctionnement en écoulement gazeux continu sur les 2 types de charges hétérogènes a montré une influence notable de la pression. En dépit d'une cheminée centrale très perméable, les pressions élevées accroissent les effets de convection thermique et les très faibles vitesses relatives entre l'air et la charge, qui en résultent, suffisent à entretenir les réactions de combustion et de gazéification.

Un essai à 11 bar, avec débit d'air de 4,8 Nm³/h, réalisé sur la charge constituée de 50 % de charbon 5-10 et de Corindon 1-1,5 mm dans laquelle la cheminée centrale d'Al₂O₃ 3-6 mm a été ménagée, s'est déroulé d'une manière similaire aux essais sur charges homogènes : réactions actives avec température maximale de 1.500°C et apparition d'une période de

gazéification et de distillation de 330 min, avec rendement de gazéification de 62 % et production d'un gaz de 880 kcal/Nm³.

Trois essais réalisés à pression croissante (3, 11 et 29 bar absolus) à des débits d'air de l'ordre de 5 Nm³/h sur les charges constituées par l'empilage de disques de béton de charbon montrent que c'est à 29 bar que l'effet de la pression devient spectaculaire. Lorsque la pression est inférieure à 15 bar, les réactions se limitent à la partie supérieure du réacteur. En dépit d'une charge très peu perméable et de la présence d'une cheminée centrale vide, les effets de convection thermique à 29 bar ont conduit à brûler le charbon le long des parois du chenal de cheminement gazeux et même à établir un régime de gazéification de 3 heures, avec production d'un gaz pauvre ayant un pouvoir calorifique de 370 kcal/Nm³. Pour compléter cette série d'essais, les recherches ont porté sur la réalisation du fonctionnement en cul-de-sac, en alternant des périodes d'introduction d'air dans le réacteur sans débit à l'aval et des périodes d'évacuation du gaz sans introduction d'air. Cette technique de variation cyclique de la pression a été appliquée aux charges hétérogènes avec cheminée axiale permettant un cheminement préférentiel du gaz.

Les conclusions les plus importantes qui peuvent être tirées des essais, peuvent se résumer comme suit :

- 1°) L'influence de la longueur du réacteur est déterminante. Pour une hauteur de charge de moins de 1 m, le fonctionnement en gazogène est difficilement réalisable en milieu combustible hétérogène où un chenal est ménagé pour l'écoulement du gaz.
- 2°) A haute pression, les effets de convection thermique sont très favorables lorsque l'agent gazéifiant circule de haut en bas ; ils pourraient être défavorables pour une circulation de bas en haut.
- 3°) Le fonctionnement à pression variable a permis de montrer que les réactions peuvent se propager dans les plans horizontaux qui séparent les disques de béton de charbon, alors qu'en écoulement continu elles restent localisées aux parois de la cheminée de by-pass.

Le programme d'essais de gazéification sous pression et sous pression variable se poursuivra durant l'année 1978 sur des charbons de plus grosse granulométrie en utilisant pour agent gazéifiant des mélanges air + CO₂ et air + vapeur d'eau. D'un autre côté, le modèle mathématique étudié à l'Université de Liège dans les services du Professeur L'Homme est sur le point d'être opérationnel. Les calculs effectués sur ce modèle seront mis en parallèle avec les résultats obtenus en expérimentation directe à la station d'essais, ce qui permettra de limiter le nombre des expériences.

3.2.2. *Installation expérimentale de combustion de gaz pauvre sous haute pression*

Le dispositif expérimental, constitué de l'enceinte résistant à 50 bar et du four intérieur en béton réfractaire, est en place et est raccordé aux différents appareils de régulation. L'armoire de contrôle et de commande électrique est également terminée. Il reste quelques accessoires à placer pour permettre la première mise en marche de l'installation expérimentale qui devrait pouvoir être mise en service au cours du premier trimestre 1978.

3.2.3. *Etude d'une soupape automatique destinée au réglage du débit d'eau de refroidissement des gaz*

Les études récentes concernant la gazéification « in situ » ayant eu pour conséquence de faire abandonner le dispositif de refroidissement des gaz par surface au profit d'un dispositif de refroidissement direct par injection d'eau, il importe de mettre au point un dispositif de réglage automatique du débit d'eau de refroidissement.

Ceci nous a conduits à étudier une soupape automatique dont l'ouverture est commandée par la dilatation différentielle de deux pièces métalliques concentriques.

Un prototype est en cours de réalisation à la station d'essai. Il sera réalisé à l'échelle un et fera l'objet d'une expérimentation dans un circuit permettant de reproduire les conditions de pression, de débit et de

température qui correspondent à son utilisation « in situ ».

3.2.4. *Etude de la destruction thermique d'un « casing » de sondage*

Un dispositif expérimental a été monté et mis en service à la station d'essai, en vue de l'étude de l'élimination, par destruction thermique, d'un élément de tubage métallique qui pourrait faire obstacle à l'approfondissement d'un sondage. La méthode repose sur l'utilisation d'un remplissage de grains d'aluminium dans la zone du tubage que l'on se propose de détruire et sur une combustion de l'aluminium et de l'acier dans un courant d'oxygène. Les premiers résultats sont encourageants ; l'étude sera poursuivie pour mettre au point le mode opératoire le mieux approprié.

3.3. *Participation aux travaux de la section « Polymères »*

La station d'essais a pris part au montage et à l'adaptation des panneaux radiants de résistances de chauffage pour des essais d'ensoleillement artificiel, effectués sur des éléments préfabriqués en polyester stratifié de très grandes dimensions et sur des éléments architectoniques en « Plastic Marble ». Elle a également réalisé la fixation des éléments étudiés à une structure portante simulant le placement réel.

D'autre part, elle a participé à l'équipement de la cabine d'essais de comportement au feu des câbles électriques suivant la norme française C 32 - 070.

Division de Pâturages

4. Sécurité « explosifs et explosions »

L'année 1977 a été marquée par un développement supplémentaire dans le domaine des arrêts-barrages déclenchés : il s'agit de la mise au point d'un dispositif électrique capable d'assurer en permanence le contrôle de la continuité de la chaîne pyrotechnique qui caractérise le système belge d'arrêt-barrage déclenché. Pareil système, constitué d'une série d'éléments extincteurs, d'un détecteur mécanique et du dispositif de contrôle de la continuité, a été en fin d'année placé au complet (constituants explosifs exceptés) dans les travaux souterrains du charbonnage d'Eisden, en vue d'un essai technologique au fond.

Dans un autre domaine d'application, des éléments extincteurs actifs ont été testés à plusieurs reprises à la poudrerie PRB de Clermont-sous-Huy, au point de vue de leur efficacité d'extinction de poudres sans fumée prenant feu dans un atelier expérimental agencé en séchoir statique.

En matière d'explosifs, on a procédé en 1977 à des essais traditionnels de contrôle d'échantillons, prélevés dans le circuit commercial approvisionnant les charbonnages.

A la demande d'un exploitant charbonnier ont eu lieu quelques tirs en grisou avec explosifs de sûreté amorcés postérieurement.

Le Service des Explosifs de Belgique nous a confié cette année l'exécution de tâches nombreuses et variées : travaux relatifs aux explosifs de composition aqueuse, à plusieurs engrais à base de nitrate d'ammonium, à diverses substances apparentées aux explosifs, à des matériaux ligneux utilisés pour le

revêtement intérieur peu combustible de la caisse de camions agréés pour le transport des explosifs, à des cordaux détonants et spécialement à des détonateurs électriques, dont l'examen devait avoir lieu dans le cadre de l'enquête relative à une explosion en masse de tels engins, survenue intempestivement le 14 avril 1977 aux magasins B de vente que la firme Sertra Blasting exploite à Clermont-sous-Huy.

4.01. Contrôle des explosifs pour charbonnages

Depuis 1976, les houillères belges utilisent l'explosif allemand « Wetter Roburit B » comme explosif du type III de sûreté au grisou et aux poussières charbonneuses. Quatre échantillons ont été contrôlés et trouvés satisfaisants dans les conditions d'essai en mortier rainuré propres au type III.

En outre, dans le cadre des visites éducatives organisées à Pâturages en faveur des candidats boute-feux, plusieurs tirs effectués dans les conditions ci-dessus ont confirmé les résultats positifs trouvés lors des contrôles.

4.02. Tirs au coup débouillant avec amorçage postérieur

La Belgique est encore un des rares pays où, pour les tirs en mines de houille, la réglementation impose la pratique de l'amorçage antérieur : dans chaque

fourneau de mine, le détonateur doit se trouver dans la cartouche introduite en dernier lieu, donc la plus proche du front de forage, en sorte que l'onde de détonation progresse en direction du fond du fourneau.

A la demande d'un exploitant charbonnier ont été effectués comparativement quelques tirs en mortier d'acier simulant le coup débouillant en atmosphère grisouteuse, tantôt avec amorçage postérieur (détonateur au fond du fourneau), tantôt avec amorçage antérieur réglementaire.

Chaque tir concernant 9 cartouches de « Wetter-Roburit B » ayant nominale un poids de 125 g et un diamètre de 31 mm, placées sans bourrage dans un mortier à fourneau de 36 mm de diamètre et 1,67 m de profondeur, de manière telle que la file de cartouches contenues en fourreau mince de polyéthylène commence à 5 cm de la bouche du mortier.

Avec l'amorçage antérieur, on n'a constaté aucune inflammation sur cinq essais, tandis qu'avec l'amorçage postérieur il y a eu deux explosions de grisou sur neuf essais (respectivement aux 3^e et 9^e tirs).

Sachant qu'en RFA l'explosif « Wetter-Roburit B » est couramment utilisé avec l'amorçage postérieur qui, là-bas comme dans beaucoup de pays miniers, est réglementaire, on pourrait se poser des questions en rapport avec la sécurité. Il convient cependant de noter que les explosifs de classe II allemande n'enflamment pas le grisou lorsqu'ils sont tirés en mine expérimentale avec amorçage postérieur en coup débouillant dans le grisou, le fourneau ayant été foré en roche, comme dans la pratique, et n'étant plus celui d'un mortier en acier.

4.03. Examen de l'aptitude à la transmission de la détonation entre cartouches d'Irémite 85

La S.A. PRB Nobel Explosifs a présenté à la reconnaissance officielle un explosif en gel aqueux encartouché en petits diamètres : 27 et 30 mm, poids nominal des cartouches 250 g (échantillon fourni au mois de mai).

Il s'agit d'un slurry sensibilisé à l'aluminium, ayant gélifié dans des gaines en polyéthylène fermées par clips à chaque extrémité, de façon à former des boudins longs de 36 cm (ϕ réel 27,5 mm) ou de 29 cm (ϕ réel 31 mm).

Les essais par tirs d'aptitude à la transmission de la détonation ont été réalisés au moyen de cartouches conditionnées à -5°C , température d'épreuve rela-

tivement basse eu égard aux conditions d'emploi en Belgique.

Une première série d'essais effectués en juin 1977 a révélé que le seuil de transmission de la détonation était suffisamment élevé (au moins 4 cm) en cas de tir en confinement fort (tube d'acier de 4 à 5 cm de diamètre intérieur et 18 mm d'épaisseur de paroi), mais un peu faible à l'air libre.

Une seconde campagne de tirs d'aptitude à la transmission de la détonation a été entreprise en septembre et octobre 1977, en variant les conditions de confinement des charges essayées.

A ce moment, l'explosif avait quatre à cinq mois d'âge depuis sa fabrication. De plus, les cartouches conditionnées à -5°C avant chaque essai, étaient coupées en deux longueurs égales, en sorte que les charges initiatrice et réceptrice n'ont pu œuvrer lors d'un tir ne pesaient chacune que 125 g environ.

En tube rigide en matière plastique ϕ 36/40 mm, avec bourrages d'argile de part et d'autre des charges, on a trouvé à deux reprises les seuils suivants :

1/2 cartouche	ϕ 27 mm	4 cm
	ϕ 30 mm	19 cm

Par le tir de 1/2 cartouches ϕ 27 mm en tube d'acier ϕ 40/76 mm, on a obtenu les seuils ci-après :

- 9 cm sans bourrages,
- 5 cm avec bourrages légers,
- plus de 15 cm avec bourrages bien tassés.

4.04. Examen de cordons détonants prélevés en carrières

A l'occasion de la mise à feu d'un tir en masse dans une carrière à Soignies au mois de mai 1977, des ratés se sont manifestés lors de tentatives répétées en vue de provoquer la détonation du circuit des cordons détonants disposés à l'air libre sur l'aire de forage des mines verticales.

Au moins à deux reprises, la détonation ne s'est pas propagée dans du cordon à 12,5 g/m de marque « Dynacord » provenant d'une bobine déterminée et dûment amorcé par détonateur approprié, sans qu'il puisse être question de phénomènes d'arrachage possible lorsque le circuit des cordons disposés à l'air libre comporte des raccords à retard.

L'examen des pièces à conviction n'a pas révélé d'anomalie autre que des aspects irréguliers du cordon, certains tronçons de quelques centimètres à plusieurs décimètres de longueur n'étant pas torsadés de façon régulière (corde mal faite, non uniformément ronde, prenant parfois de ce fait une courbure supérieure à la normale).

Lors des essais de laboratoire, aucun manque flagrant de poudre dans la charge explosive du cordeau ni aucun raté de propagation de la détonation n'ont pu être mis en évidence.

Les ratés incontestablement observés au cours de l'emploi industriel, peuvent vraisemblablement être imputés à des tronçons de cordeau au sein desquels un relâchement local de la torsade des fils déterminait un manque de densité dans l'âme de penthrite.

Pareille supputation est étayée par des travaux tels que celui répertorié 109 au Colloque international du CNRS « Les ondes de détonation », Gif-sur-Yvette 1961 : S. Paterson & P. Lamb « The detonation of PETN in tubes of small diameter ».

Selon cette étude, la vitesse de détonation de 6000 à 7000 m/s. typique pour un cordeau à la penthrite implique une densité apparente de l'âme explosive de 1,3 à 1,4 t/cm³ et il est très probable qu'à ces densités la gamme des vitesses stables soit très étroite ; un manque de densité détermine dès lors le raté de propagation.

L'examen d'un cordeau de marque Bonocord, à charge nominale 12 g/m, a révélé un fort déficit du poids de penthrite : environ 8,5 g/m au lieu de 12.

4.05. *Epreuve d'échauffement sous confinement de substances pouvant donner lieu à explosion*

La Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille-Montagne s'était adressée au Service des Explosifs de Belgique, eu égard à l'éventualité d'un risque d'explosion lors du chauffage de mélanges CdS + Se + NH₄NO₃ à 25 % maximum de nitrate.

Il fut décidé de soumettre un tel mélange à 14 % de nitrate d'ammonium à l'épreuve RID/ADR d'échauffement sous confinement dans une douille en acier avec disque à lumière calibrée (celle-ci est décrite au marginal 407 du rapport INIEX 1971).

L'application de l'essai normalisé, qui comporte un programme de chauffe bien défini, a conduit à un diamètre limite de 0,5 mm, l'explosion se produisant une trentaine de secondes après mise en marche des brûleurs à gaz consommant ensemble 6,8 litres de propane par minute.

En intensifiant le programme de chauffe par de plus fortes consommations des brûleurs (resp. 9,0-10,2 et 11,0 à 11,5 litres C₃H₈/min), on a enregistré des explosions avec le disque à lumière de 1,0 mm de diamètre, l'attente nécessaire pouvant n'être que de 18 secondes. On a conclu que, pour une masse donnée du produit soumis à échauffement, il y a des possibilités d'explosion qui vont croissant avec le

degré de confinement et l'intensité du programme de chauffe.

La S.A. « Janssen Pharmaceutica » a présenté pour essais un échantillon d'acide m-chloro-peroxybenzoïque, lequel a été de la même manière soumis à l'épreuve d'échauffement en douille; là aussi a été trouvé un diamètre limite de 0,5 mm.

Ce produit a également subi les épreuves normalisées RID/ADR en vase hémisphérique en fer chauffé au rouge, d'aptitude à l'inflammation et de combustion sous confinement dans une caissette en tôle d'acier.

4.06. *Examen de la combustibilité de matériaux ligneux en plaques ignifugées*

Lorsque la caisse des véhicules agréés pour le transport des explosifs comporte des matériaux ligneux, ceux-ci doivent être difficilement combustibles, soit d'origine, soit grâce à un traitement d'ignifugation appliqué par trempage ou par badigeonnage sur toutes les faces.

Description du test : la plaque de matériau ligneux, tenue horizontalement, est attaquée sur sa face inférieure par la flamme oxydante, orientée à la verticale, d'un chalumeau oxy-acétylénique dont le bec se trouve à 20 mm de la surface de l'échantillon. On mesure le temps nécessaire au dard pour percer la plaque ; dès percement, on éteint le chalumeau et on observe si du feu persiste au niveau de l'échantillon, en notant la durée de persistance éventuelle.

A titre de comparaison, une planche de 14 mm d'épaisseur en chêne non ignifugé est percée en 20 à 25 secondes ; le feu persiste d'abord par flamme d'une durée d'une dizaine de secondes ou davantage (jusqu'à 2 min), ensuite par points incandescents. Une planche en bois blanc de 10 mm d'épaisseur, ignifugée sur une face par badigeonnage, est percée en 18 secondes quelle que soit la face attaquée, après quoi une flamme puis des points incandescents persistent sur la face non traitée.

Pour les matériaux ligneux dûment ignifugés, d'épaisseur 12 à 18 mm, on trouve pour la durée d'application du dard oxy-acétylénique nécessaire au percement, rapportée à l'épaisseur de l'échantillon en plaque, 3 à 4 s/mm. La durée de persistance du feu varie de 0 à 5 secondes.

L'épreuve est complétée par des essais de vérification en appliquant le dard du chalumeau sur la tranche de la plaque testée.

Le Service des Explosifs de Belgique n'a agréé pas les matériaux ligneux dont la résistance au percement est inférieure à 3 s/mm.

4.07. Examen de détonateurs électriques pour charbonnages

Un magasin à détonateurs électriques a fait explosion le 14 avril 1977 à Clermont-sous-Huy, dans des installations exploitées pour la vente des explosifs aux consommateurs belges.

Dans le cadre des recherches qu'il mène au sujet de ce départ intempestif, le Service des Explosifs de Belgique a vu la nécessité de divers essais de nature électrique sur détonateurs du type mis en cause par l'accident.

4.07.1. Détonateurs PNE en stock à Pâturages avant avril 1977

Il s'agit de 20 détonateurs instantanés et de 9 détonateurs à court retard n° 5, tous à fils de 3 m de longueur.

On a d'abord mesuré les résistances électriques totales, et trouvé des valeurs comprises dans la fourchette indiquée par le fabricant, savoir 2,1 à 2,3 ohms.

On a ensuite vérifié l'isolement électrique du circuit d'allumage par rapport à l'élément métallique du détonateur étranger à ce circuit, à savoir son étui tubulaire en cuivre, et trouvé dans tous les cas, comme prescrit par la circulaire n° 127 du Directeur général des Mines, une résistance à considérer comme infinie lorsqu'une tension continue de 500 V est appliquée entre la torsade des extrémités dénudées des fils et une électrode plongée, ainsi que le tube du détonateur, dans un bac de saumure.

Ce résultat signifie qu'il faut plus de 500 V pour atteindre le potentiel qui, à l'intérieur du détonateur, peut provoquer un arc électrique entre l'étui en cuivre et les conducteurs internes (extrémités non visibles des fils du détonateur, soudées à la pilule inflammatoire, ainsi que cette dernière elle-même en ses divers éléments).

On a alors procédé à un troisième type d'essai, en branchant aux armatures d'une capacité de 98 pF, d'une part, l'étui en cuivre du détonateur, d'autre part, la torsade des extrémités libres de ses fils, puis en montant en tension jusqu'à atteindre le potentiel disruptif qui est noté (on emploie un voltmètre à très haute résistance d'entrée).

Pour les 20 détonateurs instantanés, on a trouvé des potentiels disruptifs compris entre 3 et 4,75 kV ; dans aucun cas, le jaillissement de l'arc à l'intérieur du détonateur n'a eu de conséquence pyrotechnique décelable.

Dans le cas de 5 détonateurs à retard pris parmi les 9 exemplaires disponibles, la tension de « claquage »

s'est située entre 5 et 6 kV ; l'un des 5 détonateurs essayés a sauté lorsque la tension a atteint 6 kV.

4.07.2. Détonateurs PNE fabriqués avant avril 1977

Il s'agit de 900 détonateurs à court-retard (100 de chacun des numéros 0 à 8) prélevés au charbonnage de Waterschei après l'accident de Clermont.

A 30 détonateurs de chacun des numéros de retard disponibles, on a appliqué l'essai décrit ci-dessus en vue de déterminer la tension de « claquage » sans toutefois dépasser 6 kV.

Le plus bas potentiel disruptif trouvé est de 2000 V, il s'est manifesté dans trois cas (un n° 3, un n° 6 et un n° 7). On a atteint 6 kV sans « claquage » dans onze cas sur 270 ; de plus, un détonateur n° 1 a sauté par « claquage » à 6200 V.

Six autres ont fait de même suivant détail ci-après :

- deux n° 3 à 3700 et 4800 V respectivement,
- un n° 4 à 4000 V,
- trois n° 8 à 4500, 5000 et 5200 V respectivement.

Les septante autres détonateurs n° 8 disponibles ont alors été testés de la même manière en se servant d'une capacité de 80 pF au lieu de 98.

Toutes les tensions de « claquage » ont été trouvées supérieures à 2 kV, mais 5 détonateurs ont sauté lors de l'essai, pour 4000 - 4000 - 4700 - 5000 et 5300 V respectivement. Les nonante-sept détonateurs n° 8, qui restaient après essai du potentiel disruptif sur les trente premiers d'entre eux, ont été testés par l'épreuve d'isolement à 500 V : tous résultats satisfaisants.

4.07.3. Détonateurs PNE récupérés dans les décombres du magasin sinistré

Il s'agit de 186 détonateurs tant instantanés qu'à retards (n° 1-2-9 et 10).

Leurs fils, souvent endommagés, ont été recoupés courts de façon à mesurer la résistance des conducteurs internes (principalement le fil de pont à l'intérieur de la pilule inflammatoire).

Neuf détonateurs ont dû être écartés en raison d'un endommagement de la pilule ou des extrémités des fils nécessaires pour le raccordement à l'appareillage d'essai. Pour les autres, la résistance résiduelle était comprise entre 1,53 et 1,85 ohms.

Les potentiels disruptifs déterminés avec l'appareillage comportant la capacité de 80 pF, sont compris entre 1,5 et plus de 6 kV (limite supérieure d'essai). Un détonateur n° 10 a sauté à 3 kV.

On aura remarqué dans les essais décrits ci-dessus que la capacité de 80 ou 98 pF, selon le cas, portée au potentiel nécessaire pour une décharge disruptive au sein du détonateur agit sans résistance ohmique notable dans le circuit de décharge.

En 1978, auront lieu des essais mettant en œuvre une capacité et une résistance de grandeurs analogues à celles du corps humain.

4.08. Essais relatifs à l'aptitude à détoner de produits à base de nitrate d'ammonium

4.08.1. Engrais azotés et nitrates ammoniques techniquement purs

Au moyen du dispositif de tir faisant l'objet de la figure 19 au marginal 411 du rapport INIEX 1974, nous avons testé deux engrais azotés à base de nitrate d'ammonium :

- un engrais ternaire à 24 % N d'origine allemande, fabriqué par la « BASF Aktiengesellschaft » à Ludwigshafen ;
- un engrais azoté à 26-27 % N d'origine italienne, fabriqué par la « SpA ANIC » à Ravenne, présenté par la firme anversoise G. Janssens et Cie.

Ces produits n'ont pas propagé la détonation dans les conditions de l'essai, même après avoir subi un vieillissement artificiel par cinq cycles de températures à 25-45°C.

Outre ces produits, nous avons prélevé au dépôt de vente des explosifs à Châtelet un échantillon de nitrate d'ammonium en prills techniquement purs (34,8 % N) fabriqués par la firme CdF-Chimie à Mazingarbe (France). Ce nitrate transmet complètement la détonation s'il est tiré en tubes de 100 ou 150 mm de diamètre, sans aucun vieillissement, avec l'amorçage habituel à l'Alsilite (décrit au marginal 411 du rapport INIEX 1974). Par contre, en tube de 100 mm de diamètre avec amorçage par un cordeau Supercord à 40 g/m de penthrite tendu axialement dans le tube cylindrique, il n'y a guère de réaction.

Parallèlement à ces essais, nous avons comme auparavant déterminé la porosité des prills étudiés par la méthode de rétention d'huile, ainsi que leur densité apparente et leur granulométrie.

4.08.2. Explosif au nitrate-fuel (ANFO)

Egalement prélevé au dépôt de Châtelet, un échantillon d'explosif ANFO (brisant FP) a subi les tests de propagation à la détonation décrits ci-dessus. Tiré en tube d'acier de diamètre 100 mm, ce produit se comporte comme un véritable explosif pour tous les modes d'amorçage essayés :

- amorçage ponctuel à l'Alsilite ;
- amorçage linéaire par cordeau placé axialement, soit au Supercord à 40 g/m PETN, soit au Dynacord à 12 g/m.

4.09. Recherches relatives à un système d'arrêt-barrage déclenché

4.09.1. Arrêt-barrage pour travaux souterrains des mines

Comme annoncé au marginal 416 du rapport INIEX 1976, l'utilisation du cordon Nonel et de raccords rapides du type pour tuyauteries en vue d'assurer tout à la fois la connexion éléments entre extincteurs raccordés en série et la transmission du signal pyrotechnique de déclenchement, s'est également prêtée à la mise au point d'un dispositif électrique simple et efficace, dont la seule mission est de contrôler en permanence la continuité de la chaîne pyrotechnique.

Ce dispositif comprend essentiellement un appareillage électronique capable de vérifier la continuité d'un circuit électrique, intérieurement associé à la ligne pyrotechnique résultant de la connexion en série d'une file d'extincteurs. Il repère immédiatement toute interruption ou coupure survenant dans la ligne et réagit également en cas de court-circuit (correspondant par exemple à un raccourcissement intempestif de la ligne) ; il permet en plus de localiser très rapidement le défaut.

Tout l'appareillage électrique est logé dans un bloc de coffrets antidéflagrants, et la ligne électrique de contrôle est de sécurité intrinsèque.

La détecteur mécanique à volet, dont les organes vitaux (représentés à la fig. 22) sont en utilisation pratique logés dans une forte carcasse de protection, a été soumis à des essais par explosions provoquées en tunnel, tant dans les installations du Cerchar à Verneuil-en-Halatte (F) qu'à la mine expérimentale Tremonia à Dortmund (RFA).

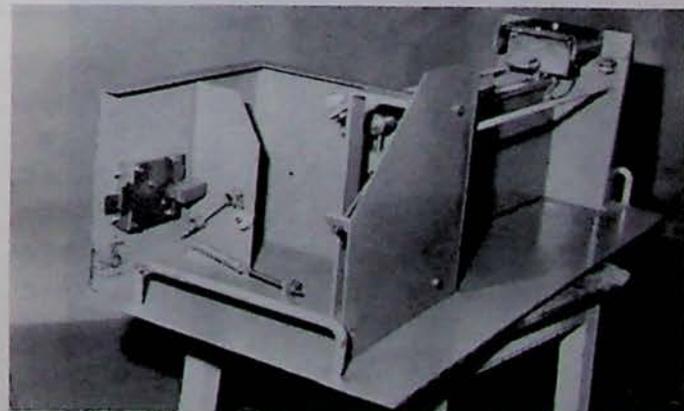


Fig. 22 — Organes du détecteur mécanique à volet

On peut se faire une idée de la sensibilité de la détection par le résultat global de 10 explosions expérimentales effectuées en Allemagne, exprimé en pression dynamique de détection : la moyenne s'éta-

blit à $1,4 \text{ kN/m}^2$, à comparer aux 4 kN/m^2 nécessaires dans le cas des auges à eau constituant les arrêts-barrages classiques non déclenchés.

Lors de ces dix essais, la pression statique de détection était en moyenne de $0,09 \text{ bar}$.

Bien entendu, dans tous les cas, l'appareillage sensible au souffle de l'explosion était placé dans sa carcasse métallique de protection, munie sur deux faces opposées d'ouïes d'entrée et de sortie pour la chasse d'air (le volet mobile dûment goupillé réagit à la chasse d'une explosion, mais non dans les autres cas).

Le souffle d'une explosion en précède toujours la flamme de sorte que le système mécanique permet la détection avant l'arrivée du front de flamme dans la section du tunnel où se trouve le détecteur à volet.

A la galerie expérimentale française, on a provoqué des coups de poussières de violence moyenne et enregistré que le détecteur déclenchait, que le volet en soit goupillé ou non, 135 ms environ après le passage du front de souffle et quelque 250 ms avant le passage du front de flamme, ce dernier progressant à $40\text{-}60 \text{ m/s}$.

A la mi-novembre 1977, un système complet d'arrêt-barrage déclenché, ne comportant toutefois aucun élément explosif mais avec système électrique de vigile permanent surveillant l'intégrité et la continuité d'une ligne de 30 éléments extincteurs, a été installé pour essai technologique dans la voie de retour d'air, près des fronts d'exploitation d'un chantier en taille chassante du charbonnage d'Eisden, en Campine.



Fig. 23 — Disposition en galerie d'un détecteur connecté à une file d'éléments extincteurs

Il s'agit ici de se rendre compte du comportement du système, de sa robustesse et de sa « praticabilité » en milieu industriel minier. La disposition d'un détecteur et des premiers éléments extincteurs d'une série suspendue en galerie apparaît sur la figure 23 : on peut constater le faible encombrement du système.

4.09.2. Extincteur automatique pour industries diverses

Le marginal 416 du rapport INIEX 1976 rendait compte de premiers essais réalisés à Pâturages, en vue d'appliquer en pyrotechnie le système d'extincteur mis au point pour les mines.

Cette idée a suscité un intérêt certain auprès des poudriers, amenés à constater qu'il leur fallait un système extincteur à grand débit d'eau, capable d'entrer en action à plein régime dès son déclenchement.

On a envisagé le cas du séchage de la poudre sans fumée à la nitroglycérine dite « ball-powder » sur claies d'environ $60 \times 80 \text{ cm}$ de côté, à fond de treillis recouvert d'une toile et chargées chacune de 20 kg de poudre étalée en couche de 5 cm environ d'épaisseur.

Les claies se trouvent juxtaposées sur une table de séchage dont elles forment le tablier, de manière telle que l'air chaud pulsé à travers un caisson ad hoc est forcé du bas vers le haut à travers la couche de poudre pour se charger d'humidité et s'échapper ensuite dans l'atmosphère de la salle de séchage. La poudre des claies arrive ainsi, finalement, à l'état sec.

Si le feu prend dans une claie, toute la poudre présente dans le séchoir va brûler, avec les dégagements de gaz chauds vecteurs d'incendie et les conséquences à en attendre.

A la poudrerie PRB de Clermont-sous-Huy, un atelier expérimental a été équipé en 1977 en vue de simuler une rampe de séchage d'un peu plus de 4 m de longueur, convenant pour six claies juxtaposées.

Les conditions de la pratique sont respectées, sauf que l'air de séchage, soufflé à la vitesse de 5 m/s à l'entrée du caisson courant sous les claies, n'est pas chauffé.

La surface occupée par les claies se trouve dans le champ de cellules photoélectriques placées sur un mur de l'atelier. Ces cellules sensibles à la lumière blanche ont un temps de réponse qui dépend de l'intensité de l'impulsion lumineuse et qui, d'après le fournisseur, serait dans le meilleur cas de l'ordre de 20 ms .

Le principe de fonctionnement du système de détection repose sur la modification d'une résistance

électrique due à l'action des cellules. Si la modification est assez importante, un relais est excité en vue de la mise en œuvre d'un courant d'appoint.

Le réglage du seuil de sensibilité se fait, grâce à une vis ad hoc, par l'introduction d'une résistance déterminée.

Lors des premiers essais, le dispositif extincteur est uniquement constitué de 12 poires d'arrosage surplombant les claies et de pulvérisateurs à eau disposés dans le caisson d'adduction d'air sous les claies.

Ces premiers essais ont donné des résultats insuffisants, qui furent imputés à deux raisons principales : l'arrosage ne commençait jamais que plus d'une seconde après l'apparition du feu et, à plein débit, ne dépassait pas une toute pas 2,5 litres par seconde au mètre courant de rampe de séchage.

On a vu clair qu'il faut combattre le feu de pouce dans les plus brefs délais au moyen d'eau pulvérisée en aussi grande quantité que possible.

On sait que notre extincteur pyrotechnique est capable d'un débit vingt fois plus grand, mais pendant une demi-seconde seulement.

C'est pourquoi, on a suspendu, parallèlement à la ligne de poires d'arrosage et de part et d'autre, deux séries de deux éléments extincteurs : chaque série a donc 4 m de longueur ; l'une est amorcée par un détonateur électrique instantané, l'autre par un détonateur à retard qui saute en principe 0,5 seconde plus tard que l'instantané. Ces détonateurs reçoivent une impulsion de courant en même temps que la vanne électro-magnétique ouvrant l'alimentation du système d'arrosage.

L'idée est la suivante : en cas d'apparition de feu, l'extincteur pyrotechnique à détonateur instantané agit le premier, est suivi une demi-seconde plus tard par le second qui prend la relève, de façon à avoir assuré le principal de l'extinction au moment où l'arrosage se met à fonctionner à plein débit.

Des premiers essais, effectués avec deux ou quatre claies chargées chacune à 20 kg, ont montré que des résultats intéressants pouvaient ainsi être obtenus quand on allumait la poudre d'une des claies au moyen d'un inflammateur à tête électrique d'allumage et 0,5 g de poudre noire très fine : la flamme pouvait être rapidement maîtrisée et on récupérait, soit 39 kg sur 40 mis en œuvre pour l'essai, soit 78 à 79 sur 80.

On a alors songé à rendre l'essai plus difficile, en plaçant un inflammateur à 0,5 g de poudre noire dans deux claies non contiguës d'une série de six, chargées chacune à 20 kg de ball-powder, les claies d'allumage contenant elles-mêmes, de préférence, des variétés de poudre à quelque 20 % de nitroglycérine (au lieu de 9-10 %, comme pour la poudre sphérique 30).

C'est évidemment là multiplier les difficultés, peut-être au-delà des éventualités de la pratique ; mais il s'agissait somme toute d'évaluer en quelque sorte la fiabilité du procédé.

Deux essais ont pu être cinématographiés de manière telle que le dépouillement des films, associé comme précédemment aux mesurages des temps de fonctionnement des extincteurs pyrotechniques, permet d'établir la chronologie des événements.

TABLEAU XIII

Temps (millisecondes)	Essai 1	Essai 2	Observations
Lancé du courant d'allumage	0	0	—
Apparition 1ère lueur	18	32	1er allumeur
Apparition 2ème lueur	67	115	2e allumeur
Fonct. 1er extincteur pyrotechnique	274*	240*	mesurage
Fonctionnement électrovanne	299	265	lampe témoin
Disparition flamme visible	431	—	fl. persiste dans 2
Apparition points lumineux aériens	546	—	fl. persiste dans 2
Fonct. 2e extincteur pyrotechnique	819*	739*	mesurage
Extinction totale	—	880	seul' essai 2
Début de l'arrosage	2148	2028	filet d'eau
Arrosage à plein débit	2990	2942	jet conique
Extinction finale	10356	—	seul' essai 1

* Les temps mentionnés avec astérisque sont précis à 0,5 ms près ; les autres à ± 8 ms.

Lors de ces essais à 6×20 kg, les deux allumeurs sont placés dans les troisième et cinquième claies respectivement : lors de l'essai 1, la troisième claie contient une poudre à 20 % de nitroglycérine, non pas en grains sphéroïdaux mais en paillettes laminées à 0,10-0,15 mm d'épaisseur (paillettes très légères, aisées à mettre en suspension dans l'air) ; dans l'essai 2, il ne s'agit que de poudres sphériques.

Le tableau XIII donne la chronologie de ces deux essais.

Dans l'essai 1, toute manifestation tardive de feu (en réalité, paillettes brûlant en suspension dans l'air) n'a cessé qu'après démarrage de l'arrosage.

Dans l'essai 2, toute flamme était éteinte en moins d'une seconde, donc avant fonctionnement de l'arrosage.

On constate ainsi l'efficacité du dispositif pyrotechnique d'extinction.

Mais on voit aussi que l'arrosage par système classique n'intervient que fort tardivement.

La liaison n'est pas faite entre, d'une part, la durée globale d'action des deux extincteurs pyrotechniques à gros débits, dont l'un prend bien la relève de l'autre, et, d'autre part, les poires d'arrosage à débits relativement faibles.

Or, pendant l'hiatus qui sépare les deux périodes successives de noyages, on est à la merci d'une reprise du feu imputable à la subsistance d'un point chaud ou à la retombée d'un grain en combustion, et l'on sait que l'arrosage par poire n'a en soi que des capacités d'extinction limitées. Il peut être efficace vis-à-vis d'un foyer sans ampleur (essai 1) ou même superflu (essai 2). Dans un cas moins favorable, il risque de ne pas pouvoir suffire.

C'est pourquoi, il reste à améliorer le mariage des deux systèmes, en perfectionnant le temps de ré-

ponse de l'arrosage à l'effet d'exclure toute éventualité hasardeuse.

4.09.3. Réunions et colloques internationaux

Conscient de l'importance des arrêts-barrages pour la sécurité, tant des mines de charbon que dans les poudreries et ateliers de pyrotechnie, l'INIEX a entrepris en 1977 de faire connaître à l'étranger ses réalisations dans ce domaine.

C'est ainsi que, les 17 et 18 mars 1977, la division de Pâturages de l'INIEX a accueilli les experts européens en arrêts-barrages déclenchés, dont c'était la quinzième réunion. A cette occasion, les diverses délégations ont fait le point des travaux récemment effectués dans leurs instituts respectifs, avant de s'intéresser aux dernières réalisations de l'INIEX en la matière.

Le 26 octobre 1977 au Colloque sur la Sécurité en Pyrotechnie organisé à Bourges (F) par l'EFAB, le chef du Service des Explosifs de Belgique a présenté une communication intitulée « Extincteur automatique pour poudreries et ateliers de pyrotechnie » illustrée par la projection de films et diapositives.

Le 30 novembre 1977, le charbonnage d'Eisden recevait la visite du groupe de travail « Poussières inflammables » fonctionnant auprès de l'Organe Permanent pour la sécurité et la salubrité des mines de houille (Commission des Communautés européennes), qui s'intéressa au dispositif d'arrêt-barrage déclenché installé au fond.

Le lendemain, ce groupe était l'hôte de la division de Pâturages, où il reçut des informations supplémentaires relatives à ce dispositif, ainsi qu'à son utilisation pour installations de surface.

5. Sécurité « Incendie - Grisoumétrie - Poussières »

Comme en 1976, l'activité la plus importante du service en 1977 a été le contrôle systématique de la fabrication des bandes transporteuses destinées aux travaux souterrains des mines de houille. A raison d'un contrôle par rouleau de 300 m, nous avons vérifié la conformité au prototype agréé de plus de 50.000 m de bandes. Outre ces essais, nous avons agréé plusieurs prototypes de courroies et réalisé dans ce domaine quelques essais d'orientation. De plus, l'INIEX a signé en fin d'année un contrat de recherches de deux ans avec l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité des Mines de Houille de la Communauté Européenne, avec pour mission de mettre au point une méthode de contrôle d'inflammabilité des courroies sur une petite éprouvette.

Parallèlement à cette activité, le service a continué sa mission dans le domaine des liquides difficilement inflammables, en étudiant leur inflammabilité sous forme de jet pulvérisé sous pression, et, dans certains cas, leurs caractéristiques « extrême pression ». Nous avons également poursuivi l'étude de poussières et matériaux inflammables, contrôlé les teneurs en grisou dans les mines du Sud du pays et réalisé les essais diélectriques prévus par la norme d'agrément des extincteurs portatifs.

Dans ce domaine, on a constaté en 1977 une plus grande diversité des appareils avec l'apparition sur le marché d'extincteurs à eau + additifs et à produits halogénés, à côté des extincteurs à poudre et à CO₂.

5.1. Courroies transporteuses difficilement inflammables

5.1.1. Modification d'appareillage

Au début de l'année 1977, nous avons remplacé notre installation de friction au tambour par un appareillage entièrement nouveau qui, s'il n'apporte pas de différence quant à la réalisation des essais, est

muni d'un nouveau dispositif de mesure de la température de la surface extérieure du tambour, ceci pour nous conformer à la nouvelle réglementation européenne en la matière.

Le nouveau tambour est muni de trois thermocouples Fe-Fe/Constantan dont les soudures chaudes sont fixées le long d'une génératrice à 1 mm de la surface extérieure du tambour ; le thermocouple central est placé au milieu de cette génératrice, les deux autres étant situés de part et d'autre du premier à 50 mm de celui-ci. La tension mesurée est transmise à un enregistreur permettant de suivre en continu l'évolution des températures mesurées en cours d'essai. La température prise en considération pour le jugement porté sur la bande est la plus élevée, c'est-à-dire celle donnée par le thermocouple central, situé sous l'échantillon testé pratiquement dans l'axe de celui-ci.

5.1.2. Essais d'agrément

Sur 9 courroies faisant l'objet d'une demande officielle, 7 ont été présentées pour agrément au Directeur Général des Mines, dont 4 ne pourront être utilisées qu'avec des convoyeurs pour lesquels des dispositions sont prises en vue d'éviter le patinage ou de refroidir la tête motrice à moins de 100°C.

Une de ces bandes présente la particularité d'être revêtue de polychloroprène sur une face et de PVC sur l'autre. Toutes les autres bandes agréées sont revêtues de PVC sur leurs deux faces.

5.1.3. Essais de contrôle

Les contrôles de fabrication, commencés en 1975, continués en 1976, ont été poursuivis en 1977 avec la même fréquence (un contrôle par rouleau de 300 m fabriqué), si bien que l'activité du service est restée très soutenue dans ce domaine.

Cette année, 204 échantillons ont été contrôlés ; ils se répartissent comme suit :

- 182 ont réussi tous les essais ;
- 15 ont échoué au test de friction sur tambour ;
- 3 ont échoué au test au brûleur à propane ;
- 4 ont échoué aux deux tests.

Par conséquent, 22 bandes ont été refusées, soit un pourcentage de 11 %. La proportion de courroies non satisfaisantes est donc en nette régression par rapport à l'an passé (21 % — voir rapport INIEX 1976, marginal 5.1.1.). De plus, il est important de constater que ces échecs sont presque tous survenus au premier semestre, toutes les bandes testées depuis le mois d'août ayant été déclarées bonnes.

Une statistique effectuée sur toutes les bandes testées depuis l'instauration des contrôles systématiques fait particulièrement ressortir l'influence de la largeur sur les résultats du test au brûleur à propane : en effet, on constate que les échecs se rencontrent dans les bandes de 800 mm de largeur et plus ; par contre, les bandes les plus étroites (750 mm de largeur) réussissent toutes ce test jusqu'à présent.

En outre, nous avons également testé deux bandes (une usagée et une neuve) à la demande des charbonnages. Les échantillons présentés ont réussi les essais imposés.

5.1.4. Essais d'orientation

Sur 5 bandes de fabrication française, nous avons réalisé 15 essais de friction au tambour. Deux de ces bandes, revêtues de PVC, ont subi ces essais avec succès ; les trois autres, revêtues de néoprène, ont échoué.

A la demande de la firme Monsanto, productrice de produits plastifiants et ignifuges, nous avons réalisé l'essai d'inflammabilité au brûleur à propane sur 7 échantillons de courroies, dont 2 avec revêtement intact et 5 avec revêtement partiellement enlevé, selon les modalités prévues par la norme belge.

Toutes ces bandes ont réussi ce test.

5.1.5. Tableau récapitulatif des résultats

Le tableau XIV résume les résultats obtenus sur les 227 courroies testées en 1977 selon la norme faisant l'objet de l'arrêté ministériel du 11 septembre 1961 relatif aux bandes de convoyeurs utilisées dans les travaux souterrains des mines de houille.

TABLEAU XIV
Statistique globale
des courroies testées en 1977

Types d'essais	Nombre d'échantillons	
	bons	mauvais
Agréations officielles	7	2
Contrôles de fabrication	182	22
Contrôles demandés par les charbonnages	2	—
Essais d'orientation	9	3
Total :	200	27

5.1.6. Travaux effectués sous égide des Communautés Européennes

A la fin de l'année, l'INIEX a signé avec l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité des Mines de Houille de la Communauté Européenne, un contrat de recherches de deux ans ayant pour mission de mettre au point une méthode de contrôle de l'inflammabilité des courroies sur une petite éprouvette.

Afin de pouvoir réaliser les essais prévus, le laboratoire s'est équipé des appareillages destinés à effectuer le test au brûleur Barthel (selon une norme britannique) et le test de la mini-galerie (selon une norme allemande). En outre, nous avons commandé l'appareil permettant de mesurer l'indice critique d'oxygène.

5.2. Liquides difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques

5.2.1. Détermination de l'inflammabilité des fluides pulvérisés sous pression

Trois fluides présentés par la société Labofina S.A. ont subi avec succès l'essai continental d'inflammabilité au jet pulvérisé sous pression ; ils ont en effet obtenu la cote 1. Ces fluides portent les appellations suivantes :

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

Trois autres fluides ont réussi l'essai au jet pulvérisé sous pression, tel qu'il est appliqué en Grande-Bretagne ; il s'agit des fluides suivants :

- a) le Quintolubric 822-310 et l'ester organique Q77, présentés par la N.V. Kempense Steenkolenmijnen ;
- b) le Néolube B 4552, présenté par la Société Labofina S.A.

5.2.2. *Appréciation des caractéristiques « extrême pression »*

A la demande de la Société Labofina S.A., nous avons effectué sur deux fluides un essai d'usure à charge constante, en appliquant sur les billes la force de 40 kg pendant une heure. Nous avons ainsi déterminé les diamètres d'usure moyens suivants :

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

En outre, la S.A. Belgian Shell nous a présenté 7 échantillons d'huile afin de déterminer la charge de soudure d'après la méthode « Extreme Pressure by Precision Shell Four Ball EP Tester ».

5.3. *Autres matériaux difficilement inflammables*

A la demande de l'Administration des Mines de Hasselt, nous avons testé dans la galerie d'essais de courroies, l'inflammabilité de plaques de polyuréthane, recouvertes d'une feuille d'aluminium sur une face et d'une feuille de papier Kraft sur l'autre ; ces panneaux sont destinés au revêtement intérieur des toitures de halls industriels.

5.4. *Extincteurs*

5.4.1. *Extincteurs à poudre*

En vue de l'obtention du label « Benor », nous avons procédé pour l'organisme de contrôle « Apragaz » aux essais diélectriques de 13 extincteurs à poudre selon la norme S21-018. Tous les appareils testés ont été trouvés conformes à la norme.

5.4.2. *Extincteur à eau + additif*

Cette année, des extincteurs à eau, contenant un additif, ont fait leur apparition sur le marché belge des extincteurs destinés à éteindre des feux d'origine électrique. Deux d'entre eux, testés pour le compte de l'organisme de contrôle « Apragaz », ont subi avec succès l'essai diélectrique prévu par la norme S21-018.

5.4.3. *Extincteurs à produits halogénés*

Toujours pour les feux d'origine électrique, des extincteurs à produits halogénés ont été mis au point. Les 4 extincteurs de ce type qui nous ont été soumis en 1977 ont été trouvés conformes à la norme S21-018.

5.4.4. *Extincteurs à CO₂*

L'organisme de contrôle « Apragaz » nous a présenté deux tromblons d'extincteurs à CO₂, afin de leur faire subir l'épreuve de résistance à haute tension prévue par le § 3 de la norme S21-015. Un seul de ces tromblons a satisfait à ce test.

5.5. *Grisoumétrie*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons procédé à l'analyse grisoumétrique, au moyen de l'appareil Lebreton, de 21 échantillons de gaz de mine prélevés dans les sièges du Sud du pays. Nous n'avons trouvé aucune teneur supérieure à 0,20 %.

5.6. *Poussières inflammables*

5.6.1. *Nuages de poussières*

A la demande de la Société Solvay S.A., nous avons procédé à la réalisation de coups de poussières dans notre galerie d'essais d'explosifs, à l'aide d'un polymère nouveau, pour trois teneurs en humidité différentes.

Afin d'étudier l'évolution de la réactivité de la poussière de zinc en fonction du temps, à partir de l'instant de sa fabrication, la Société Prayon S.A. a effectué une série d'essais à l'aide de l'inflammateur type « Bureau of Mines » que nous lui avons prêté.

5.6.2. *Poussières déposées en couches*

Pour le compte de la société Monsanto S.A., nous avons déterminé l'inflammabilité de trois échantillons de poudres de matières plastiques, déposés en couche horizontale et uniforme sur une plaque chauffante. On constate que les produits testés se consomment lentement, sans flamme ni incandescence. Ils forment, à la fin de l'essai, un gâteau compact, dû à la fusion des grains de poussière.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. This is essential for ensuring the integrity of the financial statements and for providing a clear audit trail.

2. The second part of the document outlines the various methods used to collect and analyze data. These methods include direct observation, interviews, and the use of specialized software tools.

3. The third part of the document describes the results of the data collection and analysis. It shows that there are significant differences in the way that different departments handle their data, which can lead to inconsistencies and errors.

4. The fourth part of the document discusses the implications of these findings and provides recommendations for how to improve the data collection and analysis process.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions of the study.

6. The sixth part of the document discusses the limitations of the study and the need for further research in this area.

7. The seventh part of the document provides a list of references and sources used in the study.

8. The eighth part of the document provides a list of appendices and additional information.

9. The ninth part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. This is essential for ensuring the integrity of the financial statements and for providing a clear audit trail.

10. The tenth part of the document outlines the various methods used to collect and analyze data. These methods include direct observation, interviews, and the use of specialized software tools.

11. The eleventh part of the document describes the results of the data collection and analysis. It shows that there are significant differences in the way that different departments handle their data, which can lead to inconsistencies and errors.

12. The twelfth part of the document discusses the implications of these findings and provides recommendations for how to improve the data collection and analysis process.

13. The thirteenth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions of the study.

14. The fourteenth part of the document discusses the limitations of the study and the need for further research in this area.

15. The fifteenth part of the document provides a list of references and sources used in the study.

16. The sixteenth part of the document provides a list of appendices and additional information.

6. Electricité

6.1. Matériel antidéflagrant

6.1.1. Agréations de conformité à la norme NBN 286

6.1.1.1. Matériel destiné aux mines

Pour l'année 1977, il a été proposé au Directeur Général des Mines à l'agrément comme matériel antidéflagrant pour le groupe I :

Moteurs électriques :	9
Appareils d'éclairage :	2
Appareils divers :	20
Total :	31

6.1.1.2. Matériel destiné aux industries autres que les mines :

groupe d'enveloppes IIa - IIb

Moteurs électriques :	12
Appareils d'éclairage :	12
Appareils divers :	17

groupe d'enveloppes IIc

Moteurs électriques :	7
Appareils divers :	17
Total :	65
Modifications autorisées :	18

6.1.2. Matériel antidéflagrant agréé suivant une norme autre que la NBN 286

Norme NEN 3125 (Pays-Bas) :	7
Total :	7

Total des procès-verbaux d'examen et essais délivrés pour des matériels antidéflagrants, pour l'année 1977 : 121 procès-verbaux.

6.2. Sécurité intrinsèque

6.2.1. Agréations

Vingt-trois nouvelles demandes d'agrément et de certificats de conformité ont été introduites au cours de cette année ; pendant cette période, le service a étudié, examiné et éprouvé les circuits de vingt appareils ou ensembles d'appareils. Quatorze d'entre eux ont satisfait complètement et ont été proposés à l'agrément comme matériel de sécurité intrinsèque.

Douze de ces derniers étaient destinés aux mines :

- un fin de course Bero N 496-6.03 (2e catégorie),
- un fin de course Bero EL 2/308.02-E (2e catégorie),
- un système d'interphonie WL 20 (2e catégorie),
- une alimentation double pour capteurs de pression HB (2e catégorie),
- un tricapteur TCC 69, son circuit électronique SCI 76 et sa liaison au système TF24 (1ère catégorie),
- une barrière de sécurité à diodes en liaison avec un GTM 67 (1ère catégorie),
- un détecteur de niveau de liquides Ex209 (1ère catégorie),
- un ensemble de trois blocs de couplage de fabrication Stahl (2e catégorie),
- un système de télécommande Siemens pour haiveuse (2e catégorie),
- un dispositif pour la mesure des températures sèche et humide de l'air (2e catégorie),
- un dispositif pour le contrôle de la continuité de la ligne pyrotechnique, utilisé avec les arrêts-barrages déclenchés (2e catégorie),
- un dispositif amélioré pour effectuer le contrôle indiqué ci-dessus (2e catégorie).

Deux autres appareils étaient destinés aux industries de surface :

- un convertisseur de pression H.B. (2e catégorie)
- un détecteur de niveau de liquides Ex209 (1ère catégorie).

Enfin, le dossier de cinq appareils a fait l'objet d'un classement sans suite et une demande d'agrément a été transférée au service Antidéflagrance, après examen et étude de l'appareil proposé.

6.2.2. Etude sur les barrières de sécurité à diodes (fig. 24)

Deux raisons au moins nous ont amenés à entreprendre une étude systématique de telles barrières de sécurité :

- le nombre croissant d'appareils comportant de tels dispositifs faisant l'objet de prescriptions spéciales dans le projet de norme Cenelec en 50.020 ;
- des difficultés rencontrées pour leur agrément suivant la NBN 683.

A cet effet, nous avons tout d'abord réalisé des essais avec des montages comprenant des fusibles et des diodes *d'origines diverses*.

Rapidement, les résultats des premiers essais ont montré l'importance du choix des éléments constitutifs des barrières. En effet, cette nouvelle technique de sécurité se base principalement sur l'écartement entre la caractéristique de fin d'arc du fusible et celle de destruction de la diode (fig. 25). Or, les dispersions constatées, lors des premiers essais, sur les caractéristiques nominales des composants ne permettaient pas, dans bien des cas, de conclure à l'infaillibilité de telles barrières.

C'est pourquoi, la poursuite des essais nous a amenés à *sélectionner des composants* et à ne retenir qu'un certain nombre de fabricants présentant du matériel dont les tolérances, prévues dans leur catalogue, ont pu être vérifiées en laboratoire.

Ultérieurement, l'étude des phénomènes transitoires nous a permis de mettre en évidence, grâce à

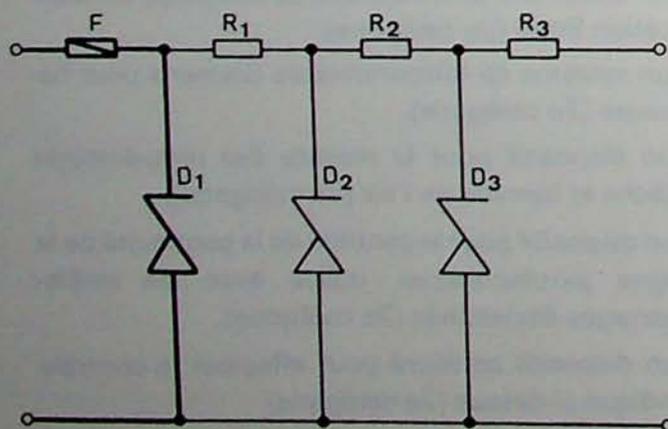


Fig. 24 — Barrière de sécurité à diodes Zener protégées par un fusible

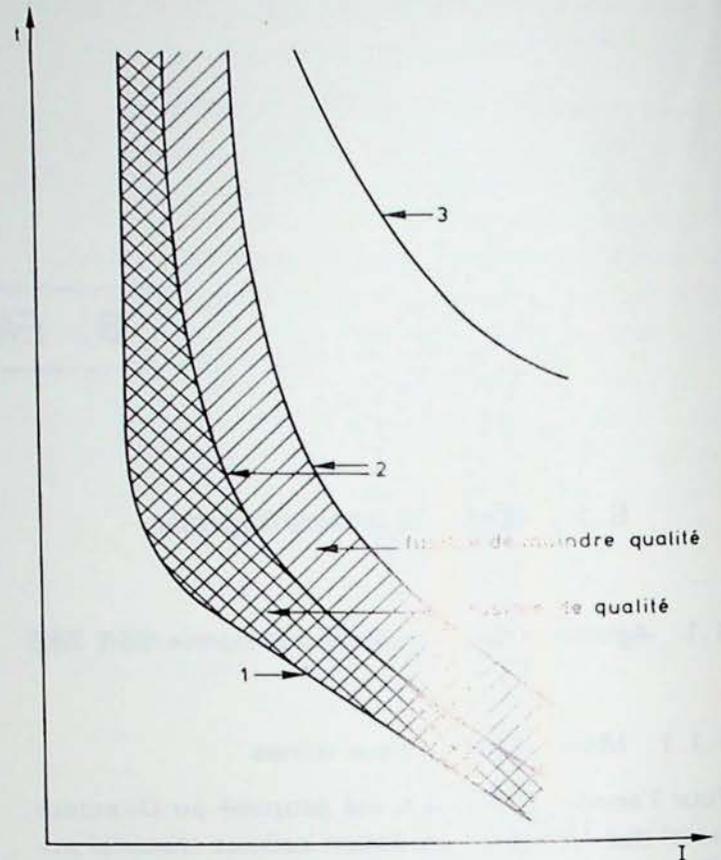


Fig. 25 — Caractéristiques comparées d'une diode Zener et d'un fusible de bonne et moins bonne qualité

1. courbe de préarc
2. courbe de fin d'arc
3. courbe de destruction de la diode

l'oscilloscope à mémoire, que la *qualité des composants* conditionne l'écartement entre les caractéristiques mentionnées ci-dessus et, par le fait même, l'attribution de la qualification d'infaillibles à de telles barrières.

6.3. Matériel à sécurité augmentée

6.3.1. Agrément de conformité à la norme NBN 717

6.3.1.1. Matériel destiné aux mines

Pour l'année 1977, il a été proposé au Directeur Général des Mines, l'utilisation dans les mines du matériel de sécurité augmentée :

Boîtes de dérivation et appareils divers : 15

6.3.1.2. Matériel destiné aux industries autres que les mines, agréé en conformité à la norme NBN 717 :

Moteurs électriques : 20

Appareils électriques divers : 12

Total : 32

6.3.2. Matériel à sécurité augmentée agréé suivant une norme autre que la NBN 717 :

Norme NEN 3125 (Pays-Bas) :	16
CEI - Publication 79-7 :	4
Total :	<hr/> 20

Total des procès-verbaux d'examen et d'essais délivrés pour le matériel à sécurité augmentée, pour l'année 1977 : 67 procès-verbaux.

6.4. Matériel à surpression interne

Agréation de conformité à la norme NBN 716 : 1 appareil.

6.5. Matériel à sécurité « N »

Agréation de conformité à la norme britannique BS 5000 : part 16. Moteurs en type de protection N (Non-Sparking) : 43 certificats ont été délivrés en 1977 pour différents types de moteurs et leurs accessoires (boîtes de raccordement au réseau).

6.6. Essais divers

En corrélation avec l'application des différentes normes concernant le matériel électrique utilisable en atmosphère explosible, l'INIEX (Pâturages) a délivré, en 1977, 277 procès-verbaux d'essais.

Ceux-ci concernent :

- les essais de vérification d'enveloppes anti-déflagrantes, à la surpression (essai dynamique), exigés pour tous les appareils individuellement, sortant des ateliers du constructeur : 261 procès-verbaux d'essai ;
- les essais de vérification de conformité aux normes, exigés lorsqu'un matériel pour atmosphère explosible a subi des réparations pouvant affecter son mode de sécurité : 10 procès-verbaux ;
- 6 procès-verbaux divers concernant entre autres deux domaines particuliers relatifs à la sécurité et exposés ci-après.

6.6.1. Moteurs diesel

Moteurs diesel destinés à être utilisés en zone II, offrant une protection équivalente au mode de protection « sécurité augmentée (e) » applicable aux appareils électriques. Il s'agit, dans le cas présent, de

moteurs diesel qui ne sont pas du type antidéflagrant (des moteurs antidéflagrants ont été agréés et sont notamment utilisés en locomotives de mines), mais qui présentent néanmoins une sécurité vis-à-vis de l'inflammation d'une atmosphère explosible éventuelle.

Cette sécurité a été définie par un règlement édicté par le « Mijnwezen - Administration des Mines aux Pays-Bas », et portant la référence n° 1578 - dossier n° 1.823.3.07.76 (15 mars 1976). Les particularités de ces moteurs, dont plusieurs ont fait l'objet d'un examen et d'essais de conformité au règlement ci-dessus, sont les suivantes :

- Aucun point de l'enveloppe du moteur, y compris ses tuyauteries d'échappement ne peut dépasser une température de 350°C.
- L'entrée d'air doit être équipée d'un dispositif coupe-flamme de façon à empêcher la transmission de la flamme à l'atmosphère explosible environnante, par retour des gaz chauds. Ceci est généralement réalisé par un empilage de lamelles. En outre, le conduit d'entrée d'air, entre l'empilage et le moteur, doit pouvoir supporter une pression interne de 10 bar. Ce dispositif peut être aussi un clapet hermétique qui se ferme de lui-même dès que la vitesse d'aspiration de l'air descend en dessous de 6 m/s et ne peut s'ouvrir que pour une vitesse d'air supérieure à 6 m/s.
- Il faut, de toute façon, un clapet de fermeture rapide d'air d'aspiration qui fonctionne lorsque le moteur s'arrête pour une raison quelconque, par exemple par surcharge. Il doit constituer un moyen d'arrêt immédiat du moteur, en cas d'urgence, le dispositif devant être commandé manuellement de la cabine du mécanicien. Il est conseillé que ce dispositif d'arrêt du moteur soit également dépendant de relais de survitesse, de la température de l'eau de refroidissement et de la pression d'huile.
- La remise en marche du moteur ne peut se faire que par action manuelle sur ce clapet lui-même.
- La température des gaz à la sortie de la tuyauterie d'échappement ne peut pas dépasser 450°C.
- L'échappement lui-même doit être muni d'un dispositif retenant les particules incandescentes et constitué par un filtre dont l'efficacité est testée par un essai de retenue de poussières de granulométrie définie.
- Les courroies de transmission doivent satisfaire à des tests de conductibilité électrique superficielle (protection contre l'électricité statique).
- Les appareils électriques accessoires (tels que démarreurs éventuellement) doivent répondre à un mode de sécurité reconnu vis-à-vis des atmosphères explosibles.

6.6.2. Danger présenté par les courants de circulation dans les paliers des moteurs électriques

L'enveloppe antidéflagrante d'un moteur électrique se compose de la carcasse du moteur, de ses deux paliers-flasques, des fourreaux de passage de l'arbre et de l'arbre lui-même. Les roulements ou coussinets supportant l'arbre sont généralement à l'extérieur de l'enveloppe antidéflagrante : ils ne sont normalement le siège d'aucune énergie électrique. Cependant, dans des conditions particulières, un courant électrique peut traverser ces roulements : le circuit électrique étant formé par l'arbre, les deux roulements, les deux paliers-flasques et la carcasse. La force électromotrice qui peut être de l'ordre de 2 V, engendrant ce courant, provient d'une dyssymétrie du flux magnétique ; nous n'en analyserons pas les causes ici. L'existence du courant traversant les roulements (billes du roulements) est bien décelable par le phénomène de « pitting », c'est-à-dire par les traces d'érosion qu'il provoque dans les bagues des roulements et, par suite, leur usure prématurée. Une première question se pose, au point de vue sécurité vis-à-vis des atmosphères explosibles : ce courant traversant le roulement, dans une enceinte accessible aux gaz et non antidéflagrante, est-il susceptible d'enflammer le mélange gazeux ?

Des essais réalisés à Pâturages sur deux moteurs de construction différente (un moteur de 45 kW - 1500 tr/min et un moteur de 425 kW - 1800 tr/min), il apparaît qu'il faut une tension alternative de l'ordre de 1 V à 2 V efficace pour engendrer un courant : le circuit formé en partie d'une résistance de contact, avec interposition d'un film de graisse de quelques microns d'épaisseur aux points de pose des billes et rouleaux sur les cages, ne suit évidemment pas la loi d'Ohm linéaire.

Dans les deux moteurs étudiés, le courant s'établit pour une tension de 1,7 V et 1,1 V à une valeur de 1 et 5 A respectivement. Ces valeurs varient en outre suivant les périodes de marche et d'arrêt et, comme on pouvait le prévoir, aucune loi de proportionnalité tension-courant ne peut être établie.

Un montage simple permet d'insérer une source de courant alternatif dans le circuit en question et il est facile de régler artificiellement le courant de circulation.

L'enceinte contenant les roulements est remplie d'un mélange explosif expérimental (lequel pénètre aussi dans le moteur par les passages d'arbre mais ce, sans danger, compte tenu du caractère antidéflagrant de l'enveloppe-moteur).

Ce mélange est contenu, d'autre part, par des enveloppes de feuille-plastique couvrant les paliers vers l'extérieur du moteur. On a poussé l'expérience jusqu'à un courant de circulation de 28 A, ce qui nécessite, pour le moteur de 45 kW soumis à cet

essai, une tension de 8,7 V (valeurs efficaces - 50 hertz). Le gaz explosif entourant les roulements, ceux-ci étant en outre presque complètement dégarnis de graisse, était un mélange d'air et hydrogène à 21 % H₂, c'est-à-dire le mélange exigeant la plus faible énergie d'inflammation. Aucune explosion n'a été observée. Après quelques heures d'essai, les roulements avaient subi un degré d'usure qui n'est jamais atteint en service normal.

Il ne semble pas qu'en pratique les conditions extrêmes ci-dessus puissent jamais être atteintes et dès lors il ne semble pas que les courants de circulation dans les roulements soient une source d'explosion. Ceci résulte d'une première expérience, toutefois il s'avère nécessaire de continuer les essais en modifiant l'installation utilisée pour augmenter les courants de circulation. Enfin, l'essai et les conclusions ci-dessus s'appliquent aux roulements (billes et rouleaux) et doivent être recollés sur machines à coussinets lisses. Une étude théorique doit enfin pouvoir démontrer si, en fonction des caractéristiques électriques des moteurs, des courants et tensions supérieurs aux valeurs ci-dessus peuvent être engendrés dans le circuit.

Le phénomène des courants de circulation dans les paliers engendre, indirectement, une seconde possibilité de danger d'inflammation d'une atmosphère explosible. En effet : pour pallier à ce phénomène lorsqu'il entraîne une usure prématurée des roulements, certains constructeurs sont amenés à isoler électriquement un ou les deux roulements.

Ceci se fait généralement en garnissant l'intérieur du logement de roulement, dans le palier, d'une mince couche de résine époxy armée de fibre de verre (mat de verre) ou d'une couche d'oxyde métallique déposée à chaud. Cette couche est alors alésée aux tolérances habituelles. Mais, pour des raisons mécaniques, cette couche est mince (de l'ordre de 1 mm) et présente de ce fait une ligne de fuite (distance d'isolement) entre roulement et palier de l'ordre de 1 mm. On peut raisonnablement penser que cette ligne de fuite peut être, après un certain temps, court-circuitée en plusieurs endroits par la poussière (par exemple limailles de fer provenant de l'usure naturelle du roulement) agglomérée par l'huile et la graisse. Cette conduction locale est sans doute très faible et limite le courant de circulation à une valeur non dangereuse pour le roulement. Toutefois, une seconde question se pose, toujours au point de vue sécurité vis-à-vis de l'atmosphère explosible : ce faible courant, probablement établi et interrompu de façon erratique, au gré par exemple des mouvements de graisse, peut-il provoquer des étincelles de rupture dangereuses ?

Des essais ont été réalisés, à Pâturages, sur le moteur de 425 kW — 6,6 kV — dont il a été question ci-dessus. Pour simuler les étincelles de rupture, on a inséré dans le circuit (entre roulement et palier)

l'éclateur normalisé pour la vérification de la sécurité vis-à-vis d'étincelles électriques en atmosphère explosible (norme « sécurité intrinsèque NBN 683 »). Le courant de circulation engendré par le moteur seul est incapable d'enflammer le mélange le plus explosif (air + 21 % H₂). Toutefois, les courbes expérimentales que l'on trouve dans la littérature (norme EN 50020 - Annexe A) montrent que si le circuit est selfique, pour une tension appliquée de 24 V, par exemple à un circuit de 1 mH, un courant de 380 mA est dangereux.

Comme il semble qu'une tension induite de 24 V soit impossible à engendrer dans un moteur (dans le circuit qui nous intéresse), nous avons recherché si le danger d'explosion existait pour des tensions inférieures (de l'ordre de 2 V).

Des courbes expérimentales (fig. 26) nous ont été gracieusement fournies par ERA (Electrical Research Association, Leatherhead, Grande-Bretagne) et ces courbes montrent que, pour une tension de 2 V, un circuit de 1 mH est dangereux pour un courant de 3 A. Les valeurs de 2 V et 3 A semblent bien pouvoir apparaître dans le circuit carcasse-palier-arbre d'un moteur de l'ordre de 400 kW, mais ce circuit présente-t-il une self de l'ordre de 1 mH ? La mesure de

l'impédance et a fortiori la séparation self-résistance du circuit, comprenant comme nous l'avons dit des résistances de contact variables, avec film d'huile, etc... ne peuvent se faire par des mesures électriques. Cependant, en insérant dans le circuit une source de tension connue (24 V), l'éclateur, une résistance pure et une self étalon, puis en se basant sur les valeurs de la norme EN 50020 (Annexe A), et en comparant le courant provoquant l'allumage dans le circuit avec et sans moteur, on peut déduire la valeur de la self introduite par le moteur. Dans le cas du moteur de 425 kW, la self déduite d'une première série d'essais avec éclateur CEI est de l'ordre de 0,4 mH.

Le courant d'ignition sous 2 à 3 V étant dès lors (fig. 26) d'au moins 5 A, le moteur en question ne doit pas présenter de danger au point de vue explosion en atmosphère hydrogène (ce qui a été vérifié expérimentalement), la sécurité étant 10 fois plus grande encore vis-à-vis des atmosphères méthane, propane, etc...

Des moteurs plus importants (1000 kW et plus) pourraient cependant présenter une self plus élevée et donc dangereuse. Ces recherches nécessitent l'immobilisation pendant 2 à 3 semaines de moteurs très importants, ce qui ne peut se faire qu'exception-

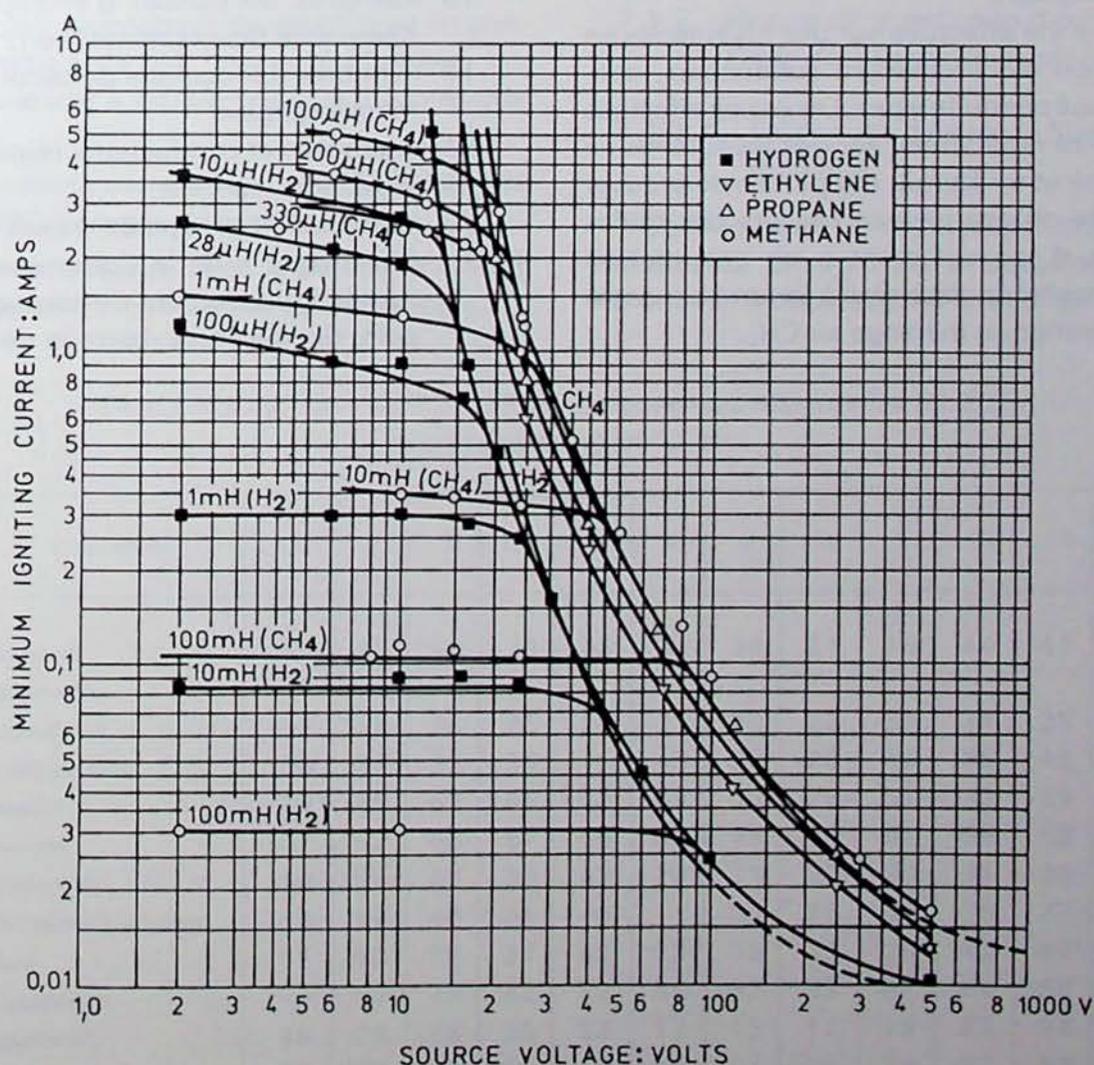


Fig. 26 — M.I.C. avec éclateur CEI (disque cadmium) origine E R A

nellement ; toutefois des contacts sont maintenus avec deux constructeurs de façon à saisir l'occasion de poursuivre ces recherches.

6.6.3. *Autres matériels*

— *Tuyaux en caoutchouc conducteur*

Trois tuyaux en caoutchouc conducteur ont été testés. Aucun d'eux n'a été trouvé conforme. Ils n'ont donc pas été proposés à l'agrément.

— *Lampes à flamme pour mines*

Deux lampes de mines de fabrication anglaise ont été présentées. Aucune n'a pu être proposée à l'agrément à cause du rallumeur utilisant un alliage de cerium (voir rapport 1975 § 66).

— *Dispositifs anti-retour de flamme pour chalumeaux*

Deux dispositifs anti-retour de flamme pour tuyauterie souple de chalumeaux ont été soumis aux essais.

Un seul a fait l'objet d'un procès-verbal favorable.

— *Lampe électrique au chapeau pour la mine*

Une lampe électrique au chapeau, déjà agréée et ayant subi une légère modification, a été présentée pour examen.

Un avenant à l'agrément a été accordé.

— *Electricité statique*

Une étude a été effectuée sur des tuyauteries en matériau non électriquement conducteur, utilisées dans une conduite à gaz. Les essais effectués en laboratoire notamment sur des tuyauteries en polyéthylène et en éternit, ont permis de prouver qu'une fuite de gaz pouvait charger des brides métalliques d'accouplement à un potentiel tel qu'une étincelle de décharge à la terre est capable d'enflammer un mélange air-CH₄.

6.7. *Propagande pour la sécurité*

Au cours de l'année 1977, la division de Pâturages de l'Institut National des Industries Extractives a organisé 20 journées de démonstrations relatives à la sécurité.

Les séances d'expériences, accompagnées d'exposés théoriques et de projections cinématographiques, ont porté sur les explosifs, le minage, la grisoumétrie, les lampes à flammes, les extincteurs, les courroies inflammables, le matériel électrique.

Comme les années précédentes, les essais démonstratifs, effectués tant sur matériel expérimentale qu'en laboratoires, ont mis en évidence la nécessité de se conformer aux réglementations imposées.

Parmi les 344 visiteurs qui ont ainsi participé à ces journées de la sécurité, on dénombre :

- 157 boutefeux,
- 39 électriciens des mines,
- 22 professeurs et élèves des grandes écoles,
- 42 professeurs et étudiants d'écoles techniques,
- 13 membres du conseil d'entreprise de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen,
- 17 membres des comités de sécurité d'entreprises métallurgiques,
- 31 ingénieurs et conducteurs miniers tchèques,
- 4 ingénieurs japonais,
- 19 membres du groupe de travail « poussières inflammables » de la Commission des Communautés Européennes s'intéressant à la mise au point de notre arrêt-barrage déclenché.

7. Salubrité

7.1. Pollution de l'air

7.1.1. Mesure de la pollution atmosphérique « Fumées SO₂ »

Étude financée par le Ministère de la Santé Publique

Comme les années précédentes, la participation du laboratoire au réseau national de mesure a été effective par le contrôle, chaque semaine, de trente et une stations situées sur un réseau de 650 km ; ces stations, qui ont été installées en Belgique à l'initiative de la Direction Générale de l'Hygiène du Ministère de la Santé Publique, permettent de déterminer en continu et par fraction de 24 heures les fumées, les poussières inférieures à 10 microns et le SO₂ présents dans l'air.

Nous avons réalisé cette année : 13.020 dosages de SO₂ et 13.020 dosages de fumées.

Les résultats sont relatés dans le bulletin mensuel publié par l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie.

Le tableau XV donne les valeurs moyennes mensuelles en SO₂ exprimées en µg / m³ d'air pour les stations de mesure de la région de Feluy et les communes de Mons, Pâturages et Beaumont.

Les valeurs moyennes mensuelles mesurées dans la région de Feluy, aux environs de la raffinerie, sont inférieures ou du même ordre de grandeur que celles observées dans des villes de moyenne importance comme Nivelles ou Mons.

7.1.2. Mesure de la pollution d'origine industrielle à l'aide des jauges de dépôt

7.1.2.1. Etude subsidiée par le Ministère de la Santé Publique

Dans le cadre de cette étude, nous participons au réseau de contrôle de la pollution atmosphérique d'origine industrielle en Wallonie. Le laboratoire a

TABLEAU XV. — 1977 — Valeurs moyennes mensuelles en SO₂, exprimées en µg / m³ d'air

Ville / Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mignault	57	45	40	29	43	34	36	31	18	44	47	44
Marche-lez-Ecaussines	42	28	38	26	29	21	30	22	27	34	35	43
Familleureux	50	37	32	33		43	38	28	40	35	45	48
Seneffe	70	45	52	45	43	49	32	28	51	36	59	59
Nivelles	107	82	68	67	66	38	43	35	51	56	86	74
Monstreux	40	29	36	30	42	20	21	20	20	31	34	42
Ecaussines-Lalaing	33	27	48	31	40		33	29	39	36	37	44
Feluy	57	50	38	37	43	28	25	23	36	42	47	51
La Louvière		53	47	42	52	55	52	53	61	54	58	65
Beaumont	46	29	25	25	32	17	15	11	19	23	24	41
Mons	99	68	66	60	50	35	27	26	39	33	53	63
Pâturages	65	69	73	65	70	51	33	71	65	46	47	70

poursuivi les mesures commencées l'année dernière dans les régions de Tournai, Mons, Soignies, Feluy, Braine-Le-Comte, Tubize et La Louvière.

Pour chaque station, nous déterminons mensuellement la teneur en poussières solubles et en poussières insolubles, ainsi que la teneur en ions SO_4 .

Tous les 3 mois, nous effectuons, sur un échantillon moyen de la phase liquide, le dosage des phosphates, des nitrates et des fluorures et, sur un échantillon moyen des poussières, le dosage des métaux suivants : fer, calcium, cadmium, plomb, chrome, zinc et mercure.

Le rapport annuel de synthèse est transmis au Département des Nuisances du Ministère de la Santé Publique.

Nous nous limitons, dans ce rapport, à résumer quelques conclusions qui peuvent être tirées de ces mesures qui sont effectuées depuis septembre 1974.

On observe que les variations d'une année à l'autre des quantités d'éléments recueillis dans les jauges sont relativement faibles bien que les conditions climatiques aient été assez différentes, l'été 76 ayant été anormalement sec.

Si nous examinons par région l'importance des éléments toxiques tels que le chrome, le cadmium et le plomb, nous constatons :

- 1°) des émissions de plomb dans le centre à La Louvière, qui pourraient être dues aux faïenceries ;
- 2°) des retombées plus importantes de cadmium dans les régions de Mons, Tournai, du Borinage et du Centre, où sont implantées des cimenteries et des usines de produits réfractaires ;
- 3°) des retombées importantes de chrome dans les régions de Quenast-Rebecq à proximité des usines sidérurgiques.

A la demande du Ministère de la Santé Publique, l'étude sera poursuivie à partir non plus d'un réseau continu, mais de réseaux de dimension limitée entourant des industries typiques susceptibles d'émettre des éléments toxiques précités.

7.1.2.2. Etudes demandées par l'Administration des Mines

Nous avons poursuivi les études localisées à Charleroi, Mons, Quenast, Cour-sur-Heure et Vilvorde.

A l'exception de celles placées à Vilvorde, les jauges utilisées pour ces mesures sont intégrées dans le réseau des jauges décrit au paragraphe précédent.

Les teneurs en retombées de poussières et en ions SO_4 sont transmises mensuellement à l'Administration des Mines.

7.1.3. Etude du fluor émis par les briqueteries des régions flamandes

En 1975, l'Administration des Mines de Hasselt nous a demandé de déterminer la teneur en fluorure dans des échantillons de briques avant et après cuisson afin d'avoir une estimation de la quantité de fluor émis par ce type d'industrie.

Nous avons poursuivi cette année l'analyse des échantillons provenant de briqueteries installées dans la région de Courtrai et à la côte : nous déterminons également le fluor dans les eaux de pluies recueillies par cinq jauges placées dans l'environnement de la briqueterie de Lendeledede.

7.2. Agréation et contrôle des appareils respiratoires

7.2.1. Agréation de nouveaux appareils conformément à la loi du 11 septembre 1961

Nous avons soumis aux essais d'agréation les appareils suivants :

- les demi-masques antipoussières Fernez GM4P (fig. 27) et MAF7P ;
- le filtre Airstream AS 23 qui est monté dans le casque Airstream type AH1 dans le but de retenir les poussières présentes dans l'air aspiré par le ventilateur, qui est intégré au casque (fig. 28) ;
- les demi-masques Pirelli Polimask CN2 et 200/2 ;
- l'appareil à adduction d'air libre Kemira 3001 ;
- l'appareil autonome à surpression et à circuit ouvert Auer BD 73/1800-3 équipé d'une bonbonne d'air de 6 litres de capacité sous 300 bar de pression (fig. 29) ;
- l'appareil autonome à surpression et à circuit ouvert Dräger PA54 équipé d'une bonbonne d'air de 6 litres de capacité sous 300 bar de pression (fig. 30) ;
- l'appareil autonome à circuit fermé Fenzy 66 alimenté par une bouteille d'oxygène de 0,400 litre à 200 bar (fig. 31).

L'agréation des cartouches antipoussières comporte l'examen de la résistance d'inspiration et d'expiration du filtre à l'état neuf, du pouvoir de rétention de l'organe filtrant vis-à-vis des particules siliceuses et de la résistance d'inspiration du filtre usagé.

Les appareils autonomes subissent des essais en vue de déterminer :



Fig. 27 — Demosque antipoussières Ferez GM4P



Fig. 29 — Appareil autonome à surpression et à circuit ouvert Auer BD 73/1800-3

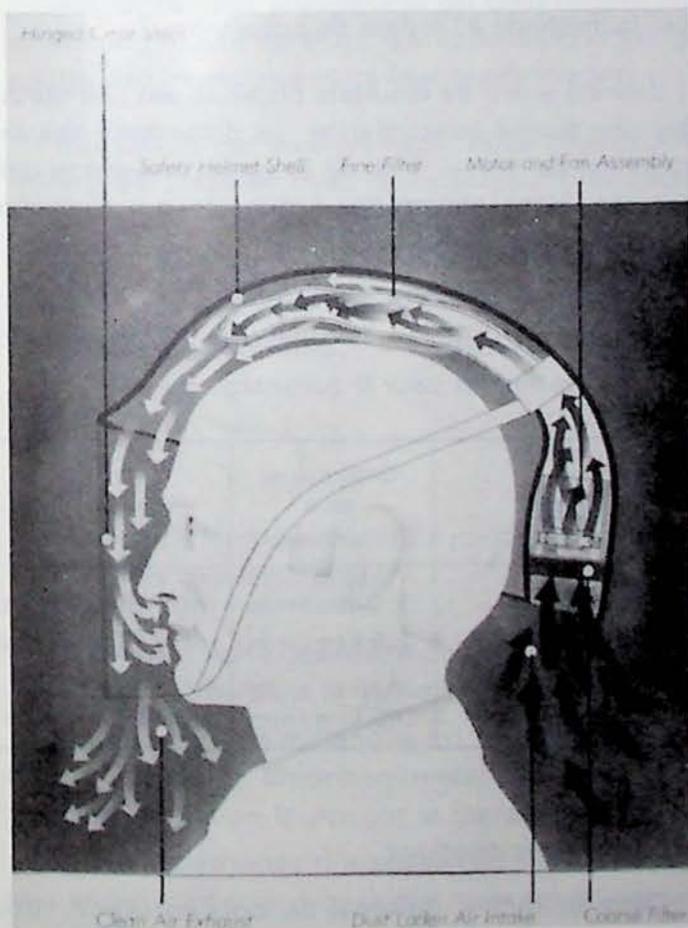


Fig. 28 — Casque Airstream équipé d'un ventilateur et d'un filtre antipoussières



Fig. 30 — Appareil autonome à circuit ouvert Dräger PA54

7.2.2. Contrôle des cartouches filtrantes antipoussières et anti CO

En vertu de la loi qui régit les conditions d'agrément des appareils respiratoires, chaque lot de fabrication de filtres ou de cartouches filtrantes agréés fait l'objet d'un contrôle qui consiste à tester un certain nombre de pièces prélevées dans le lot.

Le tableau XVI donne pour cette année le nombre total de filtres et de cartouches présentés au contrôle.

- l'étanchéité de l'appareil contre toute possibilité de rentrée d'air pollué ambiant ;
- la résistance mécanique de l'appareil.



Fig. 31 — Appareil autonome à circuit fermé Fenzy 66

TABLEAU XVI — *Filtres ou cartouches filtrantes présentés au contrôle*

Type de filtres ou de cartouches filtrantes	Nombre de pièces
Filtres antipoussières 3M	74.400
Filtres antipoussières Auer-Kollix	9.840
Filtres antipoussières Auer-Trilix	200
Filtres antipoussières Barikos 1405/St	12.568
Filtres antipoussières Dräger 90 St	1.775
Filtres antipoussières Dräger 745 St	5.600
Filtres antipoussières Dräger 742 St	15.315
Filtres antipoussières S.F.A.	1.996
Cartouches mixtes Dräger	8.804
Cartouches mixtes Auer	5.881
Cartouches mixtes Fernez	549
Cartouches mixtes Barikos	1.187
Cartouches anti-CO Dräger	258
Cartouches anti-CO Auer	266

7.2.3. Contrôle des masques autosauveteurs

En application de l'Arrêté Royal du 2 décembre 1957, relatif au port d'un masque de protection contre les feux et incendies dans les travaux souterrains, chaque lot de fabrication de masques agréés doit

subir un contrôle de l'efficacité vis-à-vis du CO, en tenant compte du vieillissement des masques en cours de temps.

Nous avons testé cette année 48 masques.

7.3. Les mesures en continu et en semi-continu des émissions de polluants gazeux

(Recherche subsidiée par les services de la Politique Scientifique)

7.3.1. Etude comparative de différentes méthodes de mesure du SO₂

a) Méthodes manuelles

Nous avons testé dans la gamme de 200 à 2000 ppm de SO₂ — dans l'air sec et dans de l'azote — les méthodes d'analyse manuelles suivantes :

- la méthode gravimétrique et turbidimétrique à l'eau oxygénée,
- la méthode colorimétrique West and Gaeke,
- la méthode à l'iodate de potassium.

Il existe entre les résultats obtenus par ces méthodes une bonne concordance ; la dispersion des mesures est de + / — 4 % de la valeur moyenne dans des conditions opératoires optimales qui sont résumées dans le tableau XVII.

TABLEAU XVII. — *Conditions opératoires optimales pour le barbotage du gaz*

Méthode	Débit du gaz dans le barboteur	Porosité de la cartouche filtrante
A l'eau oxygénée	1,5 litre / min	60 - 80 microns
Iodométrique	1,5 litre / min	60 - 80 microns
Colorimétrique West and Gaeke	0,5 litre / min	60 - 80 microns

b) Analyseurs continus

Dans la même gamme de concentration, nous avons étudié deux analyseurs en continu :

- 1°) l'analyseur infra-rouge non dispersif Uras 7 N,
- 2°) l'analyseur à rayonnement fluorescent Teco.

Dans le premier cas, la mesure du SO₂ est basée sur l'absorption par les molécules de SO₂ de radiations infra-rouges ; dans le second cas, la mesure du SO₂ repose sur la détection de l'intensité du rayonnement fluorescent émis par les molécules de SO₂, soumises au préalable à un rayonnement U.V.

Les mesures obtenues par l'analyseur infra-rouge sont en bonne concordance avec celles obtenues par les méthodes manuelles. La mesure n'est pas influencée par la présence d'oxygène ou de CO_2 dans le mélange, l'appareil utilisé étant équipé d'un filtre pour le CO_2 .

Comme l'appareil ne possède qu'une gamme de mesures, il faut modifier la longueur de la cellule d'absorption si l'on veut augmenter la précision de la mesure, d'où la nécessité de disposer de cellules de différentes longueurs.

L'analyseur à rayonnement fluorescent permet de mesurer le SO_2 avec une très bonne précision ($+/- 1\%$) dans le cas de mélange SO_2 -azote et dans une très large gamme puisqu'il possède cinq gammes de mesure. Par contre lorsque le SO_2 est mesuré en présence d'oxygène, de CO_2 ..., on observe que la valeur lue à l'appareil est inférieure à la valeur réelle, l'appareil étant étalonné avec un mélange SO_2 - N_2 .

Cela est dû à un phénomène de quenching : les molécules d'oxygène et de CO_2 en désactivant, les molécules de SO_2 provoquent un effet négatif sur le signal de mesure du SO_2 , qui varie en fonction de la nature des molécules et de leur concentration.

Pour pallier cet inconvénient, nous avons dilué le mélange à analyser avec le constituant principal des mélanges étalons de SO_2 qui servent à étalonner l'appareil et nous avons constaté qu'à partir d'une dilution de 20, l'effet du « quenching » sur le signal de mesure est annulé.

7.3.2. Etude comparative des méthodes de mesure des oxydes d'azote

Nous avons testé des méthodes manuelles avec des mélanges NO-N_2 dans la gamme de 50 à 200 ppm.

La teneur de ces mélanges est mesurée au moyen d'un analyseur à chimiluminescence étalonné avec un mélange étalon fourni par la Société Air-Liquide.

Les trois méthodes d'analyse que nous avons testées et qui sont spécifiques aux mesures à l'émission sont :

- la méthode au nitrosalicylate de sodium,
- la méthode à l'acide phénolisulfonique,
- la méthode à l'acide chromotropique.

Le mélange gazeux à doser est aspiré dans un ballon où l'on a fait le vide et qui contient une solution oxydante. Les molécules de NO au contact de cette solution se transforment en ions « NO_3^- » qui sont alors dosés par l'une des méthodes précitées.

Toutes les mesures obtenues sur des mélanges NO-N_2 donnent des valeurs trop faibles ; des mesures seront faites prochainement avec des mélanges $\text{NO-O}_2\text{-N}_2$ afin de voir si la présence d'oxygène dans le mélange permet une transformation complète du NO en NO_3^- .

7.3.3. Mesure en continu du SO_2 et des NO_x dans les fumées — Etude d'un dilueur de gaz

Comme les fumées prélevées à la cheminée doivent être séchées et refroidies avant d'être envoyées dans l'analyseur, nous avons étudié un dispositif permettant d'obtenir des dilutions reproductibles. Le schéma de principe de ce dilueur est donné à la figure 32.

Le mélange gazeux contenant le SO_2 est aspiré par une première pompe ; par le jeu d'une vanne de précision et d'un capillaire et en utilisant le principe de l'éjecteur, on prélève à l'aide de l'air de dilution séché une quantité déterminée du mélange à analyser. Le facteur de dilution est fixé par le débit de l'air de dilution, qui est réglé par la pompe de l'analyseur, par la longueur et le diamètre du capillaire et par la vanne.

Ce dispositif a été expérimenté avec succès à la Centrale Electrique des Awirs pour la mesure du SO_2 et des NO_x avec l'analyseur à fluorescence pour le SO_2 et l'analyseur à chimiluminescence pour les oxydes d'azote.

7.4. Mesure du SO_2 et du H_2S dans les fumées émises par fours de briqueterie type « Klamp »

(Etude financée par l'Economie régionale flamande)

Le but de cette étude, réalisée en collaboration avec le Centre Nucléaire de Mol, est de déterminer au cours de la cuisson sur un four classique la quantité totale de SO_2 et de H_2S émis dans l'atmosphère, afin d'étudier dans une seconde phase la possibilité d'aspirer les fumées à travers un laveur et d'éliminer au maximum le SO_2 et le H_2S présents dans celles-ci.

Les fours « Klamp » sont constitués par des lits alternés de briques et de charbon ; les faces latérales sont emmurées, tandis que la partie supérieure, qui a une superficie de 72 m^2 , est à l'air libre.

La combustion progressive du charbon, provoquée par une mise à feu à la base du four et un tirage naturel, entraîne la cuisson des briques qui se réalise en six semaines.

Dans le cadre de cette étude, notre rôle a été de déterminer, dans les fumées de cuisson, la teneur en SO_2 et H_2S .

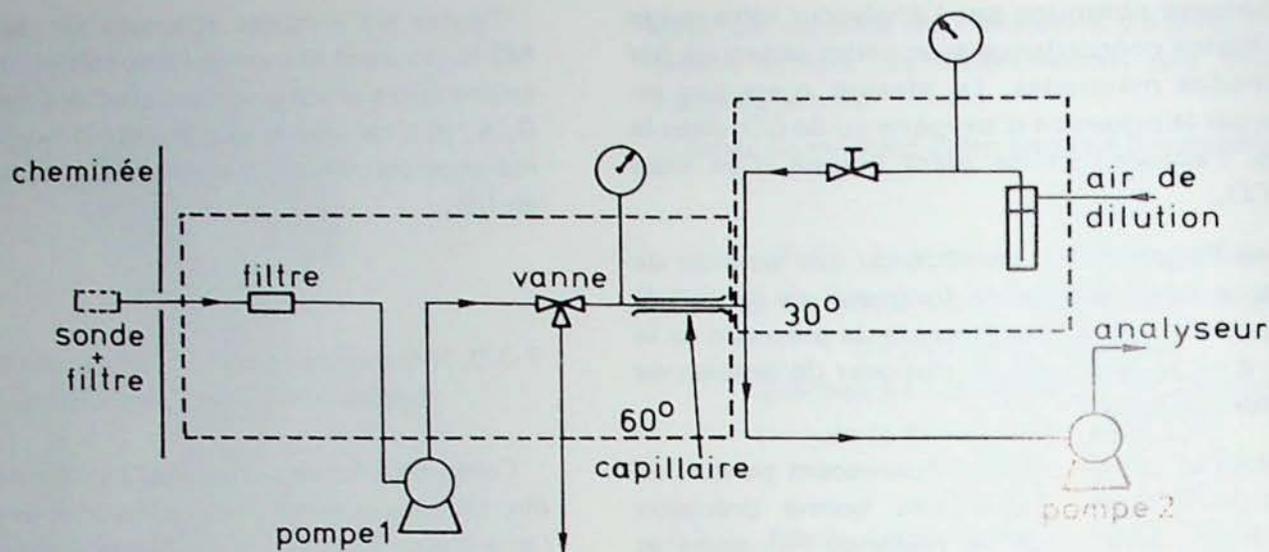


Fig. 32 — Schéma du dilueur

Les fumées sont prélevées dans une cheminée surmontant une hotte transportable dont la base est d'un mètre carré ; la hotte est déposée sur le lit de briques et le prélèvement des fumées, qui dure cinq minutes, est fait à environ un mètre du lit de briques.

Différents prélèvements à la fréquence d'une fois par semaine ont été faits en déplaçant la hotte à la partie supérieure du four.

Nous avons observé que la teneur en SO_2 dans les fumées augmente progressivement de semaine en semaine pour atteindre à la quatrième semaine un maximum qui se situe entre 1200 et 1300 ppm ; elle

décroit ensuite rapidement au cours des deux semaines suivantes.

La teneur en H_2S croît très rapidement durant les premières semaines pour atteindre un maximum d'environ 110 ppm à la quatrième semaine et décroît ensuite rapidement au cours de la semaine suivante.

Enfin, on constate dans les mesures une certaine disparité suivant l'endroit de prélèvement choisi à la partie supérieure du four ; cela est dû à la combustion irrégulière des lits de charbon entretenue par le tirage naturel, partant de la base du four à travers les lits de briques.

8. Valorisation des terrils

8.1. Introduction

Début 1977, les sondages étaient terminés sur le premier terril proposé (Ste-Catherine à Bernissart) et les premiers travaux de laboratoire suivaient leur cours. Par conséquent, si on considère l'étude du premier terril comme une mise en train, aussi bien

pour l'équipe « sondages » que pour l'équipe « laboratoire », on peut dire que le nouveau service a véritablement pris son essor et atteint son rythme normal de travail au début de l'année 1977.

8.2. Travaux de sondage et prélèvements sur terrils

8.2.1. Matériel de sondage

En 1977, nous avons poursuivi les travaux de sondage en employant le système adopté en 1976, à savoir le forage à sec par percussion sans rotation. Néanmoins, suite à de nombreuses casses de raccords et de carottiers, entraînant parfois l'abandon de matériel au fond des trous de sondage, le Professeur Brych, du département « Exploitation des Mines » de la Faculté Polytechnique de Mons, a mis au point un dispositif rendant plus rigide l'ensemble carottier, marteau de frappe et raccord, en enfermant ce dernier dans un tube-guide. De cette façon, que le raccord ou le tube-guide casse, il est toujours possible de récupérer le matériel, sauf dans le cas improbable de la casse simultanée des deux éléments précités.

Ce système de carottage, breveté sous le numéro 854648, est représenté à la figure 33. Il a été utilisé pour tous les sondages réalisés en 1977, à l'exception du premier sondage du terril de St-Albert, pour lequel l'ancien dispositif était encore utilisé.

8.2.2. Travaux effectués

Le tableau XVIII résume l'ensemble des travaux de sondage effectués au cours de l'année 1977.

Par conséquent, si on ne tient pas compte de ce dernier terril dans le calcul des tonnages, le bilan de l'année 1977 en ce qui concerne les travaux de sondage se présente comme suit :

tonnage sondé :	43.250.000 tonnes
nombre de sondages :	20
profondeur totale sondée :	661,4 mètres.

8.2.3. Répartition des tâches

Le tableau XIX donne la répartition des différents types de travaux effectués par l'équipe « sondages » (4 hommes) au cours de l'année complète écoulée.

Il est important de signaler que, pendant toute la campagne de sondages effectuée dans la région liégeoise, l'équipe « sondages » a travaillé selon le régime de 4 jours par semaine à 10 heures par jour, au lieu de 5 jours à 8 heures par jour, ceci pour des raisons de facilité et de gain de temps. Par conséquent, cette campagne ayant duré 26 semaines, il faudrait ajouter 26 jours au nombre de jours réelle-

TABLEAU XVIII

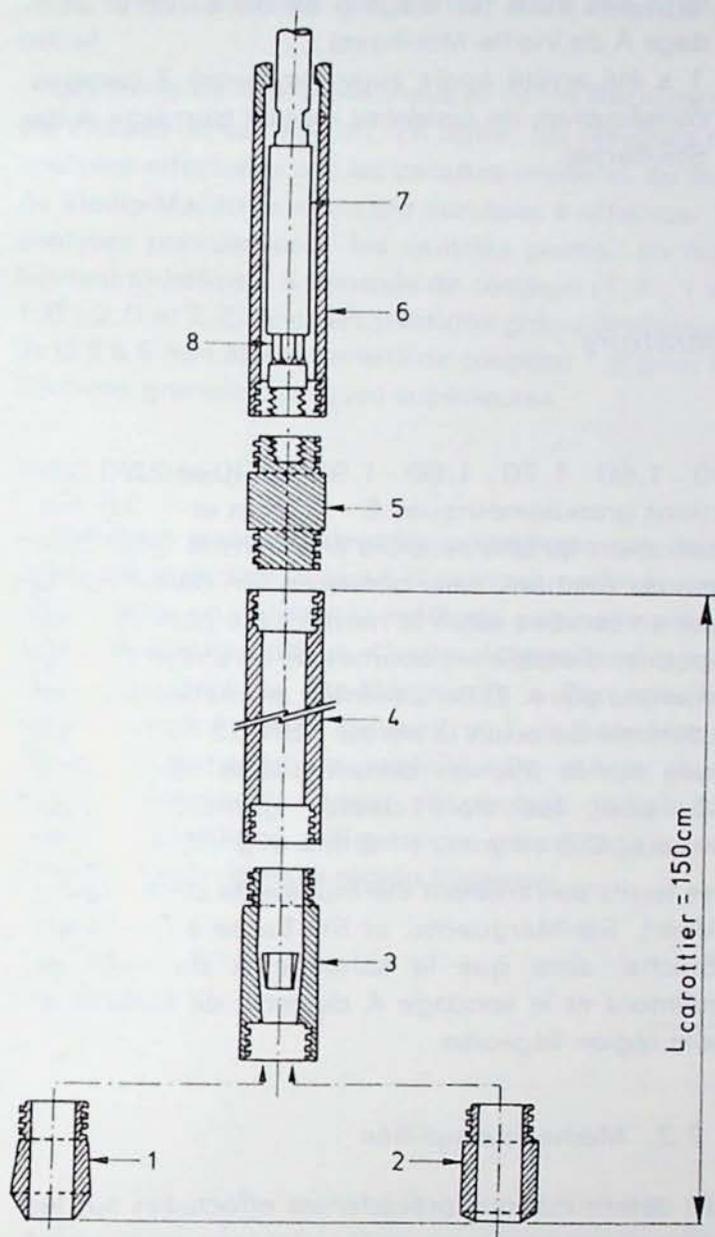
TERRILS			SONDAGES		
Dénomination	Volume approximatif (m ³)	Tonnage approximatif (t)	Nombre	Profondeur (m)	Total de mètres sondés
St-Albert à Péronnes-lez-Binche	1.900.000	3.350.000	5	27 11 12,2 48 24	122,2
Ste-Marguerite à Péronnes-lez-Binche	3.000.000	5.250.000	2	33 33	66
Ste-Barbe à Péronnes-lez-Binche	1.900.000	3.350.000	2	22,5 17	39,5
Bernalmont à Herstal	2.800.000	4.900.000	2	34,7 51	85,7
Belle-Vue à Herstal	1.350.000	2.350.000	2	30 19	49
Gosson n° 2 à Jemeppe-s.-Meuse	5.400.000	9.450.000	1	81	81
Gosson n° 1 à Montegnée	3.600.000	6.300.000	2	38 33	71
Vieille Marihaye à Seraing	1.550.000	2.700.000	2	30 39	69
Petite Bacnure à Herstal	3.200.000	5.600.000	1	42	42
Total	24.700.000	43.250.000	19		625,4

A ce total, il faut encore ajouter le premier sondage réalisé sur le terril de St Antoine-Vedette à Boussu (de

32.000.000 m³) qui a atteint en fin d'année la profondeur de 36 m.

Fig. 33 — Carottier pour échantillonnage des terrils et d'autres matériaux rocheux non ou peu cohérents

1. trousse coupante biconique
2. trousse coupante cylindrique
3. arrache-carotte
4. tube du carottier
5. raccord ternaire
6. tube-guide
7. marteau
8. raccord hexagonal



ment ouverts pour avoir le nombre de jours ouverts à 8 heures par jour.

Ces jours figurent dans le tableau XIX sous la rubrique récupération.

TABLEAU XIX

Types de travaux	Nombre de jours	
Travaux sur terril :		
— déménagements et travaux préparatoires	94,5	192
— sondages	97,5	
Travaux d'entretien à l'Institut		9
Total jours ouverts		201
Jours de récupération		26
Week-end et jours fériés		118
Congés payés		20
Total		365

Par conséquent, si on ne tient pas compte des 5 premiers jours ouverts de l'année consacrés au déménagement du terril Ste-Catherine à Bernissart entièrement sondé en 1976, on constate que le rapport du nombre de jours de sondage effectif au nombre de jours consacrés aux autres travaux est $97,5 / 98,5 = 0,99$, nombre pratiquement égal à l'unité.

De même, l'avancement moyen rapporté au nombre de jours de sondage effectif est de 6,78 m, et rapporté au nombre total de jours ouverts, il est de 3,37 m.

8.2.4. Principaux incidents de sondage

Dans le système utilisé décrit en 8.2.1., c'est le tube-guide qui, de loin, s'est avéré l'élément le plus fragile. En effet, le bilan des principales pièces cassées en 1977 s'établit comme suit, depuis l'utilisation du système précité :

- tubes-guides : 32
- raccords hexagonaux : 10
- carottiers de 1,5 m : 5

Si on ajoute qu'on a en plus remplacé 3 tubes-guides avant qu'ils ne cassent, on constate qu'on a consommé 35 tubes-guides en un an, ce qui donne une durée de vie moyenne de 18 m environ par tube.

Outre ces incidents, il faut mentionner que le sondage A du terril de St-Albert, pour lequel le tube-guide n'était pas encore utilisé, s'est terminé par la casse du raccord entre marteau et carottier, entraînant la perte définitive du carottier au fond du trou.

Normalement, un sondage est arrêté lorsqu'on atteint le pied du terril, sauf si un incident contraint l'équipe à abandonner le sondage. Dans cette optique, on peut classer les 19 sondages terminés en 1977 comme suit :

- 12 ont été menés à leur terme ;
- 1 a été stoppé suite au bris d'un raccord (sondage A de St-Albert) ;

- 3 ont été abandonnés, aucun outil ne parvenant à assurer la pénétration plus profondément (sondages B et C de St-Albert, sondage B de Ste-Barbe) ;
- 2 ont été stoppés pour raisons de sécurité, à cause des températures élevées rencontrées au

fond des trous (sondage B de Belle-Vue et sondage A de Vieille-Marihaye) ;

- 1 a été arrêté après avoir rencontré 2 carottes consécutives de cendrées rouges (sondage A de Ste-Barbe).

8.3. Travaux de laboratoire

8.3.1. Introduction

Tous les échantillons destinés aux analyses sont constitués de deux carottes consécutives de 1,5 m de longueur regroupées ensemble (sauf parfois l'échantillon relatif au dernier tronçon d'un sondage). L'expérience acquise lors de l'étude du premier terril a en effet montré qu'un échantillon regroupant 3 m de sondage suffisait pour le décrire avec une précision convenable, tout en permettant au laboratoire de fournir des résultats plus sûrs, grâce au poids plus élevé des échantillons.

8.3.2. Description succincte des méthodes de travail

Au cours de l'année 1977, ces méthodes ont évolué vers une simplification et une rationalisation des analyses, si bien que tous les terrils n'ont pas été étudiés de la même façon.

8.3.2.1. Méthode originelle

Les échantillons prélevés sont scindés en deux groupes :

- les échantillons numérotés impairs ;
- les échantillons numérotés pairs.

Sur chaque échantillon, on détermine la teneur en humidité totale selon la norme NBN 831-04 et on sépare par tamisage humide la fraction de granulométrie inférieure à 0,5 mm. Les fines ainsi recueillies sont traitées au Laboratoire de Préparation Mécanique des Matières de la Faculté Polytechnique de Mons pour y être flottées.

La fraction de granulométrie supérieure à 0,5 mm subit un traitement différent selon qu'il s'agit d'une carotte impaire ou d'une carotte paire.

Sur les carottes impaires, on détermine la teneur en cendres globale selon la norme NBN 831-03.

Les carottes paires subissent d'abord un classement granulométrique aux mailles 1, 2, 5 et 10 mm. Chacune des fractions 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm et 2 - 5 mm est ensuite scindée en tranches densimétriques aux densités de coupure suivantes : 1,30 - 1,40 -

1,50 - 1,60 - 1,70 - 1,80 - 1,90 - 2,00 et 2,20. Les fractions granulométriques 5 - 10 mm et > 10 mm ne subissent qu'une coupure à la densité 2,00. Sur toutes les fractions ainsi obtenues, on détermine la teneur en cendres selon la norme citée plus haut, ce qui permet d'établir les courbes de la stabilité de chaque carotte paire. Enfin, la teneur en matières volatiles, déterminée selon la norme NBN 831-01, est effectuée sur la fraction densimétrique inférieure à 1,40, pour les trois classes granulométriques suivantes : 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm et 2 - 5 mm.

Les terrils suivants ont été étudiés de cette façon : St-Albert, Ste-Marguerite, et Ste-Barbe à Péronnes-lez-Binche, ainsi que le sondage A du terril de Bernalmont et le sondage A du terril de Belle-Vue, dans la région liégeoise.

8.3.2.2. Méthode simplifiée

Les déterminations précédentes effectuées sur les carottes paires sont longues et coûteuses, vu le grand nombre de séparations granulométriques et densimétriques (d'où 68 teneurs en cendres à effectuer par carotte paire).

Il a alors été décidé de n'effectuer l'étude des carottes paires que si la teneur en cendres moyenne des carottes impaires d'un sondage était inférieure à 80 % ou que si une carotte avait une teneur en cendres inférieure à 75 %.

C'est ainsi que, pour les sondages B des terrils de Bernalmont et de Belle-Vue et les terrils Gosson n° 1 et Gosson n° 2, seules les carottes impaires ont été analysées, selon la méthode décrite en 8.3.2.1. En plus, pour le Gosson n° 2, on a déterminé une teneur en cendres globales sur la fraction granulométrique inférieure à 0,5 mm des carottes impaires.

Sur les carottes paires, on a uniquement déterminé l'humidité globale et séparé l'échantillon en deux fractions granulométriques à la maille de 0,5 mm pour pouvoir réaliser la flottation des fines.

A partir du terril suivant, les analyses sur carottes impaires ont été affinées en effectuant des teneurs en cendres sur les fractions granulométriques < 0,5 mm, 0,5 - 1 mm, 1 - 2 mm, 2 - 5 mm, 5 - 10 mm et

> 10 mm. La teneur globale est alors obtenue par calcul.

Les terrils de Vieille-Marihaye et Petite Bacnure ont été étudiés de cette façon. En outre, les résultats des analyses effectuées sur les carottes impaires du terril de Vieille-Marihaye nous ont conduits à effectuer les analyses prévues pour les carottes paires, en nous limitant toutefois à 5 densités de coupure (1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 et 2,2) pour les fractions granulométriques de 0,5 à 5 mm et à la densité de coupure 1,8 pour les fractions granulométriques supérieures.

8.3.3. *Autres travaux*

Outre les analyses décrites précédemment, le laboratoire a encore analysé 8 carottes prélevées par grappillage, en utilisant la méthode originelle prévue pour les carottes paires. Quatre échantillons provenaient du terril de Ste-Marguerite à Péronnes-lez-Binche et les 4 autres du terril n° 7 et 8 de Hornu-Wasmey, partiellement exploité. De même, nous avons déterminé la teneur en cendres globale sur quatre échantillons prélevés par grappillage sur le terril du Perron dans la région liégeoise.

Afin d'avoir une idée de la valeur réelle des résultats obtenus quant à leur représentativité d'un terril tout entier, nous avons demandé au service « Exploitation des Mines » de l'Université Libre de Bruxelles d'étudier, selon les méthodes utilisées en géostatistique, les résultats obtenus sur les terrils de Ste-Catherine (sondé en 1976) et de St-Albert. On peut ainsi calculer le meilleur estimateur possible de la moyenne des teneurs en cendres et la fourchette dans laquelle est comprise la teneur réelle, à un seuil de probabilité donné.

8.3.4. *Bilan annuel*

Au cours de l'année 1977, le laboratoire a effectué les analyses suivantes :

— teneurs en humidité :	458
— teneurs en cendres :	4.918
— teneurs en matières volatiles :	348

Ces nombres sont élevés, mais il ne faut pas oublier que, pour éviter des erreurs accidentelles, chaque analyse est effectuée deux fois.

Publications et documentation

Annales des Mines de Belgique

En 1977, 1210 pages de texte ont paru.

Comme chaque année, on retrouve dans les Annales les rubriques ci-après venant de l'Administration des Mines :

- Renseignements statistiques relatifs à la houille, au coke, au brai, aux métaux non-ferreux, à la sidérurgie, aux carrières et industries connexes.
- Statistique des accidents survenus dans les mines de houille et autres établissements surveillés par l'Administration des Mines.
- Statistique sommaire de l'exploitation charbonnière, des cokeries, des fabriques d'agglomérés et aperçu du marché des combustibles solides.
- Aspects techniques de l'exploitation charbonnière belge.
- Statistique économique des industries extractives et métallurgiques.
- Activité des services d'inspection.

La revue publie les rapports d'activité des divers organismes charbonniers et de nombreux mémoires.

Les textes ci-après, relatifs aux activités de l'INIEX, ont paru dans cette revue :

- Etude des vibrations de tir aux carrières de Quenast, par R. Brigode et J. Boxho. Janvier.
- Perspectives économiques de la gazéification souterraine sous haute pression. Février.
- Rapport annuel de l'Institut National des Industries Extractives pour 1976. Avril.
- La radio dans les houillères de la Communauté, par A. Lefèvre, R. Liégeois, D.J. Martin et J. Olaf. Mai.
- Appareils agréés pour les mines au cours de l'année 1975. Juin.

- H. van Duyse : Quelques nouveautés concernant l'utilisation des brise-roches dans les carrières. Septembre.
- H. van Duyse. Forage en carrières. Septembre.
- P. Goffart. Amorçage rationnel des grosses mines chargées d'explosifs en vrac. Septembre.
- J. Boxho. Vibrations dues aux tirs. Critères de dégâts et environnement. Octobre.
- Ph. Dumont et R. Bonsang. La désulfuration des gaz à la chaux. Octobre.
- J. Bricteux et C. Michaux. Nouveaux développements dans le domaine des bétons résineux. Octobre.

Divers

Un article de P. Ledent sur la gazéification souterraine du charbon a paru dans le numéro de février de la « Revue de l'Industrie Minérale » et dans la « Revue de l'Energie », ainsi que dans le numéro de mars de la revue « Fabrimetal ».

Quatre rapports de synthèse des études INIEX effectuées avec l'aide financière de la CCE (CECA) ont été établis :

- Mécanisation du creusement des voies de chantiers et traçages en veine (1970-1975), par H. van Duyse.
- Pressions de terrains et soutènement. Prévisions et maîtrise des déformations dans les ouvrages miniers (1972-1975), par H. van Duyse.
- Perfectionnement des techniques conventionnelles de creusement des galeries au charbon (1972-1975), par H. van Duyse.
- Utilisation de la radio dans les chantiers souterrains (1974-1976), par R. De Keyser, P. Delogne, L. Deryck, H. Hellin, R. Liégeois.

Les informations techniques ci-après ont été diffusées :

- Augmentation de la résistance du béton des panneaux par l'ajout d'un agent fluidifiant, par H. van Duyse. Septembre.
- Essais sur des anneaux formés de panneaux avec des armatures en barres de grand diamètre, par H. van Duyse, Septembre.
- Essais de panneaux en béton résineux (polyester), par H. van Duyse et C. Michaux. Septembre.
- Utilisation d'agrégats calcaire dans le béton des claveaux et des panneaux, par H. van Duyse. Décembre.

Les exposés ci-après ont été présentés :

- Panorama des activités nouvelles de l'INIEX (1968-1976), par P. Ledent. Visite de la Jeune Chambre Economique de Liège. Janvier.
- La construction des panneaux architectoniques à base de pierre du pays, par P. Ledent. Réunion d'information organisée par le Groupement de Relance Economique des Vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, Harzé. Mars.
- La gazéification souterraine du charbon, nouvelle source d'énergie pour l'Europe, par P. Ledent. Journée d'Etudes sur la Gazéification du Charbon organisée par l'Institut Interfacultaire des Sciences Naturelles Appliquées de l'Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve. Mars.
- Underground coal gasification, a new source of energy for Europe, par P. Ledent. Réunion organisée par l'Union Chimique Belge pour les Membres de l'ECMRG (European Chemical Matter Research Group), Liège. Mai.
- Propagation of radio waves along a coaxial cable with leaky sections, par P. Delogne et L. Deryck. Workshop on Leaky Feeders, University of Surrey, Guildford. Mai.
- Economic prospects of underground gasification at great depth and under high pressure, par J. Patigny et V. Chandelle. The Third Annual Underground Coal Gasification Symposium organisé par l'ERDA (Energy Research and Development Administration) et le Lawrence Livermore Laboratory, Lake Tahoe, U.S.A. Juin.
- La gazéification souterraine du charbon, nouvelle source d'énergie pour l'Europe, par P. Ledent. Réunion organisée par l'ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) dans le cadre de l'Inova/Energie 77, Paris. Juin.
- Underground coal gasification, par P. Ledent. IEA Working Party on Coal Technology, Paris. Juillet.
- 6e Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, Banff, Canada, septembre :
 - Le contrôle du toit dans les longues tailles au cours de ces 25 dernières années, par P. Stassen.

- Evolution du soutènement dans les galeries au rocher du Bassin de Campine, par P. Stassen et H. van Duyse.
- Evolution des soutènements dans les tailles et les voies de chantier en Belgique.
- Perspectives européennes de gazéification du charbon à grande profondeur, par P. Ledent. Société de l'Industrie Minérale, district du Nord, Douai. Octobre.
- Underground coal gasification, par P. Ledent. Conférence mondiale sur le thème « Future Coal Supply for the World Energy Balance » organisée par l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), Moscou. Novembre.

Documentation par fiches

Mines

Trente-trois paquets de fiches ont été expédiés.

Carrières

Trois bulletins bibliographiques, comportant chacun environ 60 résumés, ont été envoyés aux membres de la section « Chaux » de l'UCCD.

Journées d'information

Une Journée d'Information pour les Carriers a eu lieu le 30 mars 1977 et a réuni quelque 130 participants. Les exposés ci-après ont été présentés :

- Utilisation des haveuses « Perrier » dans l'exploitation des Carrières de Marbre Rouge, par J. Focant.
- Découpage de la roche en place au moyen de la haveuse Bisso aux « Industries Ardoisières Belges — INARBEL », par W. Lodez.
- La chaîne diamantée dans l'extraction en carrières, par B. Lonfils.
- Quelques nouveautés concernant l'utilisation des brise-roches dans les carrières, par H. van Duyse.
- Forage en carrières, par H. van Duyse.
- Vibrations dues aux tirs. Critères de dégâts et environnement, par J. Boxho.
- Amorçage rationnel des grosses mines chargées d'explosif en vrac, par P. Goffart.
- La désulfuration des gaz à la chaux, par Ph. Dumont et R. Bonsang.
- Application de la précontrainte à la pierre, par R. Jacquemin et Y. Durand.
- Panneaux architectoniques en pierres naturelles, par E. Maréchal.
- Nouveaux développements dans le domaine des bétons résineux, par J. Brictoux et C. Michaux.

Une Journée d'étude concernant le développement d'un procédé de gazéification souterraine sous haute pression a été organisée à l'INIEX le 21 octobre par la Branche Belge de la Société de Chimie Industrielle. Les exposés ci-après ont été présentés :

- La gazéification souterraine des gisements charbonniers, par P. Ledent.
- Chemical aspects of coal gasification, par C. Beckervordersandforth.

- Expériences de gazéification sous pression à la station d'essais de l'INIEX, par M. Marcourt.
- Analyse du processus de gazéification du charbon par les méthodes de l'engineering chimique, par G. L'Homme et J.P. Pirard.
- Perspective offerte par la gazéification souterraine dans le domaine de la chimie, par R. Cyprès.

Table des matières

<i>INTRODUCTION</i>	5
<i>DIVISION DE LIEGE</i>	
1. <i>Mines et Carrières</i>	9
1.1. Galeries et puits	9
1.1.1. Bouvoux circulaires avec revêtement en panneaux de béton armé	9
1.1.2. Galeries en veine	15
1.1.3. Creusement de burquins	17
1.1.4. Contraintes mesurées dans un des deux puits d'extraction de Waterschei	18
1.2. Grisou et aérage	19
1.2.1. Maîtrise des dégagements grisouteux	19
1.2.2. Application du « process control » à la ventilation	24
1.3. Communications et commande par radio	24
1.3.1. Mines	24
1.3.2. Tunnels routiers	27
1.4. Gazéification souterraine	29
1.4.1. Collaboration internationale	29
1.4.2. Développement des études préliminaires	29
1.4.3. Sondage de reconnaissance sur le site de Thulin (Hensies)	31
1.5. Carrières	32
1.5.1. Etude des vibrations dues aux tirs	32
1.5.2. Valorisation de produits et bas-produits des carrières	32
1.6. Services de l'Agence Internationale de l'Energie - Groupe de travail « Charbon »	33
2. <i>Laboratoire d'analyses et de recherches industrielles</i>	35
2.1. Industries extractives	35
2.1.1. Charbon et coke	35
2.1.2. Pétrole et gaz naturel	35
2.1.3. Terrils	36
2.1.4. Chaux et ciment	36
2.2. Environnement	37
2.2.1. Réseau de contrôle des retombées dans les régions wallonnes à caractère ou à vocation industrielle	37
2.2.2. Etude comparative de deux types de jauges pour la récolte des retombées atmosphériques	37
2.2.3. Autres études de retombées atmosphériques	38
2.2.4. Participation au réseau national « SF » du Ministère de la Santé Publique	38
2.2.5. Autres études Soufre-Fumée	38
2.2.6. Etude de la pollution organique de l'air	38
2.2.7. Participation au programme national « Recherche et Développement : Environnement-Air » (CIPS)	38
2.2.8. Participation à des travaux de normalisation de méthodes de mesure de la pollution atmosphérique	39
2.2.9. Collaboration avec les établissements d'enseignement	39
2.3. Energies nouvelles	40
2.4. Polymères	40
2.4.1. Incorporation de matières minérales	40
2.4.2. Comportement au feu des matériaux	43
2.4.3. Aide à l'industrie	47
2.4.4. Collaboration avec les établissements d'enseignement	47
2.5. Travaux divers	48

3. Station d'essais	49
3.1. Valorisation des combustibles	49
3.2. Participation aux études préliminaires concernant la gazéification souterraine	49
3.2.1. Installation expérimentale de gazéification	49
3.2.2. Installation expérimentale de combustion de gaz pauvre sous haute pression	52
3.2.3. Etude d'une soupape automatique destinée au réglage du débit d'eau de refroidissement des gaz	52
3.2.4. Etude de la destruction thermique d'un « casing » de sondage	52
3.3. Participation aux travaux de la section « Polymères »	52
4. Sécurité « Explosifs et Explosions »	53
4.0.1. Contrôle des explosifs pour charbonnages	53
4.0.2. Tirs au coup débouillant avec amorçage postérieur	53
4.0.3. Examen de l'aptitude à la transmission de la détonation entre cartouches d'Iremite 85	54
4.0.4. Examen de cordons détonants prélevés en carrières	54
4.0.5. Epreuve d'échauffement sous confinement de substances pouvant donner lieu à explosion	55
4.0.6. Examen de la combustibilité de matériaux ligneux en plaques ignifugées	55
4.0.7. Examen de détonateurs électriques pour charbonnages	55
4.0.7.1. Détonateurs PNE en stock à Pâturages avant avril 1977	56
4.0.7.2. Détonateurs PNE fabriqués avant avril 1977	56
4.0.7.3. Détonateurs PNE récupérés dans les décombres du magasin sinistré	56
4.0.8. Essais relatifs à l'aptitude à détoner de produits à base de nitrate d'ammonium	57
4.0.8.1. Engrais azotés et nitrates ammoniacaux techniquement purs	57
4.0.8.2. Explosifs au nitrate-fuel (ANFO)	57
4.0.9. Recherches relatives à un système d'arrêt-barrage déclenché	57
4.0.9.1. Arrêt-barrage pour travaux souterrains des mines	57
4.0.9.2. Extincteur automatique pour industries diverses	58
4.0.9.3. Réunions et colloques internationaux	60
5. Sécurité « Incendie - Grisoumétrie - Poussières »	61
5.1. Courroies transporteuses difficilement inflammables	61
5.1.1. Modification d'appareillage	61
5.1.2. Essais d'agrégation	61
5.1.3. Essais de contrôle	61
5.1.4. Essais d'orientation	62
5.1.5. Tableau récapitulatif des résultats	62
5.1.6. Travaux effectués sous l'égide des Communautés Européennes	62
5.2. Liquides difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques	62
5.2.1. Détermination de l'inflammabilité des fluides pulvérisés sous pression	62
5.2.2. Appréciation des caractéristiques « extrême pression »	63
5.3. Autres matériaux difficilement inflammables	63
5.4. Extincteurs	63
5.4.1. Extincteurs à poudre	63
5.4.2. Extincteurs à eau + additif	63
5.4.3. Extincteurs à produits halogénés	63
5.4.4. Extincteurs à CO ₂	63
5.5. Grisoumétrie	63
5.6. Poussières inflammables	63
5.6.1. Nuages de poussières	63
5.6.2. Poussières déposées en couches	63
6. Electricité	65
6.1. Matériel antidéflagrant	65
6.1.1. Agrégation de conformité à la norme NBN 286	65
6.1.2. Matériel antidéflagrant agréé suivant une norme autre que la NBN 286	65
6.2. Sécurité intrinsèque	65
6.2.1. Agrégations	65
6.2.2. Etude sur les barrières de sécurité à diodes	66
6.3. Matériel à sécurité augmentée	66
6.3.1. Agrégation de conformité à la norme NBN 717	66
6.3.2. Matériel à sécurité augmentée agréé suivant une norme autre que la NBN 717	67
6.4. Matériel à surpression interne	67
6.5. Matériel à sécurité « N »	67
6.6. Essais divers	67
6.6.1. Moteurs diesel	67
6.6.2. Danger présenté par les courants de circulation dans les paliers des moteurs électriques	68
6.6.3. Autres matériels	70
6.7. Propagande pour la sécurité	70

7. <i>Salubrité</i>	71
7.1. Pollution de l'air	71
7.1.1. Mesure de la pollution atmosphérique « Fumées-SO ₂ »	71
7.1.2. Mesure de la pollution d'origine industrielle à l'aide des jauges de dépôt	71
7.1.3. Etude du fluor émis par les briqueteries des régions flamandes	72
7.2. Agréation et contrôle des appareils respiratoires	72
7.2.1. Agréation de nouveaux appareils conformément à la loi du 11 septembre 1961	72
7.2.2. Contrôle des cartouches filtrantes antipoussières et anti-CO	73
7.2.3. Contrôle des masques autosauveteurs	74
7.3. Les mesures en continu et en semi-continu des émissions de polluants gazeux	74
7.3.1. Etude comparative de différentes méthodes de mesure du SO ₂	74
7.3.2. Etude comparative des méthodes de mesure des oxydes d'azote	75
7.3.3. Mesure en continu du SO ₂ et des NO _x dans les fumées - Etude d'un dilueur de gaz	75
7.4. Mesure de SO ₂ et du H ₂ S dans les fumées émises par fours de briqueterie type « Klamp »	75
8. <i>Valorisation des terrils</i>	77
8.1. Introduction	77
8.2. Travaux de sondage et prélèvements sur terrils	77
8.2.1. Matériel de sondage	77
8.2.2. Travaux effectués	77
8.2.3. Répartition des tâches	77
8.2.4. Principaux incidents de sondage	79
8.3. Travaux de laboratoire	80
8.3.1. Introduction	80
8.3.2. Description succincte des méthodes de travail	80
8.3.3. Autres travaux	81
8.3.4. Bilan annuel	81
<i>PUBLICATIONS ET DOCUMENTATION</i>	83
Annales des Mines de Belgique	83
Divers	83
Documentation par fiches	84
<i>JOURNEES D'INFORMATION</i>	84

Aspects of storage and retrieval of palynological species descriptions

Johan H. GERMERAAD and André F.E. van der HORST *

RESUME

Une nouvelle méthode de traitement électronique des données, basée sur le Numerical Coding System décrit par Germeraad et Muller (1971) et spécialement mise au point pour aider les palynologues dans la détermination des grains de pollen et des spores, est présentée et des exemples sont donnés. Une évaluation de rendement, basée sur les données d'une série d'essais, est présentée, et les aspects techniques déterminant le choix du système décrit dans cet article sont expliqués.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine neue Methode der elektronischen Datenverarbeitung im Rahmen der Numerical Coding System beschrieben von Germeraad und Muller (1971), und speziell entwickelt zur Bestimmung von Pollenkörnern und Sporen, wird ausgelegt und anhand von Beispielen erklärt. Eine Leistungsabschätzung auf Grund von Probedaten wird gegeben, und die technischen Grundlagen für das gewählte System werden erklärt.

ABSTRACT

A new method of computerized data handling, based on the Numerical Coding System described by Germeraad and Muller in 1971 and especially designed for aiding palynologists in determining pollen grains or spores, is described and examples are given. A performance estimate based on test run data is presented and the technical motivation for choosing the specific operational set-up described in this paper is outlined.

SAMENVATTING

Een nieuwe methode van mechanische data-verwerking, gebaseerd op het Numerical Coding System beschreven door Germeraad en Muller in 1971 en speciaal ontworpen ten behoeve van palynologen bij het determineren van pollen korrels en sporen, wordt uiteengezet en met voorbeelden verduidelijkt. Een schatting van de capaciteit, gebaseerd op proefgegevens, wordt toegelicht en de technische grondslag van het gekozen systeem wordt beschreven.

* J.H. Germeraad, Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie
Hooglandse Kerkgracht 17, Leiden, The Netherlands.
A.F.E. van der Horst, Haagweg 80, Leiden, The Netherlands.

SYSTEM DESCRIPTION

The published descriptions of pollen grains and spores are efficiently accessible if stored in a data bank in standardized form. A way to make standardization acceptable to palynologists has been explained and published (Germeraad & Muller, 1970, 1971 ; Germeraad, 1974). The problems of the mechanical handling of palynological data were solved recently in a satisfactory way : the system is now operational.

The palynological data bank system comprises a data base consisting of two files, which contain the descriptions of pollen grains and spores, and a set of programs, one program used for input of new data, two programs for retrieval. The palynological data are stored in these two files : the catalog file and the morphology file. Each file contains one entry for each species description, identified by its unique registration number, stored in both files. These registration numbers are assigned when the descriptions are entered into the system.

The catalog file contains all the non-morphological data of a certain species description, such as the code numbers of the institute, collection, locality, relative age, etc., and the alphameric data like genus name, species name, local stratigraphy, etc. These data are of another order than the morphological data in the morphology file. A retrieval request will rarely comprise both types of data. If such an exceptional case may occur, then two separate requests, one for each of the files, must be submitted. Moreover, as a retrieval request scans only its corresponding file (or part of it, as in the morphology file), the actual processing time will be reduced drastically.

The catalog file contains, for each species description stored in the system, the information present in the registration and information modules, as explained in Germeraad & Muller (1970) ; this information is coded only partially. The catalog file contains no morphological information.

Retrieval requests concerning the catalog file are built up in the same way as the registration and information modules, as explained in the Manual (1971). One or more of these requests may be combined in one batch and submitted to the catalog file retrieval program which scans the catalog file for matching data. If a match occurs the program produces an item containing the registration number of the matching catalog file entry and the identification of the request for which the match occurred. The output of the retrieval program is a printed list of such items.

The morphology file contains, for each species description stored in the system, the information present in the description modules. This file is subdivided into sections, each containing the descriptions related to one generally accepted major group of pol-

len grains or spores (alete, monoete, trilete grains, etc.). The main use of the morphology file is to aid the palynologist in determining a pollen grain or spore he observes under his microscope or encounters in literature. The retrieval process is performed by using

```

VRAAG10 1
VRAAG10 2 113LECYTHIDACEAE
REQ 40 1
REQ 40 2 113ICACINACEAE
9999999
          END OF RETRIEVAL REQUESTS
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 1
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 2
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 3
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 4
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 5
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 6
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 7
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 8
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 9
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 10
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 11
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 12
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 13
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 14
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 15
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 16
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 17
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 18
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 19
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 20
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 21
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 22
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 23
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 24
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 25
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 26
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 27
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 28
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 29
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 30
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 31
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 32
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 33
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 34
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 35
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 36
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 37
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 38
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 39
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 40
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 41
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 42
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 43
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 44
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 45
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 46
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 47
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 48
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 49
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 50
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 51
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 52
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 53
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 54
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 55
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 56

REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 57
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 58
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 59
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 60
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 61
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 62
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 63
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 64
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 65
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 66
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 67
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 68
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 69
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 70
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 71
REQUEST NR KEIO 40 ,SPECIES NR 72
REQUEST NR VRAAG10 ,SPECIES NR 111

```

Fig. 1. — Examples of catalog file retrieval requests and corresponding output. VRAAG10 asks for a list of all species descriptions in the data bank that belong to the Lecythidaceae ; REQ 40 asks for a list of all species descriptions in the data bank that belong to the Icacinaceae. The output produced shows that species 1-72 belong to the Icacinaceae, and that species 111 belongs to the Lecythidaceae.

therefore this number is always lower than the card number in col. 9-11.

- 4) The category numbers of the information cards must be punched in fixed columns, i.e., col. 15-16, 37-38 and 59-60. The sequence 19, 20, 24, 29, 15, 16, 13 must be adhered to ; categories 19, 20, 24 and 29 are required, categories 15, 16 and 13 are optimal. In the geological data bank system (Freudenthal, 1975) the alphameric information punched for the categories is checked for its standardized spelling. This is omitted in our palynological data bank system.
- 5) In the morphology cards only the information in the secondary code columns, i.e., the shapes and patterns, is checked for occurrence of the secondary codes in the conversion list ; the primary codes are not checked.

The output of the validity checking program

The validity checking program produces a listing of all input cards ; if any error is detected by the program, an appropriate message is printed. The contents of the last card read, after which the error is detected, are printed directly under the message.

Retrieving information from the data bank

Input

The input for the catalog file retrieval program and/or for the morphology file retrieval program each consist of a batch of requests. The modules of each request are similar to the input for the validity checking program, except for some differences.

The input to the catalog file retrieval program consists of a batch of « descriptions » consisting only of one « registration module » and a set of « information modules » ; no conversion list should be supplied (Fig. 1). The request identification is contained in col. 1-8 of each card. The specifications are the same as for the information modules for new data input.

The input to the morphology file retrieval program consists of a conversion list of the same format as the conversion list supplied with new input, followed by a batch of « descriptions » each consisting of only one « registration module » and one or more « description modules » ; no information modules should be present. The specifications are the same as for the description modules for new data input. Only one conversion list must be supplied.

Types of morphology requests (Fig. 3)

It has been suggested that the morphology file retrieval program be designed in such a way that a request can be coded as if it were a description. Hence, a request would be a full description of the pollen grain observed, with marks in all modules, whether or not that module is to be checked by the retrieval program. Unfortunately, there is no certainty at all that such a description would have exactly the same hierarchy as present in all members of the group of species which the palynologist hopes to find, and a program which can be used for checking the possibility to map the request hierarchy into the description hierarchy (1) (i.e., the hierarchy of a description contained in the morphology file) probably will be very complicated as it involves mapping one tree into another tree (for examples of a tree see Germeraad & Muller, 1970). However, the modules coded for the full description of the pollen grain observed can be used as request modules after some minor modifications.

If a retrieval request aims at tracing those species that have a certain feature which is related hierarchically to another feature, then that request must be constructed correspondingly. As the eighth column of the request card is free as yet, a character punched in this column can be used to discriminate between hierarchical and non-hierarchical retrieval requests : a hierarchy checking is requested when an « H » (or another non-blank character) is punched in that column.

In the non-hierarchical retrieval requests one or more features at different places in the hierarchy of the description may occur. If the features of one description module are to be retrieved, a single-line request will have to be used. This request consists of two cards : the first card and the module card of the features. For a group of features occurring in more than one module, a multi-line request is necessary ; each line is composed of one first card and one module card. The first four digits of the identification (of which the first one is a blank) perform the linkage between the various parts of the request. The next three digits should be different for each module. All module cards have the eighth column blank (= non-hierarchical). If this eighth column is not blank in one of the parts of the request, that part will be processed with its hierarchy characteristics (mixed request). If in a non-hierarchical part of a request one or more intermediate cards between the first card and the last

(1) Mathematically expressed, the program must check the existence of an injective homomorphism of the (partially ordered set represented by the) request hierarchy. The terms « injective », « homomorphism », etc. are explained in most of the elementary textbooks on set theory.

```

C      1 9900000000001 ONF BLANK C-CARD IS NECESSARY
CCC   15 8300000600202 SHAPE IS A CIRCLE
CCC   283 3100001300201 SHAPE IS SEMI-TRIANGULAR WITH ROUNDED ANGLES
CCC   284 821200400104 SHAPE IS AN ELLIPS WITH TRUNCATED LOWER SIDE
CCC   287 312102200332 SHAPE IS A PILLAR SLIGHTLY WIDENING AT BASE AND TOP
CCC   201 821100100202 SHAPE LIKE A CENTRIFUGE-TUBE WITH WIDENED LIP
CCC   299 316206200205 CONSTRUCTED ELLIPS
CCC   1001 110000000001 UPWARDLY RAMIFIED SHAPE
CCC   1971 411000000001 EVFNLY PERI-DISPERSED FIELD ARRANGEMENT
CCC   3001 99030001001 NETWORK-LIKE DISPERSED
CCC   3017 9903 A TRI-APERTURATE FIELD ARRANGEMENT
CCC   4098 48001002016 TRI-RADIAL SYMMETRY
CCC   10001 AA11 CONCENTRIC FIELD ARRANGEMENT
      1 1 TWO MASSIVE LAYERS UPON WHICH TWO STRUCTURED LAYERS
RQ    2A 1 1 92 1 3001 2
RQ    2BH 1 1 11 1 3017 7
RQ    2BH 3 3 108 1 4098
RQ    2BH 4 4 119 1 1001
RQ    2BH 5 5 99 1 1971
RQ    2BH 6 6 01 2F4 284 1 1
RQ    2CH 1 1 2 1 3017 4
RQ    2CH 3 3 108 291 0
RQ    20 1 1 11001 2
9999999 FINISH REQUESTS WITH 9999999
    
```

REQUEST NR RQ 2A :SPECIES NR 19; X-SIZE= 33; MU.DEVE= 3; MU : Y-SIZE= 33; MU.DEVE= 3; MU : X-SIZE= 41; MU.DEVE= 3; MU

Fig. 4. — The morphology file retrieval output corresponding to request RQ 2.

- a) the conversion list and request RQ 2.
- b) list list of all the species in the data bank that match request RQ 2 : only the species numbered 16 and 19 meet the requirements of this request. The dimensions of the pollen grains are added to each species.

card occur with the same identification and a blank eighth digit, then the content of these intermediate cards will not participate in the retrieval processing.

In hierarchical retrieval requests the interrelationship of two or more modules that are hierarchically related is provided by more than one card after the first card. The hierarchical interrelationship is laid down in their coding of position and pattern of each hierarchical step. In case the other characteristics of the intermediate modules (e.g., shape) are of importance to the request, then these modules should have its own request line = a first card and the necessary hierarchical steps down to that module. If for any module these steps are not relevant, a non-hierarchical request line will be added in stead.

The palynologist who is aware of the chance of missing species in the data bank by using too many hierarchical request parts, will bring the number of hierarchical parts to a minimum, and will greatly base his expectations on the use of multi-line requests of mostly non-hierarchical parts.

Summarizing, the specifications applying to the morphology file retrieval program are :

- 1) Each request is identified by its identification contained in col. 2-8 of each request card. Col. 1 must be blank.
- 2) The first card (number « 1 » in col. 11) only contains the number of the last card of that request in col. 78-80 ; all information punched in this card is not processed.
- 3) At least one morphology card must follow the first card. Cards containing no morphological information are allowed, though at least the last

card should contain morphological information : empty requests are rejected.

- 4) The request identity is divided into two parts : col. 2-4 identify the entire request, therefore col. 2-4 of the next request must be different. Col. 5-7 identify a separate part of a request. All parts of one request should be contiguous ; this condition is not checked. If not contiguous the parts of the request are processed as separate requests. Each entire request is an operational unit to the retrieval program. A match is assumed to occur if a species description in the data bank meets all the requirements of all the parts of one request. The identity of the request is the identification of its first part.
- 5) Uniqueness of a request identification is not checked.
- 6) If col. 8 of the request identification in the entire request or in part of it is blank, then the hierarchy of this request or part of it is not to be checked against the hierarchy of the species descriptions in the morphology file. If col. 8 is not blank, this checking operation will be performed for the entire request or for that part of it.

Output

The output of each retrieval program consists of a listing of all request cards and the messages pertaining to any error detected by the program (in the same way as for the input of data in the data bank), and a listing of all the items produced each time a match occurred. Added to each item are the measu-

rements of the morphological unit as found in the description module that matches the *last* line of the request (Fig. 4).

TECHNICAL ASPECTS

Program description

The palynological data bank system is specifically made operational for an IBM System/360-370 environment with an OS or OS/VS control program. However, the design of the system makes an adaptation to another environment possible by modification of some of its parts. The supporting programs of our version are IBM standard utility programs and programs written in IBM System/360-370 Assembler language.

The use of a high-level language available on more configurations, e.g. FORTRAN, would have the important advantage of a wide-range compatibility; however, as FORTRAN is poorly suited for performing large amounts of character processing, the costs would be unnecessarily high. Also, most high-level programming languages impose restrictions on programming techniques. The features described in IBM Principles of Operation (Ref. 6) can be used more selectively and efficiently when programming in Assembler language than when using a higher-level language. Assembler language imposes no restrictions at all (except the requirement of implementing a specific programming technique). Because of the high performance requirements Assembler language was chosen. Also several programming techniques used are most easily performed in Assembler language and in those higher-level languages that make e.g. recursive programming possible.

The technique applied in the morphology file retrieval program can be used rather easily in Assembler language. The morphology file retrieval process is performed in three steps. During step 1 the morphology file retrieval program is initialized. During step 2 the submitted requests are converted to segments of executable coding; these segments are linked together in the morphology file retrieval program proper. After step 2 has been completed, this program is started. During step 3 this program is executed and the morphology file is scanned and the retrieval operation proper is performed. In a high-level programming language the first step of the morphology file retrieval program would produce a main program together with subroutines, one for each submitted description. The whole batch of main program and subroutines would then be passed to a compiler which would produce, via linkage-editor or loader processing, an executable program. This program

then would perform the retrieval operation proper. Such a process can be performed more efficiently if the morphology file retrieval program is written in Assembler language, as the basic building blocks of both main program and subroutines could be stored in executable format. From our programmer's point of view the building of the main program and the subroutines as well as the linkage process is in no way different from any other character processing operation, and Assembler language is excellently suited for character processing. Also the performance can be much better and the costs lower than when using any high-level language to perform the same function. Usually the cost advantage in operating a production program written in Assembler language exceeds the development costs (which are quite high because of the large amount of testing and/or sometimes complicated debugging involved).

The morphology file retrieval program has been tested to obtain a performance estimate, using data and requests especially designed for this testing operation. These data and requests imposed a load on the retrieval program which is certainly excessively much heavier than average. The data obtained from this test are given in Table 1; from these data the figures in Table 2 have been calculated, assuming that when either of the parameters request count or data bank size is held constant, the cost increases linearly with the other parameter according to the formula $\text{CPU time} = \text{step}_1 + \text{reqct}(\text{step}_2 + \text{dbsize} \cdot \text{step}_3)$.

TABLE 1. — Performance test of the morphology retrieval program

run	size of request batch (number of abnormally large requests)	size of morphology file (number of abnormally large descriptions)	CPU time used sec/100
I	12	30	264
II	12	3	77
III	2	3	59

TABLE 2. — Program performance specified for each step

Step	CPU time used sec/100	Comments
1	55.30	once for each execution of the program
2	0.05	quantity used for each request
3	0.60	quantity used for each request in scanning one species description

History and prospects

In the past, programs for supporting the RGM-developed geological and palynological data banks had been written in FORTRAN. To speed up character processing in spite of FORTRAN restrictions, some very intricate constructions were necessary. Despite these adaptations processing costs turned out to be still too high. In the opinion of the second author, the advantage in costs of a program written in Assembler language almost certainly would exceed the disadvantages caused by loss of compatibility. And so, with his cooperation, the geological data bank system (Freudenthal, 1975) was redesigned and the programs were written in the language proposed. After testing, the production costs turned out to be low enough to safeguard this project.

Subsequently because of this success, the first author was persuaded to learn the Assembler language and to redesign the palynological data bank system, under the supervision of the second author. After completion the first operational version resulted in favorable preliminary cost estimates that allowed the continuation of this project, too.

In the mean time the geological data bank system had been improved considerably, and costs reduced even more. In the future, modifications in the palynological data bank system are envisaged. These improvements will consist mainly of adaptations of/to the internal representation and format of the data contained in the morphology file, and of streamlining the program flow.

The palynological data bank system described in this paper requires that the user identifies morphological features by means of codes which, partly after conversion, are used internally as primary codes. It has been suggested that, in the input to the morphology file retrieval program and also in the new input data, morphological features be indicated by palynological terms in stead of codes, and that a translation program be used to convert the terms into internal codes. This translation process would be performed by means of a dictionary of terms which would contain the accepted palynological terms together with their corresponding internal codes. The input data would then have to be processed by a term validity checking program which performs a check similar to that described by Freudenthal (1975) in the chapter « Structure of the programme », section « Checking ». Subsequently, the data which appeared valid would have to be processed by the translation program. The data produced by this program finally

would be passed to the morphology file retrieval program or to the new data input validity checking program mentioned in « System description ».

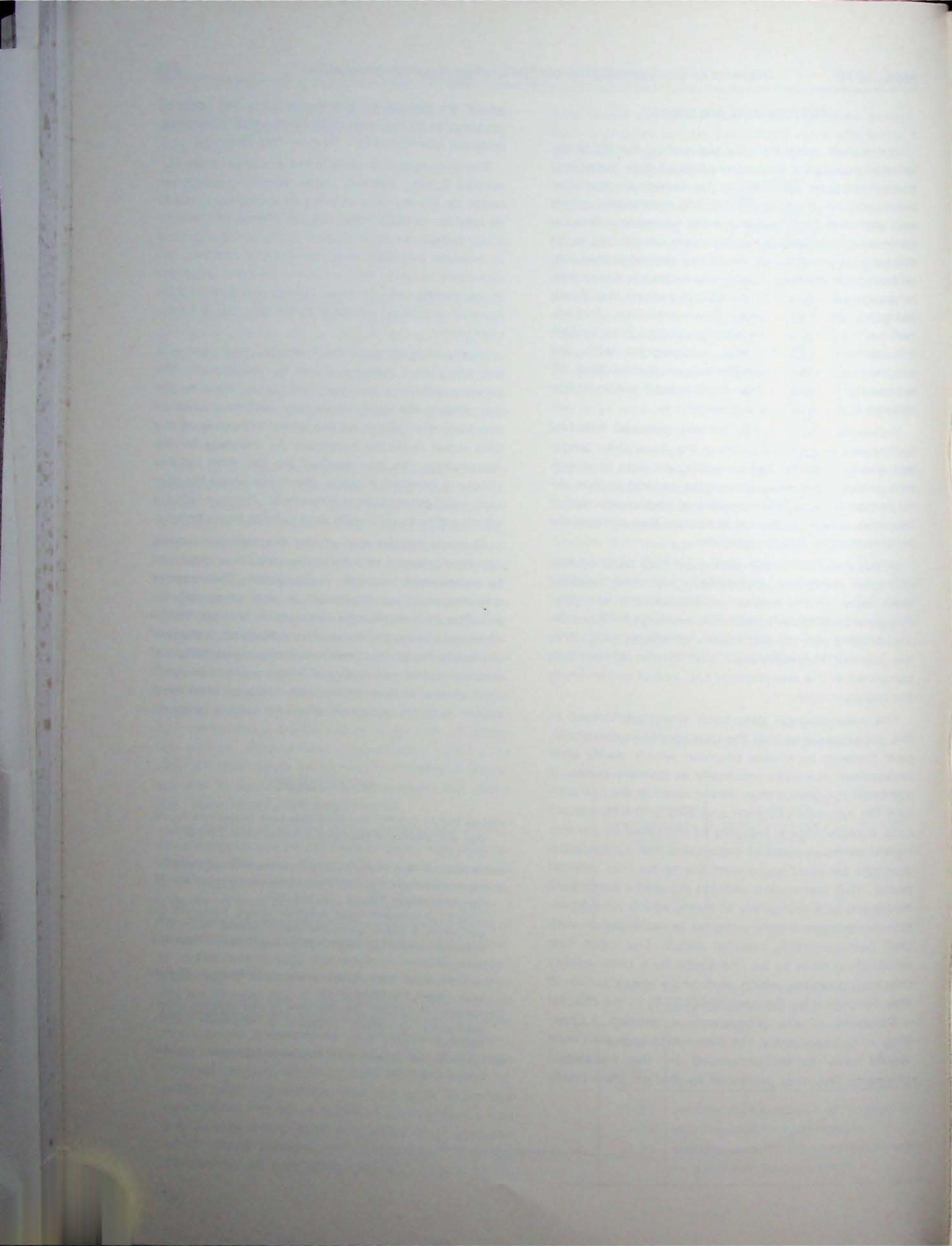
The description module forms the base of the Numerical Coding System ; each module contains the codes for the features of one morphological unit and its relation to other modules (by means of the hierarchy codes). As palynological terms would also have to indicate the relation of one unit to another, the dictionary of terms would have to be quite large and consequently both the term validity checking and the translation process would possibly turn out to be too expensive.

If palynological terms could also be used internally, the translation process could be eliminated. The terms could then be used directly as input to the morphology file retrieval program, and the process of checking the validity of the terms occurring in the data input could be bypassed. As the data for the morphology file are checked by the term validity checking program anyway, the morphology file contains valid palynological terms only ; hence a request which contains an invalid term will not be successful.

The interrelationship of the description modules can be visualized as a hierarchy tree ; this tree must be represented internally in the system. This requires tree-mapping, as explained in the paragraph on « Types of morphology requests ». In view of the objections against the use of tree-mapping, a study of the feasibility of the combination of tree-mapping and internal use of palynological terms will not be made until a new version of the palynological data bank system is to be designed, albeit for testing purposes only.

REFERENCES

- Freudenthal M. (1975). The RGM data bank programme for storage and retrieval of geological collection data. *Scripta Geol.*, 31, 1-22.
- Germeraad J.H. & J. Muller (1970). A computer-based numerical coding system for the description of pollen grains and spores. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 10, 175-202.
- (1971). A computer-based numerical coding system for the description of pollen grains and spores. Manual, vol. I & II. Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden, The Netherlands.
- (1974). Supplement. Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden, The Netherlands.
- Germeraad J.H. (1974). The data bank of palynological species descriptions at Leiden. *Geologie en Mijnbouw*, 53(6), 454-457.
- IBM (1974). IBM System/370. Principles of Operation. — IBM Form GA22-7000.



Méthodes informatiques appliquées à l'analyse pollinique, au laboratoire de Montpellier

Robert GROS *

RESUME

Nous présentons sommairement un ensemble homogène et extensible de programmes informatiques applicables au domaine de l'analyse pollinique. Un programme central, ANLSA, et des « satellites ».

ANLSA traite, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, les résultats des analyses sporo-polliniques en offrant tout un lot d'options selon plusieurs axes de recherche. Les résultats acquis sont imprimés mais aussi mémorisés sur disque magnétique en vue de leur utilisation future.

Les autres programmes travaillent à partir des résultats mémorisés. ANLST effectue des totalisations et moyennes à partir des analyses élémentaires ; ANLSC opère des comparaisons ; ANLSR permet d'étudier les rapports de taxons ; les programmes GRAF tracent toutes sortes de courbes utiles (une machine à dessiner étant associée à l'ordinateur).

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Reihe einheitlicher und ausbreitungsfähiger Informatik-Programme finden in der Pollenanalyse Anwendung : ein zentrales Programm, ANLSA und « Satellite ».

ANLSA behandelt qualitativ und quantitativ die Ergebnisse der Sporen- und Pollenanalyse und gibt die Möglichkeit zu einer breiten Wahl in mehreren Forschungsrichtungen. Die Resultate werden gedruckt aber kommen auch auf magnetischen Platten heraus zur späteren Verwendung.

Die anderen Programme verwenden diese memorierten Angaben. ANLST gibt Summen- und Mittelwerte der Elementaranalysen ; ANLSC gibt Vergleiche ; ANLSR zeigt die Beziehungen zwischen den verschiedenen Taxa. Die GRAF Programme zeichnen Kurven da eine Zeichenmaschine dem Ordinator beigefügt ist.

SAMENVATTING

Er wordt in het kort een homogeen en uitbreidbaar geheel van informatica-programma's gegeven die kunnen worden toegepast bij de pollenanalyse : een centraal programma, ANSLA, en « satellieten ».

ANSLA behandelt, op kwalitatief en kwantitatief gebied, de resultaten van de sporen- en pollenanalyse en geeft een ruime optiekeuze volgens verscheidene onderzoeksinrichtingen. De bereikte resultaten worden gedrukt maar ook opgenomen op magnetische platen voor later gebruik.

De andere programma's werken op basis van die opgenomen resultaten. ANLST geeft totalisaties en gemiddelden van de elementaire analyses ; ANLSC maakt vergelijkingen ; met ANLSR kan het verband tussen de taxa bestudeerd worden ; de GRAF-programma's stellen allerlei soorten curven op (vermits aan de computer een tekenmachine gekoppeld is).

SUMMARY

The present paper describes a plastic and homogeneous system of computing programs to be applied to pollen analysis : a central program, ANLSA and « satellites ».

ANLSA deals, qualitatively and quantitatively, with the results of pollen analysis in offering a wide range of options according to the trend of research. Results are printed and also recorded on a magnetic disk for future use.

The other programs work on the basis of the recorded results. ANLST performs the totalizations and means from basic analyses ; ANLSC draws comparisons ; ANLSR gives the possibility to study the ratios between taxa ; GRAF programs draw all kinds of useful curves (a plotter is connected to the computer).

* Programmeur au Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., E.R. 25, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, F-34060 Montpellier Cedex.

Le laboratoire de palynologie de Montpellier a maintenant plus de quatre années d'expérience dans le traitement des données d'analyse pollinique par ordinateur. Les travaux que nous avons effectués sont devenus suffisamment abondants pour que nous en fassions part d'une manière explicite à la communauté scientifique.

Volontairement, nous ne traiterons pas de l'application à la palynologie des programmes d'analyse des données qu'on peut trouver aujourd'hui dans toutes les bonnes bibliothèques de programmes. Nous voulons nous limiter exclusivement à un *ensemble de programmes originaux*, créés par nous au fur et à mesure que leur besoin se faisait sentir. Il s'agit des programmes « ANLS », quatre lettres évoquant le mot ANALYSE.

Il ne s'agit pas de programmes isolés, mais d'un *corpus homogène et extensible* qui couvre les besoins qui se sont manifestés jusqu'à ce jour en analyse pollinique dans notre laboratoire.

Je vous propose de découvrir cet ensemble en commençant par le programme central, ANLSA.

1. LE PROGRAMME ANLSA

1.1. Résultats qualitatifs et quantitatifs

1.1.1. Qualité de l'analyse

En quelque situation que l'on se trouve, il est nécessaire d'estimer la valeur, la qualité des résultats que l'on obtient. Il n'est pas indifférent en effet de prélever pour analyse 1 g ou 10 g de sédiments ; de compter 100 ou 1000 pollens sur une lame ; de dire *Abietaceae*, ou *Pinus*, ou *Pinus halepensis* à propos d'un grain. Et puisqu'on ne peut compter tous les pollens d'un sédiment et les déterminer tous à l'espèce avec une absolue précision, il faut donner les limites de fiabilité et de précision que l'on s'est fixées. Le programme ANLSA estime cette fiabilité et cette précision.

a) Trois résultats concourent à exprimer la fiabilité (fig. 2) :

- Le nombre de pollens comptés. Il vaut mieux en compter 1000 que 100, c'est évident. En tout cas, il faut dire combien de pollens ont été comptés.
- La répartition du taux de présence des taxons. Compter 500 pollens lorsque le spectre est équilibré peut être suffisant. En compter 1000 lorsque 90 % d'entre eux sont attribuables à un même taxon peut être insuffisant, en ce sens que

la « grosse masse » risque d'occulter ce qui se passe pour les taxons peu représentés.

- Le pourcentage de pollens observés. Les pollens effectivement comptés sur la lame ne sont en général qu'une infime partie des pollens présents dans la portion de sédiment traitée. Par exemple, 1 %. ANLSA chiffre donc le pourcentage d'observation.

b) D'autres résultats portent sur la précision dans la détermination des taxons.

Ce sont les pourcentages de pollens déterminés aux divers niveaux taxinomiques : famille, genre et espèce. Ces résultats, joints aux pourcentages d'indéterminables et d'indéterminés, sont aussi éléments d'estimation de la qualité de l'analyse.

1.1.2. Calcul des quantités relatives

Le calcul des pourcentages, classique évidemment en analyse pollinique, ANLSA l'effectue deux fois. Une première fois en prenant la totalité des pollens comptés pour somme de base. Une seconde fois en excluant de cette somme de base les pollens désignés par un code. Il est fréquent, par exemple, que l'on travaille sur les pourcentages obtenus après exclusion des pollens abîmés indéterminables. Il peut être utile aussi, dans certaines circonstances, d'exclure des grosses masses de Graminées, Cyperacées ou autres. ANLSA permet donc ce double calcul et donne, pour chaque taxon, à côté du nombre de pollens comptés, ce double pourcentage.

1.1.3. Calcul des quantités absolues

ANLSA présente trois options, selon que l'on a affaire à l'un ou l'autre des trois types d'objets suivants à analyser :

- les milieux solides, liquides ou intermédiaires, autres que les poussières du sol, en particulier les sédiments ;
- les poussières des sols actuels ;
- l'atmosphère.

Les processus de calcul se diversifient selon les besoins typiques qui se manifestent dans chacun de ces trois types d'analyses.

a) Analyses de type S (sédiments et autres) : les miels, les tourbes, les excréments d'herbivores, les sédiments en général ont une densité en pollens qui peut être extrêmement variable. ANLSA calcule cette densité, plus exactement le nombre de pollens par unité de poids de « sédiment ». S'offrent alors des possibilités de comparaison intéressantes, qui s'ajoutent aux possibilités de comparaison par les quantités relatives que sont les pourcentages.

1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
VMPL77S	05200434N	35E	1	106	51441	61720	12408770	13108	135	5003740	1050A5322					
*URTI		14ARTEMI			10TAXODI			5**CHEN		3**CRUC					18	
ECHINU		1MERCUR			74PINUS			3ULMUS		13ALMUS					278	
SALIX		3QUERCVILEX			5CUPRES			1493CORYLU		404DIVERS					4	
OVALES		18FRAXIN			3423POPULU			1PLANTA		2PLATAM					1	
QUERCU		2CARPIN			1PLANTACORO			2CEREAL		1STOP						

FIGURE 1 : CODIFICATION DES RESULTATS DE L'ANALYSE VMPL 77 S 5 (MONTPELLIER, 5eme SEMAINE DE L'ANNEE 1977)

V - FIABILITE DE L'ANALYSE =

1-NOMBRE DE POLLENS OBSERVES =

- A = PLUS DE 2500. ---> 5814
- B = DE 1000 A 2500.
- C = DE 500 A 1000.
- D = DE 250 A 500.
- E = DE 100 A 250.
- F = MOINS DE 100 POLLFNS.

2-REPARTITION DU TAUX DE PRESENCE

- A = AUCUN TAXON N'ATTEINT 25/100.
- B = 1 TAXON DEPASSE 25/100.
- C = 2 TAXONS DEPASSENT CHACUN 25/100.
- D = 1 TAXON DEPASSE 50/100.
- E = 1 TAXON DEPASSE 50, UN AUTRE 25/100
- F = 1 TAXON DEPASSE 75/100.

3-POURCENTAGE DE POLLENS OBSERVES =

- A = PLUS DE 50/100.
- B = DE 25 A 50/100.
- C = DE 10 A 25/100.
- D = DE 5 A 10/100.
- E = DE 1 A 5/100. ---> 1.51 *
- F = DE 1/100 A 5.
- G = PAS DE MESURES VOLUMETRIQUES.

SPECTRE FORTEMENT INFLUENCE PAR FRAXINUS ET CUPRESSACEES. LEUR NOMBRE EST EXTRAPOLE A PARTIR DE 1408 ET 614 RESPECTIVEMENT COMPTES.

FIGURE 2 : INDICES DE FIABILITE DE L'ANALYSE VMPL77S 5.

VII- TABLEAU A. TAXONS CLASSES DANS L'ORDRE NUMERIQUE DECREISSANT DANS LE SPECTRE SPOROPOLLINIQUE.

ANALYSE PORTANT SUR 5814 P.& S. DENOMBRES *DONNEES RELATIVES*
 ET SUR 24 TAXONS DETERMINES * EN POURCENT SUR * DONNEES QUANTIT.(EVALUATION) P.& S. TRANSFERES DS LES FLUX

RNG	DESIGNATION DES TAXONS	*NBRE		*DE		*SUR FILTRE		*DS SECTION 1M2*		*DANS SECTION		*CONTENUS DANS	
		5814	5814	TOTAL	TOTAL	DE 1M2/JOUR	DE 1M2/JOUR	DE 1000 M3 D'AIR	DE 1000 M3 D'AIR				
AB	F	G	E	DLMN	R	S	Q0	P1	P2	Q1	Q2	Q3	Q4
0*00	TOTAL			000	0*0	5814	100.00	100.00		769495	19237360	2748195	66750
0*00	DETERMINABLES			000	0*0	5814	100.00	100.00		769495	19237360	2748195	66750
1*46	FRAXINUS			C300	341*0	3423	58.88	58.88		453041	11326029	1618003	39299
2*19	CUPRE*FCUPRESSUS			P200	51*0	1493	25.68	25.68		197602	4940041	705720	17141
3*49	BETUL*CORYLUS			C200	163*0	404	6.95	6.95		53470	1336756	190965	4638
4*47	BETUL*ALNUS			C200	165*0	278	4.78	4.78		36794	919447	131407	3192
5*4C	EUPHO*MERCURIALIS			CE00	652*0	74	1.27	1.27		9794	244851	34979	850
6*46	ULM*ULMUS			C100	462*0	48	0.83	0.83		6353	158822	22689	551
7*4C	CRUCI*			K800	610*0	18	0.31	0.31		2382	59558	8508	207
7*35	GRAMI*OVALES			K400	689*0	18	0.31	0.31		2382	59558	8508	207
9*4F	URTI*			K800	464*0	14	0.24	0.24		1853	46323	6618	161
10*4C	COMPO*ARTEMISIA			C600	591*0	10	0.17	0.17		1324	33088	4727	115

FIGURE 3 : PROGRAMME ANLSA. ANALYSE VMPL 77 S 5. DEBUT DE LA LISTE ORDONNEE DES TAXONS.

b) Analyses de type F (les poussières du sol) : ici, un filtre, fixé à l'arrière d'un véhicule, capte la poussière soulevée du sol lorsque le véhicule en question se déplace à une vitesse donnée. C'est l'opération de fluxage.

Il est possible alors — ANLSA réalise ce calcul — de connaître le nombre absolu de grains recueillis sur le filtre par unité de longueur (kilomètre) parcourue par le véhicule porte-filtre.

c) Le contenu de l'atmosphère (analyses de types H ou V) : dans l'analyse de type H, le filtre capteur de pollens est en position horizontale. Dans celle de type V, il est en position verticale. Quoi qu'il en soit, ces filtres restent exposés pendant un certain temps dans l'atmosphère.

Dans un premier temps, il est intéressant de connaître le nombre de pollens recueillis par unité de surface (filtre)/temps. Par exemple, par m²/jour. ANLSA effectue ce calcul, ce qui permettra par la suite de comparer un spectre H et un spectre V, lorsque les pollens ont été captés dans le même lieu et dans le même temps. Cette comparaison donnera une idée de la « distorsion » qui se manifeste entre le contenu de l'atmosphère en tel lieu et la sédimentation en ce même lieu. On pourra aussi comparer deux spectres H ou deux spectres V obtenus, soit en un même lieu dans deux périodes successives, soit dans le même temps en des régions différentes.

Dans un deuxième temps, et seulement dans l'analyse de type V, ANLSA estime le nombre de pollens contenus dans une unité de volume d'air. A partir du nombre de pollens captés par le filtre dont la surface est connue, et de la quantité d'air (mesurée par anémomètre) ayant traversé le filtre, le calcul est possible.

Le calcul des quantités absolues dans les divers types, S, F, H ou V, vient d'être présenté pour plus de clarté dans des paragraphes distincts. En réalité, la variété se manifeste seulement parce que l'unité de référence n'est pas la même dans ces divers cas. Il s'agit d'un poids (g) ou d'un volume (cm³) pour un sédiment ; d'une longueur (km) pour un fluxage ; d'une surface (m²) pour la pluie pollinique actuelle ; d'un volume enfin (1000 m³) pour l'atmosphère. Dans tous ces cas, il s'agit donc bien d'un seul et même processus logique.

1.2. Regroupements divers entre taxons

1.2.1. Certains regroupements

de taxons sont effectués par ANLSA de toute façon, sans que la demande en soit faite. Ce sont les

regroupements de nature taxinomique. C'est ainsi par exemple que, si l'on a trois taxons appartenant à la famille des Graminées, ANLSA crée un taxon supplémentaire en fin de liste, Graminées-total, qui n'est évidemment pas comptabilisé dans la somme des pollens de l'analyse, mais dont on connaît, comme pour les autres taxons, les quantités relatives et absolues. ANLSA effectue donc ces totalisations au niveau famille et au niveau genre.

1.2.2. Les autres modes de regroupement sont sur option

Selon le but que l'on poursuit, il peut paraître utile de regrouper les taxons selon différents critères : l'écologiste par exemple souhaitera différencier les taxons de milieu sec des taxons de milieu humide ; l'allergologue mettra en jeu d'autres critères. Dans l'état actuel de ANLSA, huit modalités de regroupement sont opérationnelles, mais on pourrait en créer d'autres sans beaucoup de difficultés techniques si le besoin s'en faisait sentir.

a) Nous nous proposons de décrire la « modalité 1 » qui est un *classement selon les principaux types biologiques et une hygro-écologie sommaire*.

Voici la liste des quinze catégories, exclusives les unes par rapport aux autres, dans lesquelles nous rangeons les pollens des analyses. De chacune de ces catégories, ANLSA donne les quantités relatives et absolues :

1. Cryptogames cellulaires et plancton
2. Plantes non herbacées (si on ne peut ou veut préciser plus)
3. Arbres élevés (plus de 5 mètres) (si on ne peut ou veut préciser plus)
4. Plantes arbustives (0,5 à 5 mètres) (si on ne peut ou veut préciser plus)
5. Plantes herbacées (si on ne peut ou veut préciser plus)
6. Arbres élevés non hygrophiles
7. Arbres élevés hygrophiles ou aquatiques
8. Arbres élevés halophytes
9. Plantes arbustives non hygrophiles
10. Plantes arbustives hygrophiles ou aquatiques
11. Plantes arbustives halophytes
12. Plantes herbacées non hygrophiles
13. Plantes herbacées hygrophiles ou aquatiques
14. Plantes herbacées halophytes
15. (Forme biologique non précisable).

Il y a, de plus, sept ensembles simples, cette fois pas forcément exclusifs les uns par rapport aux autres, qui sont la somme de certaines catégories citées ci-dessus et sont traitées de la même manière. Ce sont, toujours en « modalité 1 » :

16. Arbres élevés (catégories 3 + 6 + 6 + 8)
17. Plantes arbustives (catégories 4 + 9 + 10 + 11)

18. Plantes non herbacées (catégories 3 + 4 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11)
19. Plantes herbacées (catégories 5 + 12 + 13 + 13 + 14)
20. Plantes non hygrophiles, non aquatiques (catégories 6 + 9 + 12)
21. Plantes hygrophiles ou aquatiques (catégories 7 + 10 + 13)
22. Plantes halophytes (catégories 8 + 11 + 14).

Il est sûr qu'une fois choisie la ou les modalités dont on a besoin, le travail du palynologue est largement avancé lorsque cette étape est effectuée.

b) *Les autres « modalités » sont construites selon la même structure* : 15 catégories élémentaires, 7 « ensembles simples ».

Les modalités 4 et 6 concernent l'allergologie. La modalité 8 a pour objet la période de floraison. Les modalités 2, 3, 5 et 7 concernent l'origine géographique, les quinze catégories élémentaires représentant chacune une « origine géographique probable » des pollens. On peut ainsi avoir une idée des influences ressenties en un point en fonction de l'environnement proche et lointain.

Quelle que soit en tout cas la modalité choisie, ANLSA calcule les rapports entre les 22 catégories ou regroupements pris deux à deux. Ainsi, le rapport « Non herbacées/Herbacées » (18/19) constitue-t-il un des quotients utilisables dans la « modalité 1 ».

2. LE PROCESSUS DU TRAITEMENT INFORMATIQUE DANS SA SUITE CHRONOLOGIQUE

Nous venons de voir que le tri et les regroupements de taxons peuvent être faits selon divers critères. Il faut donc que chaque taxon signalé dans l'analyse soit accompagné de paramètres qui le situent dans divers mondes.

Or, d'un point de vue tout à fait pratique, la transcription de ces paramètres sur un bordereau (1), à la main, à propos de chaque taxon, présente un risque d'erreur qui ne peut être négligé. Le programme TRDCT (comme TRaDuCTion) automatise cette étape, et élimine donc toute erreur à ce niveau.

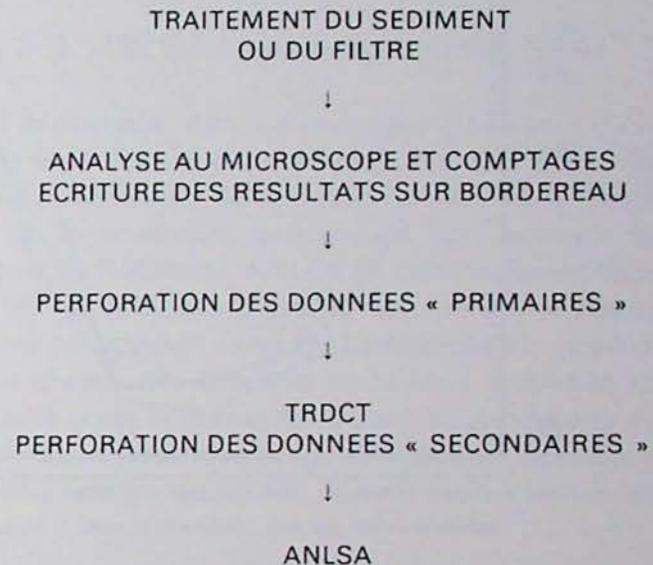
Nous avons deux sortes de données :

1°) *Les données primaires* : ultra-simples, comportant simplement le nom (abrégé) du taxon et le nombre de pollens observés correspondant. Ce sont

les données d'entrée de TRDCT. La perforation d'une quinzaine de cartes suffit pour mettre en route une analyse de 50 taxons.

2°) *Les données secondaires* enrichies des paramètres dont nous avons parlé plus haut. Ce sont les cartes de sortie de TRDCT, qui deviennent les données d'entrée de ANLSA.

Le processus s'effectue donc comme suit :



Il ressort donc de ce que nous venons d'écrire que les résultats issus de ANLSA :

- a) *Sont de « qualité contrôlée »* : non pas que l'analyse soit forcément hautement valable et fiable, mais son niveau de fiabilité et de précision est en quelque sorte affiché.
- b) *Ont été soumis à moins d'erreur* que si le traitement des informations avait été fait à la main ; en particulier à cause du passage par TRDCT.
- c) *Couvrent un champ étendu* par les calculs de quantités relatives et absolues et par les regroupements de taxons opérés par famille, par genre et selon la « modalité » choisie.

Ces résultats sortent donc sur une imprimante (une analyse moyenne s'imprimant sur 7 pages), mais également sont mémorisés sur disque magnétique pour être repris par la suite avec plus de facilité par les autres programmes d'exploitation des données.

De l'ensemble de ces programmes, nous allons maintenant donner une idée globale.

3. LES AUTRES PROGRAMMES SUITE DU PROCESSUS DE TRAITEMENT

Ces programmes exploitent donc les résultats mémorisés sur disque.

(1) C'est à partir de ces bordereaux que sont perforées les cartes constituant le support des données d'entrée pour l'ordinateur (fig. 1).

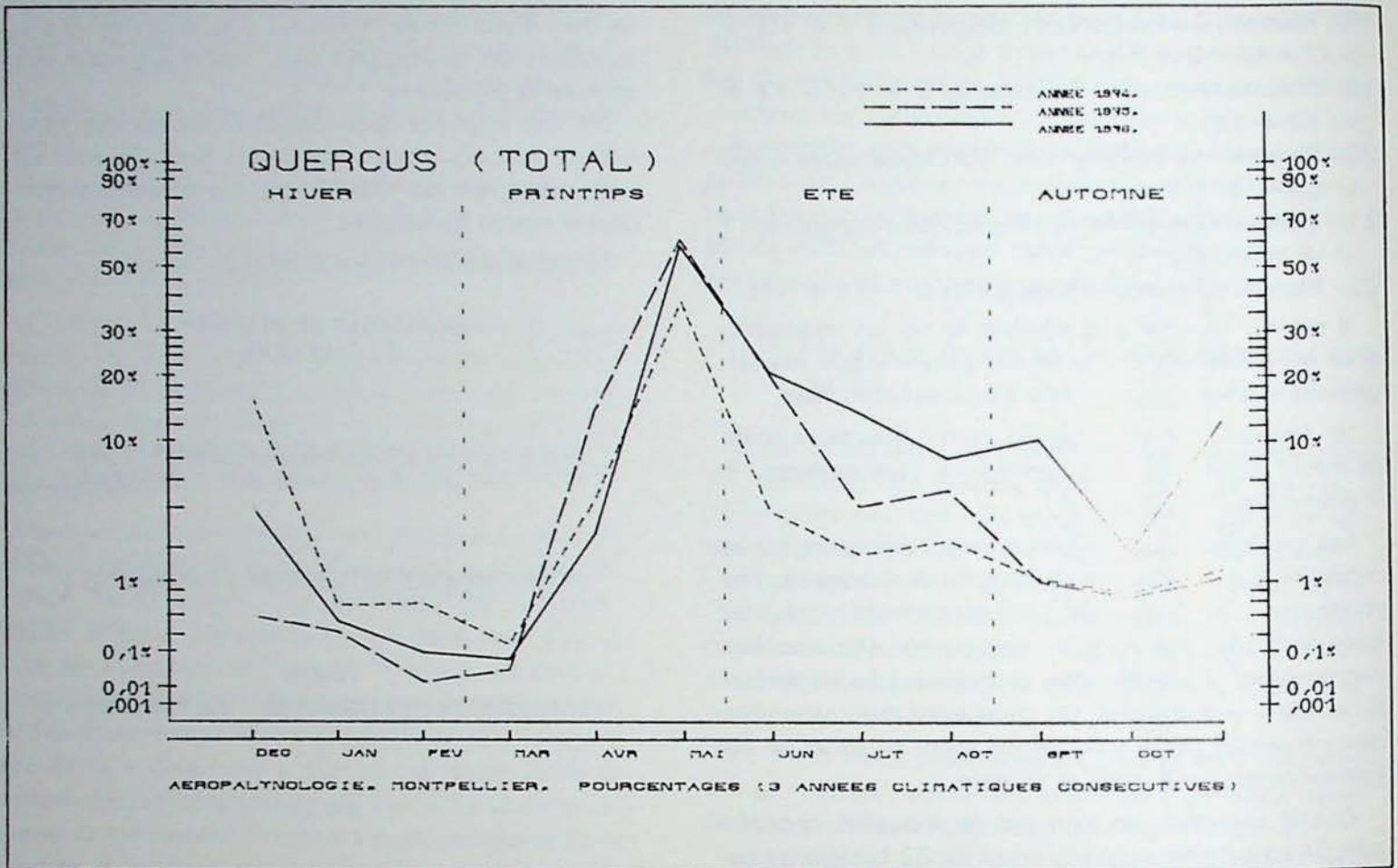


Figure 4 — GRAFX = 1 taxon, plusieurs séries

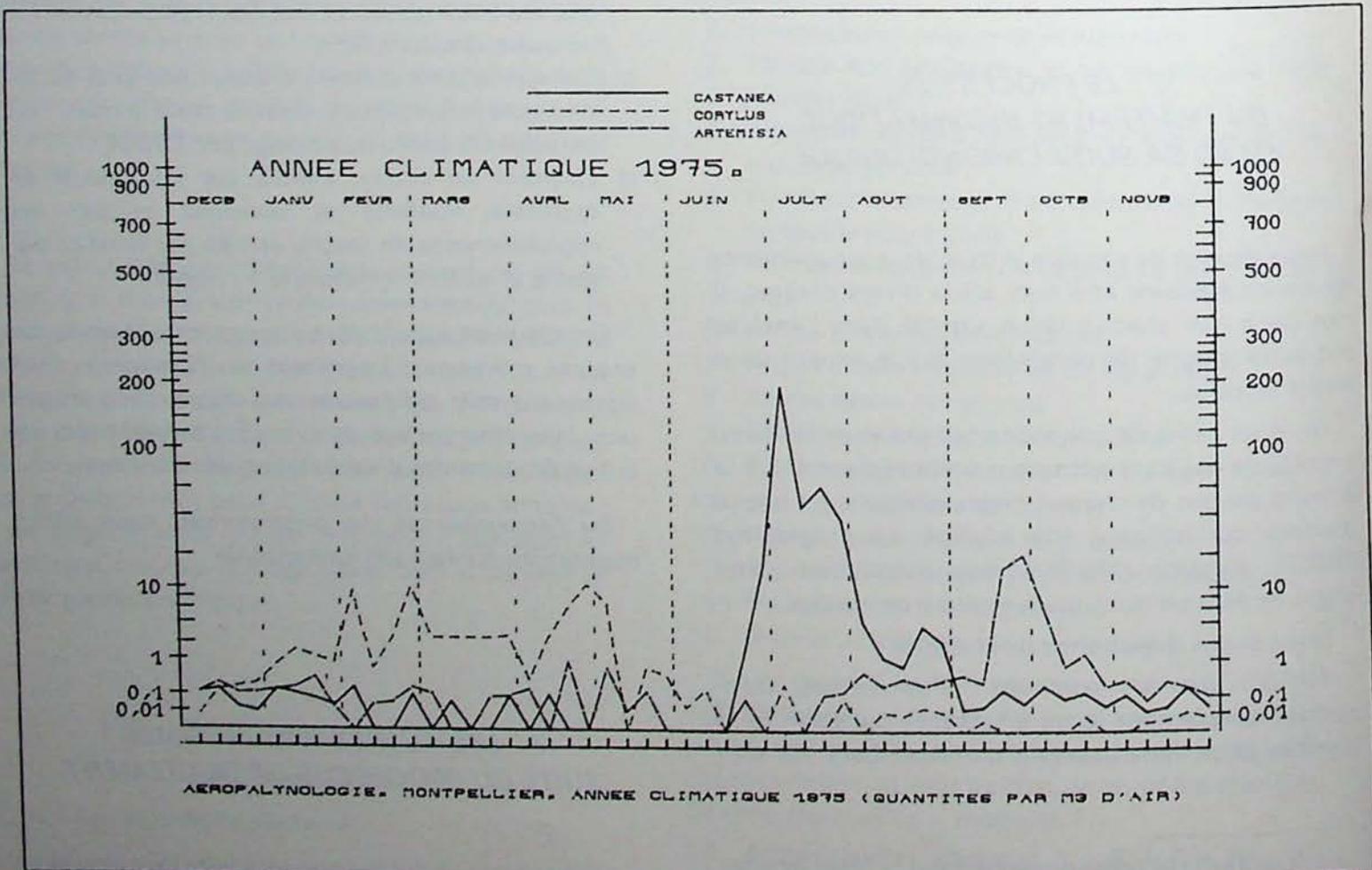


Figure 5 — GRAFX = 1 série, plusieurs taxons

3.1. Programme ANLST (T comme Total)

On aurait pu tout aussi bien le nommer ANLSM (M comme Moyenne). En effet, ce programme a pour fonction de synthétiser en une seule analyse plusieurs analyses élémentaires. Certains nombres seront donc additionnés, comme les nombres comptés de pollens (on a affaire à une totalisation) ; de la plupart cependant, on fera une moyenne.

Cette moyenne peut être la simple moyenne des pourcentages des taxons apparaissant dans les analyses élémentaires et c'est cette moyenne simple qui est retenue lors des totalisations d'analyses de niveaux sédimentaires. Par contre, dans les autres cas, les pourcentages valables seront des pourcentages pondérés. ANLST fait la moyenne des quantités absolues que sont le nombre de pollens par m²/jour, ou le nombre de pollens par 1000 m³ d'air, et à partir de ces résultats, recalcule les pourcentages.

Les résultats produits par ANLST ont la même présentation, la même forme, que ceux produits par ANLSA. Ils sont mémorisés de la même façon sur disque magnétique et peuvent être exploités identiquement. C'est ainsi qu'à partir des analyses d'atmosphère hebdomadaires que nous traitons, nous faisons des totalisations et moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles.

3.2. ANLSC et ANLSR

1°) ANLSC permet, comme la dernière lettre de son nom veut l'indiquer, de comparer deux analyses. Soient une analyse A et une analyse B. ANLSC donne d'abord la liste des taxons (accompagnés des quantités relatives et absolues) qui sont « infiniment » plus présents en A qu'en B pour la raison qu'ils sont absents de B. Puis, viennent les taxons présents des deux côtés dans l'ordre du rapport (en A/en B) décroissant. Enfin, figurent les taxons « infiniment » plus présents en B qu'en A.

Evidemment, en ce qui concerne le critère de comparaison, le programme n'opte pas à la place du chercheur : il lui laisse le choix. On peut imaginer en effet deux analyses dans lesquelles les pourcentages de *Quercus* sont identiques de part et d'autre, mais dans lesquelles les quantités absolues de ces mêmes *Quercus* sont trois fois plus abondantes d'un côté que de l'autre. Comme pour ANLST, le choix sera fonction de la nature de l'« objet » analysé (contenu d'atmosphère, sédiment) et de la discipline dans laquelle exerce le chercheur.

2°) ANLSR (R comme Rapports) a pour fonction d'exprimer le rapport quantitatif de deux taxons, dans une série ordonnée d'analyses. Par exemple, Grami-

nées rondes/Graminées ovales, Graminées/Cyperacées etc... dans une série sédimentaire. On sait déjà toute la richesse contenue dans cette notion de rapport de taxons en palynologie. Aussi le programme ANLSR, automatisant ce travail, peut-il rendre de grands services dans l'exploitation de cette voie.

3.3. ANLSS et les programmes GRAF

Il se peut que, dans un ensemble d'analyses d'une série sédimentaire par exemple, un chercheur s'intéresse à l'évolution de tel taxon (par exemple *Pinus*), ou de tel ensemble taxinomique (par exemple les spores de Filicinées). ANLSS (S comme Synoptique) lui fournit le moyen d'obtenir ce type de renseignements où apparaît l'état de l'ensemble en question dans chacun des éléments de la série ordonnée sur laquelle porte la demande. Il peut ainsi noter les variations quantitatives affectant l'ensemble observé, et éventuellement, tracer à la main la courbe les visualisant.

Les programmes GRAF (fig. 4 et 5) procèdent au tracé automatique de telles courbes. GRAFX figure les variations d'un taxon (ou du rapport de deux taxons) dans plusieurs séries ordonnées d'analyses (par exemple *Castanea* au cours des 52 semaines des années successives 73, 74, 75 et 76). La comparaison des années est alors très facile. GRAFY, au contraire, figure les variations de plusieurs taxons dans une seule série. La comparaison, tout aussi immédiate, porte alors sur les taxons et non plus sur les séries, comme c'était le cas avec GRAFX.

4. CONCLUSIONS

On comprendra mieux la structure du corps de programme d'analyse pollinique dont il vient d'être question dans ce texte, si on considère le tableau ci-après.

	1 analyse	2 analyses	n analyses
1 taxon			ANLSS GRAFX
2 taxons (rapport de...)			ANLSR GRAFX
n taxons	ANLSA	ANLSC	ANLST GRAFY

Plusieurs fonctions sont réalisées par cet ensemble, qui ont pour nom : « comparaison », « totalisation », « moyenne », et qui sont les opérations fondamentales dont le palynologue a besoin.

Il faut cependant noter que toutes ces opérations ne sont possibles pratiquement, étant donné les contraintes de temps, de matériel et de personnel, que grâce à l'ordinateur. L'ordinateur n'invente rien, mais il se prête à toutes les requêtes qu'on lui adresse dans le langage qu'il comprend. Il les réalise à une telle vitesse et avec une telle netteté qu'il devient alors possible de s'attaquer à de vastes programmes de recherche, qui, sans cette aide, resteraient à jamais aux oubliettes. C'est ainsi que notre laboratoire assurera cette année le traitement informatique de 650 analyses environ, avec tout ce que cela représente

comme totalisations, tableaux synoptiques, comparaisons, tracés de courbes correspondants. Chiffre énorme et cependant réel qui manifeste de façon non équivoque l'apport scientifique et technique désormais irremplaçable de l'informatique en palynologie.

BIBLIOGRAPHIE

- COUR P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques : étude de la répartition des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores*, 16, 1, 103.
- KING L. (1976). Pollenanalyse und Sporenliteratur. Erfahrungen mit Palyno. Programme zur Berechnung und Darstellung pollanalytischer Daten. *Pollen et Spores*, 18, 1293.

✓

Informatique et palynologie

Une revue bibliographique ordonnée par matières

Michel HIDEUX * et Yves REYRE **

RESUME

Il s'agit d'une revue bibliographique ordonnée suivant les grands domaines fondamentaux ou appliqués de la Palynologie :

1. Morphologie pollinique.
2. Analyse pollinique.

ZUSAMMENFASSUNG

Es handelt sich um ein Literaturverzeichnis nach den grossen grund- oder angewandten Gebieten der Palynologie eingeordnet :

1. Pollenmorphologie.
2. Pollenanalyse.

SAMENVATTING

Het betreft een bibliografisch overzicht gerangschikt volgens de grote fundamentele of toegepaste domeinen van de Palynologie :

1. Morfologie van de pollen.
2. Analyse van de pollen.

SUMMARY

This is a bibliographical review classified according to the large divisions of basic or applied palynology :

1. Pollen morphology.
2. Pollen analysis.

Les premières applications de l'informatique à la palynologie ont été réalisées après 1960. La première publication véritablement palynologique et fondée sur un traitement effectif par ordinateur (et non pas sur une statistique « manuelle ») date de 1963. Son auteur, B. de Jekhowsky, rappelons-le, fut membre de notre Association et son souci était les corrélations géologiques. Depuis, ces applications n'ont cessé d'augmenter en nombre et en diversité. Diversité des méthodes statistiques employées, mais aussi extension à tous les domaines de la palynologie. L'in-

térêt des méthodes de la taxinomie numérique pour la palynologie est suggéré dès 1968 par Combaz. La première publication relative à l'application de ces méthodes ne date que de 1971 (Small et coll.).

Chacune des méthodes numériques utilisées pouvant s'appliquer en fait simultanément à plusieurs domaines de la palynologie, c'est d'après le but des travaux qu'elles concernent que les publications, qui nous sont parvenues, ont été classées. Celles qui sont relatives à la morphologie pollinique (taxinomie numérique) ont été séparées de celles qui font état de travaux fondés sur l'analyse pollinique (sédiments et aéropalynologie). La première catégorie concerne donc essentiellement l'actuopalynologie et la seconde, la paléopalynologie. Il ne s'agit là que d'un critère général de classification. Ainsi les travaux de

* Laboratoire de Palynologie de l'E.P.H.E., Muséum National d'Histoire Naturelle, 61 rue de Buffon, F-75005 Paris.

** Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 43 rue de Buffon, F-75005 Paris.

taxinomie numérique sur du matériel fossile (Gorin, 1974 par exemple) sont classés aussi dans la première catégorie (ils sont alors cités deux fois, procédé peu habituel mais pratique), alors que ceux sur l'aéropplancton figurent dans la seconde catégorie.

Cette première séparation faite, il a paru utile de distinguer les travaux d'intérêt méthodologique général (y compris quelques ouvrages de statistique essentiels) des applications particulières ayant valeur d'exemples.

Dans la seconde catégorie, qui recouvre des domaines d'applications plus variés que la première, on a de plus regroupé les titres selon les thèmes suivants :

- relations pluie pollinique-végétation ;
- reconstitution des végétations ;
paléoclimats, paléoécologie ;
- corrélations géologiques, sédimentologie.

Toutes ces subdivisions bibliographiques ont été faites dans le souci d'offrir aux divers spécialistes un condensé documentaire adapté à leurs types de recherches.

1. MORPHOLOGIE POLLINIQUE

1.1. Articles d'intérêt méthodologique général

- Combaz A. (1968). Une méthode générale de classification : la taxinomie numérique. *Rev. Inst. fr. Pétrole et Ann. combust. liq.*, Paris, 23, 2, p. 174-200.
- Chateauneuf J.J., Reyre Y. (1974). *Eléments de Palynologie. Applications géologiques.* 345 pp. Librairie du Muséum, Paris.
- Germeraad J.H., van der Horst A.F.E. (1977). The RGM palynological data bank. Présent ouvrage, p. 83
- Germeraad J.H., Muller J. (1970). A computer-based numerical system for the description of pollen grains and spores. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 10, p. 175-202.
- Germeraad J.H., Muller J. (1971). A computer-based numerical coding system for the description of pollen grains and spores. *Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden. Bataafse Internationale Petroleum Maatschappij N.V.*, The Hague, 2 vol.
- Gorin G. (1974). *Etude palynostratigraphique des sédiments paléogènes de la Grande Limagne (Massif Central, France) avec applications de la statistique et de l'informatique.* Thèse Univ. Genève, n° 1686, 314 pp.
- Gorin G., Froidevaux R., Chateauneuf J.J. (1973). *Informatique appliquée aux problèmes de datation par la Palynologie.* *Arch. des Sc.*, 26, 3, p. 247-265.
- Hideux M. (1977a). *Traitements numériques des données palynologiques à des fins taxinomiques.* *Grana*, 16, p. 85-97.
- Hideux M. (1977b). *L'analyse factorielle des correspondances : applications en Palynologie.* *Acta Ecologica Iranica*, sous presse.
- Hideux M. (1978). *Critical comments on the terminology used in numerical taxonomic methods.* *Grana*, 17, sous presse
- Oleinikov A.N. (1973). *The methods of numeral coding in paleopalynology (en russe, résumé en anglais).* In « *Methodical problems of palynology* ». *Proceedings of the 3rd international palynological conference.* A.M. Medvedeva ed. : « Nauka », Moskva, p. 51-55.
- Romero E., Maronna B. (1972). *Metodos numericos para la classification de polen actual y fosil.* *Ameghiniana.* Buenos Aires, 8, n° 3-4, p. 291-396.
- Straka H. (1964). *Palynologia Madagassica et Mascarenica.* Vorwort und Einleitung. Avant-Propos et Introduction. *Pollen et Spores*, 6, n° 1, p. 239-288.

1.2. Applications particulières

- Dunbar A., Wallentinus H.G. (1976). On pollen of *Campanulaceae*. III. A numerical investigation. *Bot. Not., Lund*, 129, n° 1, p. 69-72.
- Hanks S.L., Fairbrothers D.E. (1976). *Palynotaxonomic investigation of Fagus L. and Nothofagus Bl. : Light microscopy, Scanning electron microscopy and Computer Analyses.* In *Botanical Systematics, An Occasional Series of Monographs*, 1, p. 1-142, Academic Press, London & New York.
- Hideux M. (1973). *Apport du microscope électronique à balayage à la Palynologie structurale des Saxifragacées ligneuses australes.* Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle de l'Université de Paris VI, 48 pp.
- Hideux M., Ferguson I.K. (1975). *Stéréostructure de l'exine des Saxifragales : proposition d'une description logique et schématique.* In « *Colloque de Palynologie, 1975* » (paru en 1977), *Soc. Bot. France*, 122, p. 57-67.
- Hideux M., Ferguson I.K. (1976). *The stereostructure of the exine and its evolutionary significance in Saxifragaceae sensu lato.* In « *Evolutionary significance of the exine* », Ferguson I.K., Muller J. (eds.), p. 327-377. *Linnean Society Symp. Series*, 1, Academic Press, London & New York.
- Hideux M., Ferguson I.K. (1978). *A proposal for a catalogue of stereostructures.* In « *Proceedings*

- of the IVth International Palynological Conference (1976/1977) », sous presse.
- Hideux M., Mahé J. (1977). Traitement par la taxinomie numérique des données palynologiques : Saxifragacées ligneuses australes. *Rev. Gén. Bot.*, 84, p. 21-60.
 - Hideux M. (1977). Traitements numériques des données palynologiques à des fins taxinomiques : problèmes, résultats, perspectives. Table ronde sur la taxinomie numérique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (Février 1977).
 - Hideux M., Nigaud M., Pardo C., van der Pluym A. (1978). Apports de l'analyse factorielle des correspondances en Palynologie : cas de quelques Ombellifères. R.C.P. n° 286, C.N.R.S., Actes du 2ème Symposium International sur « les Ombellifères : contribution pluridisciplinaire à la Systématique », Collège Scientifique et Universitaire de Perpignan (18-21 Mai 1977), p. 563-573.
 - Hul Thol S. (1976). Contribution à la révision de quelques genres de *Caesalpiniaceae* représentés en Asie. Thèse de Doctorat de 3ème cycle de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 209 pp.
 - Hul Thol S. (1977). Méthodes numériques de la taxinomie appliquées à la palynologie du genre *Pterolobium* (*Caesalpiniaceae*). Présent ouvrage, p. 107.
 - Hul Thol S., Hideux M. (1977). Taxinomie du genre *Pterolobium* (*Caesalpiniaceae*) avec traitement numérique des caractères macromorphologiques et palynologiques. *Bull. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 502, Bot. 33, sous presse.
 - Layka S. (1975). Polymorphisme pollinique dans le genre *Glaucium* (*Papaveraceae*). In « La flore du Bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique », Colloques Internationaux du C.N.R.S. n° 235, Flora Mediterranea, Montpellier 1974, p. 290-301.
 - Layka S. (1976). Les méthodes modernes de la Palynologie appliquées à l'étude des Papaverales. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 315 pp.
 - Layka S. (1977). Application des méthodes de l'analyse numérique au genre *Dicentra* (*Fumariaceae*).
 - Leuenberger B.E. (1976). Die pollenmorphologie der *Cactaceae* und ihre Bedeutung für die Systematik. In « Dissertationes Botanicae », Band 31, 320 pp., Cramer, Vaduz.
 - Nigaud M. (1978). Contribution palynologique à l'étude de l'espèce *Peucedanum palustre* Moench. R.C.P. n° 286, C.N.R.S., Actes du 2ème Symposium International sur « les Ombellifères : contribution pluridisciplinaire à la Systématique », Collège Scientifique et Universitaire de Perpignan (18-21 Mai 1977), p. 231-241.
 - Pardo C. (1978). Contribution palynologique à la taxinomie des espèces espagnoles du genre *Seseli* L. (*Umbelliferae*). R.C.P. n° 286, C.N.R.S., Actes du 2ème Symposium International sur « les Ombellifères : contribution pluridisciplinaire à la Systématique », Collège Scientifique et Universitaire de Perpignan (18-21 Mai 1977), p. 243-253.
 - van der Pluym A., Hideux M. (1977a). Application d'une méthodologie quantitative à la palynologie d'*Eryngium maritimum* (*Umbelliferae*). *Plant Syst. Evol.*, 127, p. 55-85.
 - van der Pluym A., Hideux M. (1977b). Numerical Analysis study of pollen grain populations of *Eryngium maritimum* L. (*Umbelliferae*). *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 24, 119-139.
 - Small E., Bassett I.J., Crompton C.W., Lewis H. (1971). Pollen Phylogeny in *Clarkia*. *Taxon*, 20, 5/6, p. 739-746.

2. ANALYSE POLLINIQUE

2.1. Articles d'intérêt méthodologique général

- Adam D.P. (1970). Some palynological applications of multivariate statistics. Thesis. University of Arizona, Tucson, Ariz. 132 pp.
- Birks H.J.B., Webb T., Berti A.A. (1975). Numerical analysis of pollen samples from Central Canada : a comparison of methods. *Review of Paleobotany and Palynology*, 20, p. 133-167.
- Clapham W.B. Jr (1972). Numerical analysis and group formation in palynology. *Geoscience and Man*. Baton Rouge, 4, p. 73-85.
- Dale M.B., Walker D. (1970). Information analysis of pollen diagrams I. *Pollen et Spores*, 12, 1, p. 21-37.
- Damblon F., Schumaker R. (1971). New prospects for study of palynological data : the use of computers. *Pollen et Spores*, 13, 3, p. 609-614.
- Dodson J.R. (1972). Computer programs for the pollen analyst. *Pollen et Spores*, 14, 2, p. 455-465.
- Gros R. (1977). Méthodes informatiques appliquées à l'analyse pollinique au laboratoire de Montpellier. Présent ouvrage, p. 93.
- Jekhowsky (de) B., Montagutelli J., Combaz A. (1964). Ordinateurs et palynologie. *Rev. Inst. Fr. du Pétrole*, 14, 4, p. 473-481.
- King L. (1976). Pollenanalyse und computer : Erfahrungen mit Palyno, Programme zur Be-

rechnung und Darstellung pollenanalytischer Daten. *Pollen et Spores*, 18, 1, p. 93-104.

- Kremp G.O.W. (1970). Towards computerization of palynology-paleobotany ; a progress report on a fact finding trip. (Interim Res. Rep. n° 1). Dep. Geosci, Univ. Arizona, Tucson, 27 p.
- Reyre Y. (1972). Application de l'Informatique à la « gestion » et à l'interprétation stratigraphique des données paléontologiques quantitatives. *Bull. B.R.G.M.*, 4, 2, p. 49-65.
- Romero E., Maronna R. (1972). Methodos numericos para la classification de polen actual y fosil. *Ameghiniana*. Buenos Aires, 8, n° 3-4, p. 291-396.
- Schilling P.E., Hart G.F. (1973). Statistical techniques and their application in palynology. *Mathematical Geol.*, Oxford, 5, n° 3, p. 297-311.
- Voorrips A. (1973). An algol-60 program for computation and graphical representation of pollen-analytical data. *Acta Bot. Neerl.*, Leiden, 22, n° 6, p. 645-654.
- Voorrips A. (1974). An algol-60 program for pollen analytical data : the ODC version. *Acta Bot. Neerl.*, Leiden, 23, n° 5-6, p. 701-704.

2.2. Applications particulières

2.2.1. Relations végétation-pluie pollinique

- Birks H.J.B., Webb T., Berti A.A. (1975). Numerical analysis of pollen samples from Central Canada : a comparison of methods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 20, p. 133-167.
- Kershaw A.P. (1973). The numerical analysis of modern pollen spectra from northeast Queensland rain forests. *Spec. Publ. Publ. Soc. Austr.*, 4, p. 191-199.
- O'Sullivan P.E., Riley D.H. (1974). Multivariate numerical analysis of surface pollen spectra from a native scots pine forest. *Pollen et Spores*, 12, 1, p. 21-37.
- Webb T. (1974). Corresponding patterns of pollen and vegetation in Lower Michigan : a comparison of quantitative data. *Ecology*, 55, p. 17-28.
- Webb T., Mc Andrews J.H. (1975). Corresponding patterns of contemporary pollen and vegetation in central North America. *Geol. Soc. Am., Mem.*, 145 (in press).
- Webb T. (1974). The pollen vegetation relationship in Southern Michigan : an application of isopolls and principal components analysis. *Geoscience and Man*, Baton Rouge, 9, p. 7-14.

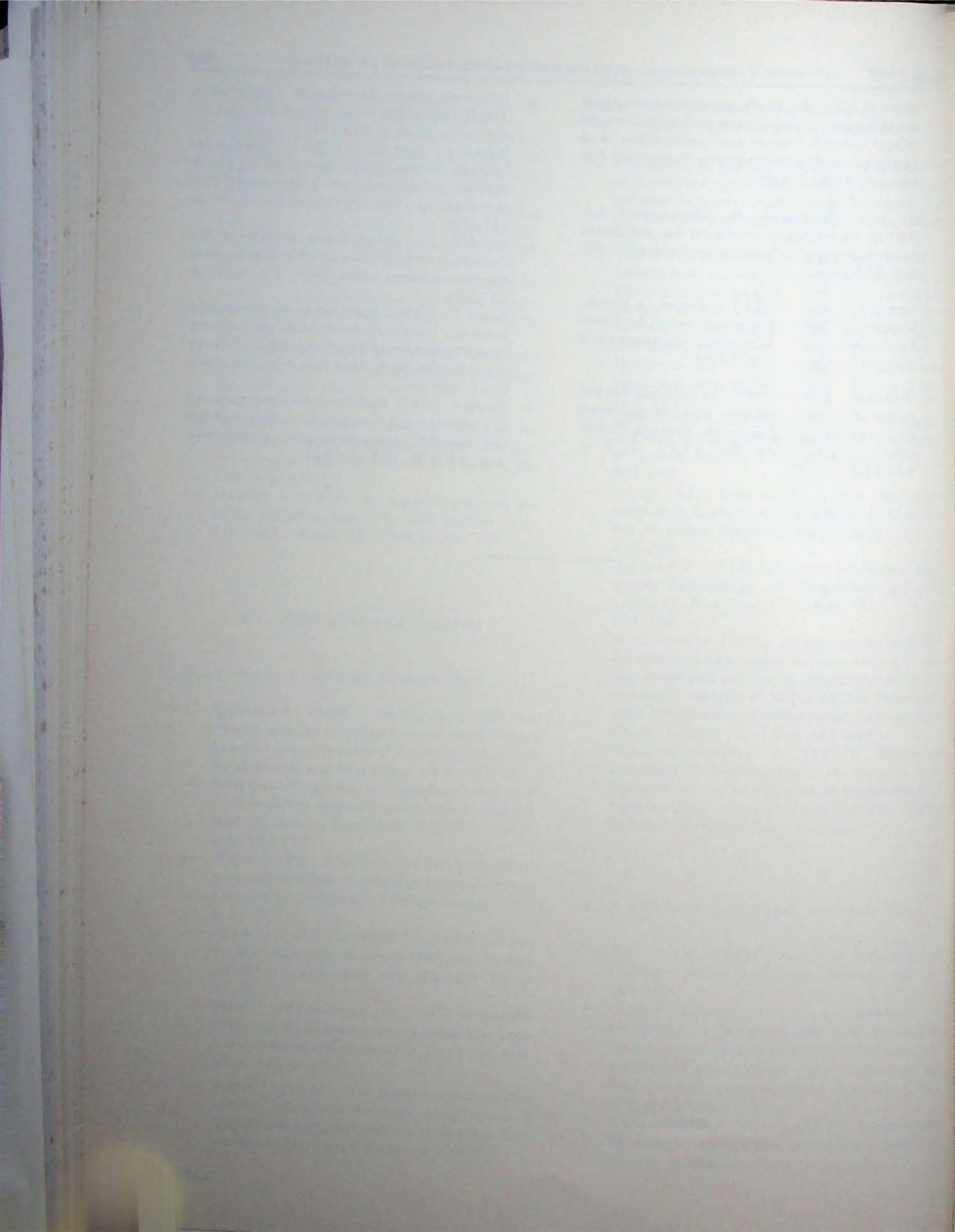
2.2.2. Reconstitutions des végétations, paléoclimatologie, paléoécologie

- Brubaker L.B. (1973). Ancient and Modern forest patterns associated with glacial till and outwash in North Central Upper Michigan. Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, Mich., 139 pp.
- Cole H.S. (1969). Objective reconstruction of the paleoclimatic record through the application of Eigenvectors of present-day pollen spectra and climate to the Late Quaternary Pollen stratigraphy. Thesis, University of Wisconsin, Madison, Wisc., 110 pp.
- Deacon J. (1972). A data bank of Quaternary plant fossil records. *New Phytol.*, Oxford, 71, n° 6, p. 645-654.
- Gordon A.D., Birks H.J.B. (1972). Numerical methods in Quaternary palaeoecology. I. Zonation of pollen diagrams. *New Phytol.*, 71, p. 961-979.
- Gordon A.D., Birks H.J.B. (1974). Numerical methods in Quaternary palaeoecology. II. Comparison of pollen diagrams. *New Phytol.*, 73, p. 231-249.
- Gordon A.D. (1974). Numerical methods in Quaternary palaeoecology. III. Sequential sampling strategies. *New Phytol.*, Oxford, 73, n° 4, p. 781-792.
- Pennington W. (1975). An application of principal components analysis to the zonation of two Late Devensian profiles. II. Interpretation of the numerical analysis in terms of Late-Devensian (Late Weichselian) environmental history. *New Phytol.*, Oxford, 75, n° 2, p. 441-453.
- Schumacker-Lambry J. (1977). Isolement d'espèces de Dinoflagellés utiles pour la stratigraphie et mise en évidence de tendances écologiques par l'utilisation d'une méthode d'analyse multivariable. Présent ouvrage.

2.2.3. Corrélations géologiques, sédimentologie

- Birks H.J.B. (1974). Numerical zonations of Flandrian pollen data. *New Phytol.*, 73, p. 351-358.
- Cazes P., Reyre Y. (1976). La fossilisation du kérogène en milieu argilo-carbonaté. Etude statistique de ses liaisons avec les propriétés lithologiques et pétrologiques dans l'Oxfordien du Bassin de Paris (partie orientale). *Bull. B.R.G.M.*, 4, 2, p. 85-102.
- Chateaufneuf J.J., Reyre Y. (1974). *Eléments de Palynologie. Applications géologiques.* 345 pp. Librairie du Muséum, Paris.

- Gorin G. (1974). Etude palynostratigraphique des sédiments paléogènes de la Grande Limagne (Massif Central, France) avec applications de la Statistique et de l'Informatique. Thèse Univ. Genève, n° 1686, 314 pp.
 - Gorin G., Froidevaux R., Chateauneuf J.J. (1973). Informatique appliquée aux problèmes de datation par la palynologie. *Arch. des Sc.*, 26, 3, p. 247-265.
 - Hart G.F., Fiehier J. (1971). Kaross : a computer-aided storage and retrieval system for Lower Karroo stratigraphic palynology. *Geoscience and Man, Baton Rouge*, 3, p. 57-64.
 - Jekhowsky (de) B. (1963). La méthode des distances minimales, nouveau procédé quantitatif de corrélation stratigraphique ; exemple d'application en palynologie. *Rev. I.F.P.*, 18, 5, p. 629-653.
 - Jekhowsky (de) B., Montagutelli J., Combaz A. (1964). Ordinateurs et palynologie. *Rev. Inst. Fr. du Pétrole*, 19, 4, p. 473-481.
 - Médus J., Ipert C. (1977). Introduction de l'analyse multifactorielle dans le traitement de données palynofloristiques santoniennes (Crétacé supérieur). *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 24, p. 141-154.
 - Oltz D.F., Jr. (1971). Cluster analyses of late Cretaceous-early Tertiary pollen and spore data. *Micropaleontology, New York*, 17, n° 2, p. 221-232.
 - Reyre Y. (1970). Palynologie du Mésozoïque Saharien. Traitement des données par l'informatique et applications à la stratigraphie et à la sédimentologie. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, C, 27, 284 pp.
 - Reyre Y. (1972). Application de l'informatique à la « gestion » et à l'interprétation stratigraphique des données paléontologiques quantitatives. *Bull. B.R.G.M.*, 4, 2, p. 49-65.
-



Méthodes numériques de la taxonomie appliquées à la palynologie du genre *Pterolobium*

Sovanmoly HUL THOL *

RESUME

*Une démarche méthodologique est présentée pour le traitement des données palynologiques du genre *Pterolobium* :*

- 1) *utilisation des méthodes statistiques pour tester la valeur représentative des populations polliniques étudiées au niveau de l'espèce (avec contrôle des caractères qualitatifs au M.E.B.) ;*
- 2) *traitement par les méthodes numériques de la taxonomie :*
 - a) *sans ordinateur, avec visualisation des groupements obtenus par la méthode des triangles d'ombrage différentiel ou des phénogrammes de hiérarchie taxonomique ;*
 - b) *avec ordinateur (1), par l'analyse factorielle des correspondances. Les résultats originaux de cette méthode sont la mise en évidence, dans un espace tridimensionnel, des groupements infragénériques, celle des caractères diagnostiques et des corrélations de caractères.*

Les résultats obtenus par ces deux types de méthodes sont aussi comparés. Enfin, l'intérêt en palynologie de la démarche méthodologique suivie souligne son importance dans les travaux synthétiques actuels de la taxonomie moderne.

SAMENVATTING

*Er wordt een methodologische werkwijze voorgesteld voor het behandelen van de palynologische gegevens over het genre *Pterolobium* :*

- 1) *gebruik van statistische methodes voor het testen van de representatieve waarde van pollenpopulaties die werden bestudeerd op specimen-niveau (de kwalitatieve kenmerken werden gecontroleerd met de rasterlektronenmicroscop) ;*
- 2) *behandeling met de numerieke taxonomiemethodes :*
 - a) *zonder computer, met visualisatie van de groeperingen verkregen door de methode van de differentiële schaduw driehoeken of van de hiërarchische taxonomie-fenogrammen.*
 - b) *met computer, door de factoriële analyse van de overeenkomsten. De originele resultaten van die methode zijn het aantonen in een driedimensionale ruimte, van de infragenerieke groeperingen, de diagnosekenmerken en de kenmerkencorrelaties.*

De resultaten die met die twee soorten methodes werden bereikt, worden ook vergeleken. Tenslotte benadrukt het belang van de gevolgde methodologische werkwijze in de palynologie haar waarde in de huidige synthetische werkzaamheden van de moderne taxonomie.

* Laboratoire de Phanérogamie, 16 rue de Buffon, Laboratoire de Palynologie, 61 rue de Buffon, Muséum National d'Histoire Naturelle, F-75005 Paris.

(1) Le traitement par l'ordinateur a pu être effectué à l'Université de Paris-Sud, Laboratoire de Taxonomie Végétale, Expérimentale et Numérique (Orsay), grâce à Monsieur le Professeur R. Gorenflot et à l'assistance de Monsieur J.P. Briane.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine methodologische Arbeitsweise bei der Verarbeitung von palynologischen Daten der Gattung *Pterolobium* wird besprochen :

- 1) Verwendung der statistischen Methoden um den repräsentativen Wert der untersuchten Pollenpopulationen (in Arten Ebene) festzustellen (die qualitativen Merkmale werden mit dem Rastermikroskop kontrolliert).
- 2) Verwendung der numerischen Taxonomie :
 - a) ohne Komputer, durch optische Darstellung der Gruppierungen welche mit den Methoden der unterschiedlich schattierten Dreiecke oder der Phenogramme taxonomischer Hierarchie erhalten wurden ;
 - b) mit Komputer, durch die faktorielle Analyse der Übereinstimmungen. Diese Methode bringt neue Resultate : Herausstellung in einem tri-dimensionalen Raum von Unterarten, von diagnostischen Merkmalen und von Merkmalskorrelationen.

Die Resultate dieser beiden Methoden werden verglichen. Schliesslich wird das Interesse der dargestellten methodologischen Arbeitsweise für die Palynologie unterstrichen, hauptsächlich in den synthetischen Arbeiten der modernen Taxonomie.

SUMMARY

A methodology is proposed for the palynological data processing of the genus *Pterolobium* :

- 1) Statistical methods are used to test the representative value of the pollen populations studied at the species level (with a control on the qualitative characters by SEM) ;
- 2) Numerical methods are applied to the taxonomy :
 - a) without computer, by representing the groupings with high similarity values by shading triangles or by phenograms .
 - b) with computer by correspondence analysis ; the originality of the results obtained from this method are the revelation, in a three dimensional space, of independent groupings, diagnostic characters and character correlations.

The results obtained by these two methods are compared. Finally, the value of the methodology used in palynology emphasizes its importance in the actual research of the modern taxonomy.

0. INTRODUCTION

C'est dans le cadre de la révision des *Caesalpiaceae* asiatiques que ce travail a été effectué. Le genre *Pterolobium* a déjà fait l'objet d'une étude taxonomique plus particulière (Vidal & Hul Thol, 1974 ; Hul Thol, 1976) à partir des caractères macromorphologiques : 11 espèces, répandues en Asie tropicale (sauf 1 en Afrique) ont été reconnues. C'est cette connaissance préalablement approfondie des caractères macromorphologiques, mais aussi leur insuffisance dans la résolution de certains problèmes taxonomiques, qui ont motivé l'étude palynologique (liste des échantillons étudiés, cf. Hul Thol & Hideux, 1977).

Les problèmes particuliers posés par les données palynologiques en taxonomie ont été présentés grâce à une approche statistique préliminaire (Hul Thol & Hideux, 1977).

Les résultats obtenus par l'application des méthodes numériques sont ensuite discutés, en particulier ceux obtenus par l'utilisation de l'ordinateur (méthode de l'analyse factorielle des correspondances). Ils sont aussi comparés à ceux obtenus sans l'utilisation de l'ordinateur.

1. PROBLEMES PARTICULIERS POSES PAR LES DONNEES PALYNOLOGIQUES

L'unité de référence habituelle des taxonomistes est l'organisme individuel entier ou fragmentaire tel qu'il se présente, la plupart du temps, sous la forme d'une part d'herbier. Les recherches classiques s'effectuent à partir d'une ou de plusieurs de ces parts : on obtient alors des informations qui permettent une meilleure connaissance du taxon.

Dans les études palynologiques, le problème est plus délicat, puisque l'organisme individuel que constitue une plante possède de nombreuses populations polliniques qui sont sujettes à des variations : variations à l'intérieur d'une anthère, au niveau des différentes anthères d'une fleur, des différentes fleurs d'une inflorescence, etc...

De telles recherches ont été déjà effectuées pour les Ombellifères (Hideux et coll., 1978) : *Eryngium maritimum* (van der Pluym & Hideux, 1977a et b) ; *Seseli* (Pardo, 1978) ; *Peucedanum* (Nigaud, 1978).

Le problème de la variation pollinique a déjà, d'ailleurs, fait l'objet d'une étude approfondie (Van Campo, 1966).

Ici, chez le genre *Pterolobium*, un tel phénomène de variation à l'intérieur d'une plante n'existe apparemment pas. Le problème consiste donc à étudier la valeur représentative de cette unité de référence par rapport à l'espèce.

Les méthodes statistiques utilisées (normalisation à une loi normale de Laplace-Gauss, test *t* de comparaison des moyennes) ont montré que les échantillons de *Pterolobium macropterum* et de *Pterolobium stellatum* étaient représentatifs de ces espèces pour les valeurs *P* de l'axe polaire et *E* du diamètre équatorial.

Un contrôle des caractères qualitatifs (Hul Thol & Hideux, 1977) des mêmes échantillons observés au M.E.B. ne montre plus de variation significative pour l'ensemble des caractères qualitatifs observés.

En résumé, grâce à un tel modèle d'approche expérimentale, nous avons pu savoir si un échantillon du genre *Pterolobium* était représentatif ou non de l'espèce. La réponse a toujours été positive.

2. APPLICATION DES METHODES NUMERIQUES DE LA TAXONOMIE

La théorie détaillée de l'application de ces méthodes n'utilisant pas l'ordinateur a déjà été donnée (Hul Thol & Hideux, 1977). Par contre, l'application de l'analyse factorielle des correspondances aux caractères palynologiques du genre *Pterolobium* est plus récente. C'est la seule méthode qui permet de visualiser simultanément dans un espace tridimensionnel la position relative des UTO et des caractères. Ses principes ont été énoncés en détail par Benzecri (1973) ; ils peuvent être schématisés de la façon suivante (Hideux, 1977) : c'est une analyse qui attribue aux variables une valeur aléatoire, grâce à une fonction mathématique qui — 1) réduit l'espace à *N* dimensions des données ($N = n$ caractères $\times t$ UTO,, matrice des données) à un espace tridimensionnel avec le minimum de perte d'informations ; — 2) identifie l'espace des UTO et celui des caractères.

2.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances

Un diagramme, obtenu à partir des coordonnées des points par rapport aux trois premiers axes factoriels donnés par l'ordinateur, permet de visualiser dans un espace tridimensionnel la position relative des UTO et des caractères. Trois groupes sont mis en évidence :

— Un premier groupe, nettement différencié, constitué des UTO *Pterolobium punctatum* 3 (pun3),

P. integrum (int) et *P. stellatum* (ste) qui sont caractérisés par un tectum partiel dense (RDE) et par les dimensions de leurs grains de pollen inférieures aux limites fixées par la codification (P3M : $P < 35 \mu\text{m}$; E3M : $E < 35 \mu\text{m}$; X3M : épaisseur de l'exine équatoriale $< 3 \mu\text{m}$).

— Un second groupe, également bien différencié, rassemble les UTO, *Pterolobium hexapetalum* (hex), *P. borneense* (bor), *P. microphyllum* (micro) et *P. platypterum* (pla), caractérisés par un tectum \pm lâche et par les dimensions de leurs grains de pollen généralement supérieures aux limites fixées par la codification (P3P : $P > 35 \mu\text{m}$; E3P : $E > 35 \mu\text{m}$; A6P : longueur de l'ectoaperture $> 6 \mu\text{m}$).

— Enfin, les autres UTO sont rassemblées dans un groupement intermédiaire.

A partir de cette position relative des UTO et des caractères, on en conclut la valeur diagnostique de la densité du réseau du tectum partiel et de l'ensemble des valeurs quantitatives relatives aux dimensions des grains de pollen.

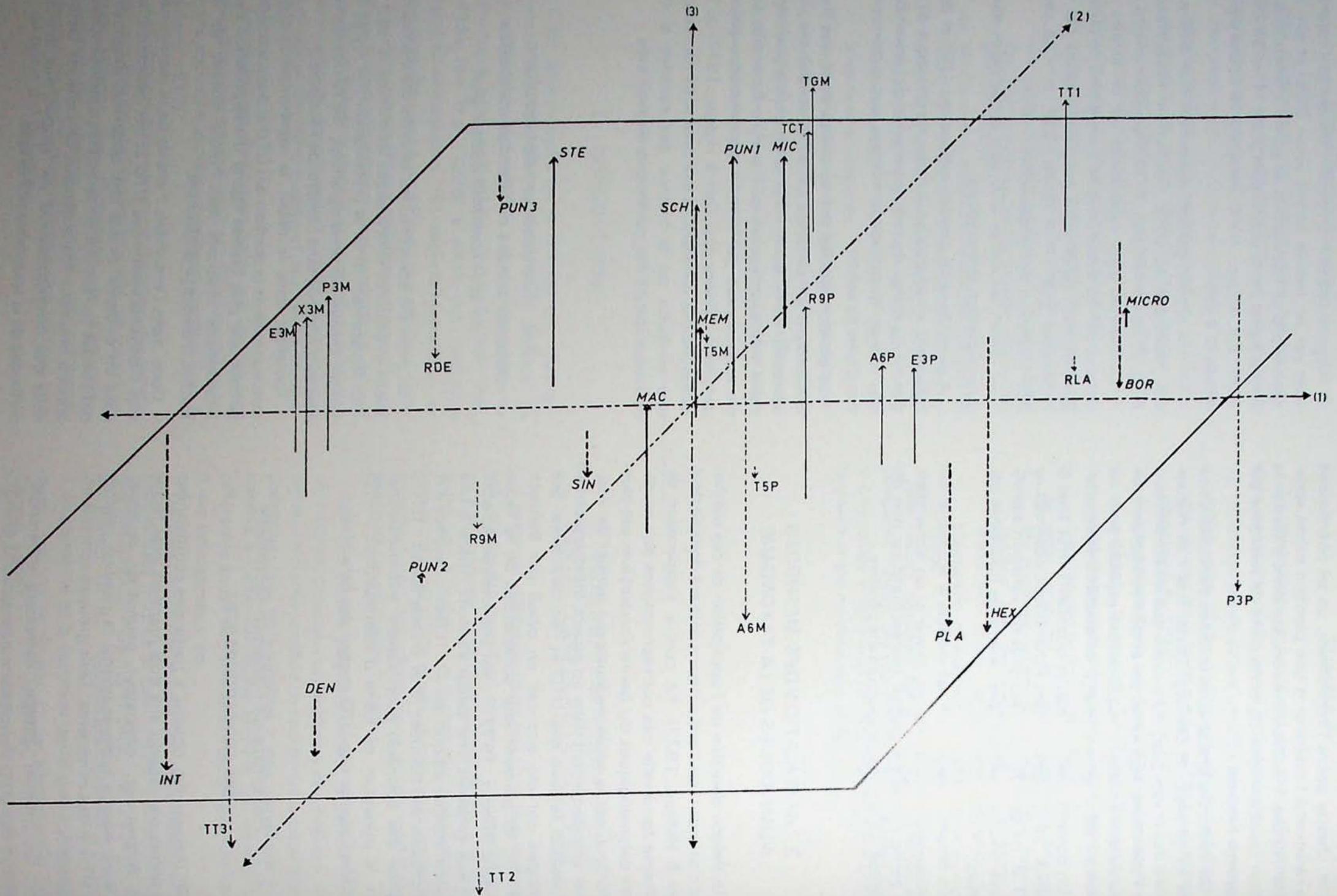
La position relative des caractères entre eux met directement en évidence certaines corrélations, en particulier P3M, E3M, X3M. C'est encore une originalité très avantageuse de l'analyse factorielle des correspondances par rapport aux méthodes précédemment utilisées (Hul Thol & Hideux, 1977) où la recherche des corrélations des caractères nécessitait une inversion de la matrice des données et de nouveaux calculs des coefficients de similitude.

2.2. Comparaison des résultats obtenus par les différentes méthodes de la taxonomie numérique

En première approche, les affinités taxonomiques mises en évidence sont presque les mêmes, surtout si l'on fait abstraction de la présentation très rigide de l'ordre linéaire du dendrogramme. Ce fait valide les résultats obtenus sans l'emploi de l'ordinateur.

Toutefois, dans le détail, la représentation tridimensionnelle de la position des UTO et des caractères permet une plus grande liberté d'interprétation des informations obtenues que l'ordre linéaire de la matrice d'ombrage différentiel.

Donc, dans l'ensemble, l'intérêt de la représentation tridimensionnelle des UTO et des caractères, la mise en évidence directe des caractères diagnostiques et des corrélations de caractères constituent des apports originaux fondamentaux de l'analyse factorielle des correspondances par rapport aux autres méthodes de la taxonomie numérique.



3. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De ces recherches sur le genre *Pterolobium*, il faut retenir : — 1) la particularité des résultats taxonomiques concernant le genre étudié ; — 2) l'intérêt en palynologie de la démarche méthodologique originale suivie.

3.1. Particularité des résultats taxonomiques

L'originalité des groupements obtenus réside dans le fait qu'ils sont caractérisés par une similitude globale (« overall similitude ») de leurs caractères, c'est-à-dire par un grand nombre de caractères en commun ; mais aucun d'entre eux n'est à lui seul suffisant pour les caractériser. Cette notion a été traduite classiquement par les Systématiciens sous le terme d'*enchaînement*, notion déjà évoquée par P. Guinet pour les Mimosées (1969) ; ou encore sous le terme de *groupement polythétique* par les Systémati-

ciens modernes, tels que Sneath et Sokal (1973) : « Un arrangement polythétique rassemble des organismes qui ont le plus grand nombre de caractères communs, et aucun caractère isolé n'est, ou bien essentiel pour appartenir au groupe, ou bien suffisant pour faire entrer un organisme dans le groupe ».

3.2. Intérêt en palynologie de la démarche méthodologique suivie et son importance dans les travaux synthétiques actuels de la taxonomie

La valeur représentative de l'individu et de ses populations polliniques a déjà été testée au niveau de l'espèce par différentes méthodes statistiques. Les caractères palynologiques ont ensuite été rassemblés dans une matrice des données qui présente les avantages suivants :

— une plus grande concision de présentation que les diagnoses classiques, longues et fastidieuses ;

Fig. 1. — Analyse factorielle des correspondances de 15 UTO du genre *Pterolobium*

Diagramme tridimensionnel de l'analyse factorielle des correspondances montrant la position relative des UTO et des caractères. Les lignes verticales continues sont utilisées pour les points situés au-dessus du plan défini par les axes factoriels 1 et 2 (la 3ème coordonnée déterminée par l'axe 3 est positive). Les lignes discontinues sont utilisées pour les points situés sous le même plan (3ème coordonnée déterminée par l'axe factoriel 3, négative).

Abréviations des UTO :

BOR	= borneense	PLA	= platypterum
DEN	= densiflorum	PUN1	= punctatum 1
HEX	= hexapetalum	PUN2	= punctatum 2
INT	= integrum	PUN3	= punctatum 3
MAC	= macropterum	SCH	= schmidtianum
MEM	= membranulaceum	SIN	= sinense
MIC	= micranthum	STE	= stellatum
MICRO	= microphyllum		

20 caractères (quantitatifs et qualitatifs) palynologiques :

E3P (diamètre équatorial $> 35 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; E3M (diamètre équatorial $< 35 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; P3P (longueur de l'axe polaire $> 35 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; P3M (longueur de l'axe polaire $< 35 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; R9P (P/E $> 0,90 \pm 0,02$) ; R9M (P/E $< 0,90 \pm 0,02$) ; A6P (longueur de l'ectoaperture $> 6 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; A6M (longueur de l'ectoaperture $< 6 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; X3P (épaisseur de l'exine équatoriale $> 3 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; X3M (épaisseur de l'exine équatoriale $< 3 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; T5P (côté du triangle polaire $> 5 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; T5M (côté du triangle polaire $< 5 \pm 0,5 \mu\text{m}$) ; TGM (tectum à têtes globuleuses, dans la zone marginale) ; TCT (tectum complet, dans la zone de transition) ; RDE (réseau dense, dans la zone interaperturale) ; RLA (réseau lâche, zone interaperturale) ; RLL (réseau très lâche, zone interaperturale) ; TT1 (t/t — 1 > 1) ; TT2 (t/t — 1 $\neq 1$) ; TT3 (t/t — 1 < 1).

— une clé de détermination à accès multiples, sans aucune hiérarchie a priori, qui peut être un complément fort utile des clés dichotomiques, notamment dans le cas de détermination des grains de pollen, où certains éléments ne peuvent être observés : cas des pollens fossiles par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

- BENZECRI J.P. (1973). L'analyse des données. Dunod, Paris. I, 615 pp. ; II, 619 pp.
- HIDEUX M. (1977). Traitement numérique des données palynologiques à des fins taxinomiques. Grana, 16, 85-97.
- HIDEUX M., NIGAUD M., C. PARDO & A. van de PLUYM (1978). Apports de l'analyse factorielle des correspondances en palynologie, cas de quelques Umbellifères. Actes du 2^e Symposium international sur les Umbellifères, Perpignan, Mai 1977 ; CNRS, RCP 286, 563-573.
- HUL THOL S. (1976). Contribution à la révision de quelques genres de *Caesalpiniaceae* représentés en Asie. Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 209 pp. polycop.
- HUL THOL S. & M. HIDEUX (1977). Taxonomie du genre *Pterolobium* (Caesalpiniaceae) avec traitement numérique des caractères macromorphologiques et palynologiques. Bull. Mus. natn. Hist. nat. 3^e sér. Bot. 33, n° 502 (sous presse).
- NIGAUD M. (1978). Contribution palynologique à l'étude de *Peucedanum palustre* Moench. Actes du 2^e Symposium international sur les Umbellifères, Perpignan, Mai 1977 ; CNRS, RCP 286, 231-241.
- PARDO C. (1978). Contribution palynologique à la taxonomie des espèces espagnoles du genre *Seseli*. Actes du 2^e Symposium international sur les Umbellifères, Perpignan, Mai 1977 ; CNRS, RCP 286, 243-253.
- SNEATH P.H.A. & R.R. SOKAL (1973). Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- VAN CAMPO M. (1966). Variations polliniques intraflorales. *Adansonia*, ser. 2, 6, 55-64.
- van der PLUYM A. & M. HIDEUX (1977a). Application d'une méthodologie quantitative à la palynologie d'*Eryngium maritimum* L. (Umbelliferae). Plant Systematics and Evolution, 127, 55-85.
- van der PLUYM A. & M. HIDEUX (1977b). Numerical taxonomy of pollen grain population of *Eryngium maritimum* L. (Umbelliferae). Rev. Paleobot. Palynolo., 24, 119-139.
- VIDAL J.E. & S. HUL THOL (1974). Révision du genre *Pterolobium* (Caesalpiniaceae). Bull. Mus. natn. Hist. nat., 227, Bot. 15, 1-29.

DISCUSSION

J. Muller

Je n'ai pas très bien compris comment vous pouvez être certaine que les 20 caractères palynologiques que vous avez utilisés sont indépendants entre eux.

S. Hul Thol et M. Hideux

Votre question est fondamentale, nous vous en remercions. Le problème de l'indépendance des caractères utilisés dans une étude taxonomique n'est pas propre aux méthodes numériques. Cependant, ces méthodes numériques présentent l'avantage de présenter très clairement les types de données utilisées : les caractères palynologiques n'échappent pas aux règles présentées par la définition générale de la notion de caractère (attribut possédé par un organisme portant une unité élémentaire de l'information (1), Sokal & Sneath, 1963). Les problèmes du nombre de caractères à utiliser, de leur pondération et de leur codification sont présentés dans un travail récent (Hideux, 1977). La règle de conduite généralement adoptée est la suivante.

Il faut d'abord éviter une déviation dans le choix des caractères ; il convient donc d'examiner systématiquement tous les caractères connus, c'est-à-dire de ne pas les limiter en nombre.

Il est aussi recommandé de ne pas les pondérer a priori, d'autant plus que l'utilisation d'un très grand nombre d'entre eux égalise le poids effectif avec lequel chacun contribue au coefficient de similarité entre les UTO. Dans notre étude particulière du genre *Pterolobium*, les 20 caractères palynologiques utilisés (variables qualitatives et certaines variables quantitatives transformées en variables qualitatives, cf. Hideux & Mahé, 1977 ; Hideux, 1977) ne se trouvent jamais identiques chez deux individus différents, c'est-à-dire hautement corrélés :

« What is regarded as a good character is a matter of the scientific judgment and experience of the taxonomist : he knows what are likely to be the most relevant characters to employ although he may make errors and frequently does. Mathematically or logically correlated characters should be scored as one only so as to avoid scoring the same thing twice. Characters which are highly correlated empirically present a problem and Sokal & Sneath suggest that they should be scored as one unless we know or have evidence to suggest that more than one factor is responsible for the two correlated features. As wide a selection of characters should be made as possible and an attempt should be made to randomise the selection deliberately : the larger the number of characters, the nearer one will approach a random selection of characters of the genome » (Davis & Heywood, 1973).

(1) Définition d'un caractère unitaire : caractère taxonomique à deux (codification binaire) ou plusieurs états, qui ne peut être subdivisé logiquement, sauf subdivision motivée par des modifications dans la méthode de codage (Sokal & Sneath, 1963 ; Hul Thol & Hideux, 1978, pour les détails relatifs à la codification utilisée).

Les principes méthodologiques, ci-dessus énoncés, constituent donc une garantie de l'indépendance au moins relative des caractères palynologiques utilisés.

BIBLIOGRAPHIE

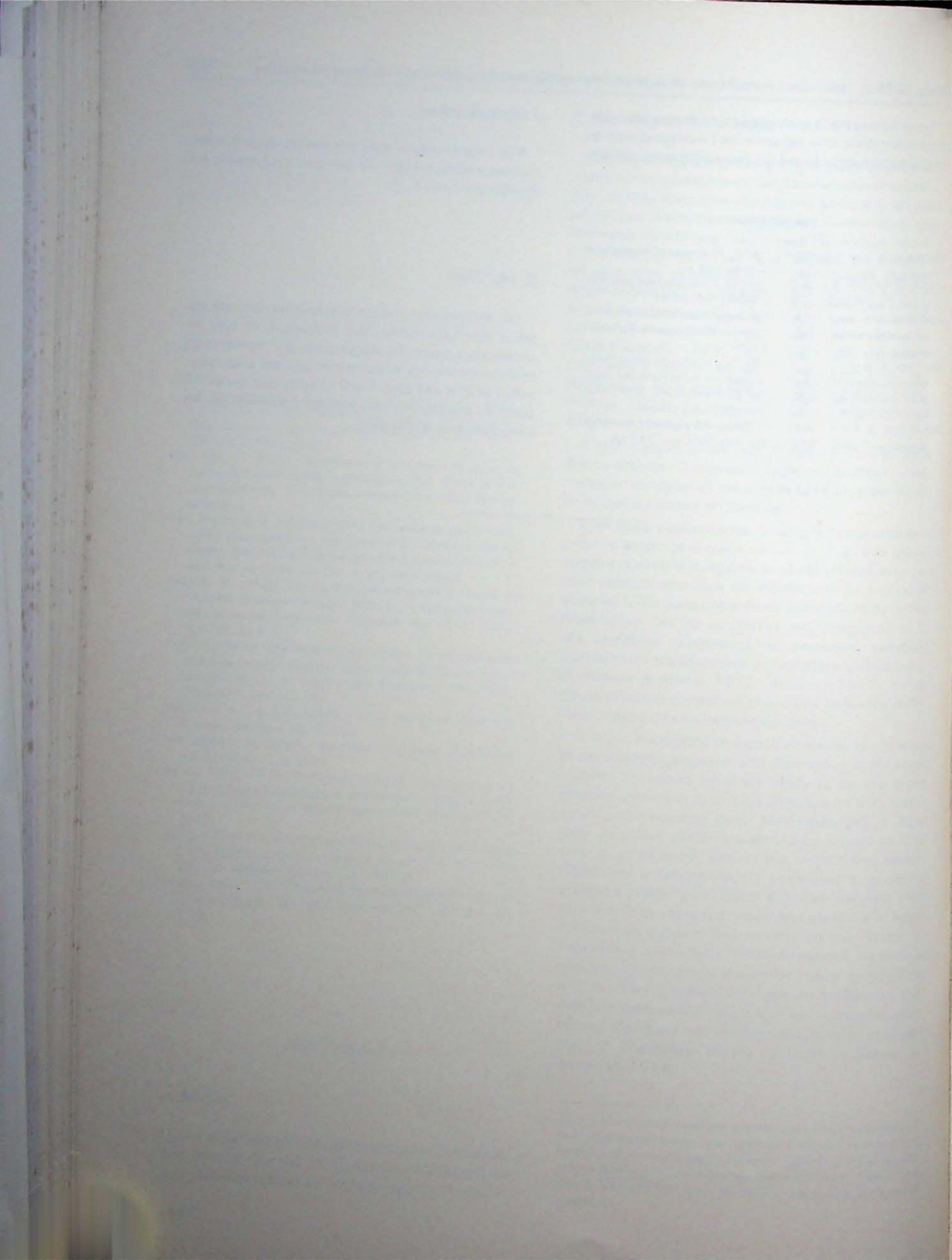
- DAVIS P.H. & V.H. HEYWOOD (1973). *Principles of Angiosperm taxonomy*, 2d ed. Krieger, New York, 558 pp.
- HIDEUX M. (1977). Traitement numérique des données palynologiques à des fins taxinomiques. *Grana*, 16, 85-97.
- HIDEUX M. & J. MAHE (1977). Traitement par la taxonomie numérique des données palynologiques : Saxifragacées ligneuses australes. *Rev. Gen. Bot.* 14, 21-60.
- HUL THOL S. & M. HIDEUX (1977). Taxonomie du genre *Pterolobium* (*Caesalpinaceae*), avec traitement numérique des caractères macromorphologiques et palynologiques. *Bull. Mus. natn. Hist. nat. Genève*, 33, n° 502 (sous presse).
- SOKAL R.R. & P.H.A. SINGH (1963). *Principles of numerical taxonomy*. Freeman & Company, San Francisco, 359 pp.

J. Schumacker

Vos diagrammes à trois dimensions sont-ils obtenus automatiquement ? Et par quel programme ou sous-programme ?

S. Hul Thol

Les diagrammes tridimensionnels ne sont pas obtenus automatiquement par ordinateur. Ils sont reconstitués à partir des diagrammes qui représentent respectivement les plans formés par des axes factoriels 1 et 2, d'une part, 1 et 3, d'autre part, ou bien à partir du tableau des coordonnées des points par les trois premières dimensions.



L'Agence Internationale de l'Energie (IEA)

Het Internationaal Energie-Agentschap (IEA)

GROUPE DE TRAVAIL CHARBON

L'IEA fut fondée en automne 1974 sur proposition des Etats-Unis (« initiative Kissinger »). Elle a pour objet de rechercher les possibilités de coopération entre les pays qui ont un intérêt commun à réduire au minimum leur dépendance vis-à-vis du pétrole importé. Elle est à la fois une organisation de recherche et un organisme opérationnel.

L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OECD) fut sollicitée pour prendre la direction de la mise sur pied de l'IEA et elle l'a dotée de personnel et de locaux dans son siège à Paris. L'Agence est ouverte à tous les pays membres de l'OECD et 19 pays se sont associés jusqu'à présent : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les Etats-Unis, la Grèce, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, la Nouvelle-Zélande, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, la Turquie.

Les activités de l'IEA comportent les préliminaires d'un dialogue avec les pays exportateurs de pétrole sur le recyclage des revenus du pétrole et des contacts avec des compagnies pétrolières, tant publiques que privées, en vue d'assurer qu'elles s'apprentent à exécuter les plans d'urgence d'approvisionnement en pétrole établis par l'Agence. Toutefois, l'un de ses principaux objectifs consiste à développer des sources d'énergie alternatives et à réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole par la promotion de la recherche et du développement d'autres sources et techniques. A cet effet, une série de groupes de travail ont été constitués en vue d'étudier les aspects de recherche et de développement d'une gamme de sources d'énergie alternatives telles que l'énergie nucléaire (tant la fission que la fusion), l'énergie solaire, l'énergie géothermique et le charbon.

WERKGROEP STEENKOOL

Het IEA werd in het najaar van 1974 opgericht op voorstel van de Verenigde Staten van Amerika (het « Kissinger Initiative »). De doelstelling van het IEA is een onderzoek naar de mogelijkheden van samenwerking tussen landen die minder afhankelijk willen zijn van de invoer van olie. Het IEA is zowel een organisatie voor wetenschappelijk onderzoek als een operationeel organisme.

De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) werd verzocht de oprichting van het IEA op zich te nemen en deze organisatie heeft in haar hoofdzetel in Parijs voor het nodige personeel en de vereiste accommodatie gezorgd. Alle lidstaten van de OESO kunnen lid worden van het Agentschap en tot nog toe hebben zich 19 landen aangesloten :

Oostenrijk, België, Canada, Denemarken, W.-Duitsland, Griekenland, Ierland, Italië, Japan, Luxemburg, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Spanje, Zweden, Zwitserland, Turkije, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten van Amerika.

Tot de werkzaamheden behoort o.a. het voorbereiden van ontwerpen voor een dialoog met de olie exporterende landen over het recycleren van olie-inkomsten. Het IEA heeft ook de opdracht een relatie op te bouwen met zowel privé als staatsoliemaatschappijen om ervoor te zorgen dat deze maatschappijen klaar zijn om door het Agentschap opgemaakte noodplannen voor olie-aanvoer te kunnen uitvoeren. Een van de hoofddoelstellingen is echter het ontwikkelen van alternatieve energiebronnen en het minder afhankelijk worden van olie door het onderzoek naar andere bronnen en technieken te bevorderen en deze te ontwikkelen. Hiertoe werden een aantal werkgroepen in het leven geroepen die de O.- en R.-aspecten (aspecten inzake ontwikkeling en research) van bepaalde alternatieve energiebronnen dienen te bestuderen o.a. kernenergie (zowel kernfusie als -splitsing), zonne-energie, geothermische energie en steenkool.

Un point important est que l'IEA ne fournit pas une source de financement pour les activités sus-mentionnées. Son rôle se situe sur le plan de l'organisation : elle rapproche des parties à intérêts communs et encourage des conventions compatibles avec ses objectifs.

WORKING GROUP ON COAL TECHNOLOGY

Il fut jugé souhaitable d'inviter certains pays membres de l'IEA à prendre l'initiative d'organiser une collaboration dans les divers domaines de la recherche et du développement. En raison de son expérience et de sa longue tradition dans le domaine de la technologie charbonnière, le Royaume Uni fut invité à prendre la direction de la mise sur pied du Working Group on Coal Technology. Le Département de l'Energie demanda au National Coal Board d'agir au nom du Royaume Uni et, par la suite, M. Leslie Grainger, Member of Science du NCB, fut nommé président du groupe de travail.

Le progrès fut extrêmement rapide et il apparut de bonne heure que la priorité pour la conclusion d'accords serait centrée sur cinq projets :

- a) Experimental Fluidised Bed Combustion Plant
- b) Technical Information Service
- c) Economic Assessment Service
- d) World Coal Resources and Reserves Data Bank Service
- e) Mining Technology Clearing House.

ORGANISATION DES PROJETS

Bien que d'autres possibilités fussent considérées, il fut admis à l'unanimité que, dans chaque cas, le Royaume Uni était à même d'offrir les meilleures installations et l'expérience requise pour l'exécution des travaux. La gestion générale des projets nécessita une organisation officielle. A cet effet, la NCB (Services IEA) Ltd fut constituée, présidée par Mr. Grainger. Bien que juridiquement cette organisation soit une filiale du National Coal Board britannique, elle est financée à part entière par les membres de l'IEA qui participent aux divers projets. Lors de la signature à Paris, le 20 novembre 1975, de conventions d'exécution engageant certains pays à participer aux cinq projets sus-mentionnés, la NCB (Services IEA) Ltd. apposa sa signature en tant que mandataire.

Le support varie de trois participants (Fluidised Bed Combustion Project) jusqu'à onze participants (Technical Information Service). Les membres actuels sont :

Belangrijk hierbij is dat door het IEA niet is voorzien in een centraal fonds ter financiering van het werk op een van deze gebieden. Zijn rol ligt in het organisatorische vlak ; het brengt de partijen met gemeenschappelijke belangen samen en stimuleert het afsluiten van overeenkomsten die met zijn doelstellingen verenigbaar zijn.

WORKING GROUP ON COAL TECHNOLOGY

Toch bleek het wenselijk bepaalde lidstaten van het IEA te vragen de samenwerking in de diverse domeinen van research en ontwikkeling te willen organiseren. Omwille van zijn ervaring en jarenlange betrokkenheid met de steenkooltechnologie werd het Verenigd Koninkrijk verzocht de leiding te nemen bij het oprichten van de Working Group on Coal Technology. Het Department on Energy vroeg de National Coal Board voor het Verenigd Koninkrijk op te treden en de heer Leslie Grainger, Member of Science van de NCB, werd dan de voorzitter van de werkgroep.

Er werd zeer snel vooruitgang geboekt en dra volgde hieruit dat prioriteit zou worden gegeven aan overeenkomsten voor vijf projecten :

- a) Experimental Fluidised Bed Combustion Plant
- b) Technical Information Service
- c) Economic Assessment Service
- d) World Coal Resources and Reserves Data Bank Service
- e) Mining Technology Clearing House.

PROJECT ORGANISATION

Ook al werden andere mogelijkheden onder de loupe genomen, eensgezind werd aangenomen dat het Verenigd Koninkrijk telkens de beste mogelijkheden kon bieden en de grootste ervaring had om dit werk uit te voeren. Voor de algemene leiding van de projecten was een formele organisatie vereist en voor het vervullen van deze rol werd NCB (IEA Services) Ltd. gesticht waarvan de heer Grainger voorzitter werd. Al is deze vennootschap wettelijk een dochteronderneming van de UK National Coal Board, ze wordt volledig gefinancierd door de IEA-lidstaten die aan de diverse projecten meewerken. Als op 20 november 1975 in Parijs de uitvoeringscontracten werden getekend die de landen tot deelneming in de vijf projecten bond, tekende NCB (IEA Services) Ltd. als Operating Agent voor elk van de vijf projecten.

Het aantal landen dat financieel bijdraagt, varieert van drie (Fluidised Bed Combustion Project) tot elf (de Technical Information Service). De huidige leden zijn :

Technical Information Service	Economic Assessment Service	Resources and Reserves Service	Mining Technology Clearing House	Fluidised Bed Combustion
Belgique Canada Espagne Italie Japon Nouv. Zélande Pays Bas RFA Royaume Uni Suède USA	Canada Espagne Italie Pays-Bas RFA Royaume Uni Suède USA	Belgique Canada Italie RFA Royaume Uni USA	Belgique Canada Espagne Italie Nouv. Zélande RFA Royaume Uni USA	RFA Royaume Uni USA

Technical Information Service	Economic Assessment Service	Resources and Reserves Service	Mining Technology Clearing House	Fluidised Bed Combustion
België Canada W.-Duitsland Italië Japan Nederland Spanje Zweden Ver. Koninkr. USA Nieuw-Zeeland	Canada W.-Duitsland Italië Nederland Spanje Zweden Ver. Koninkr. USA	België W.-Duitsland Italië Ver. Koninkr. USA Canada	België Canada W.-Duitsland Italië Spanje Ver. Koninkr. USA Nieuw-Zeeland	W.-Duitsland Ver. Koninkr. USA

La politique et le programme d'activités de chaque projet sont contrôlés par un Comité directeur composé d'un membre de chaque pays participant. Ces comités se réunissent deux fois par an pour approuver les programmes d'activités et les budgets et pour discuter l'état d'avancement des projets. En outre, les collaborateurs des projets entretiennent des contacts suivis avec les représentants des pays membres nommés par l'organisme de tutelle dans ces pays. Des réunions techniques informelles sont organisées fréquemment.

L'Institut National des Industries Extractives (INIEX) représente la Belgique dans les Comités Directeurs des Services auxquels elle a souscrit. Toute demande d'information peut donc être adressée à l'INIEX - Département Mines et Carrières.

Voor elk project wordt het beleid en het werkprogramma gecontroleerd door een Raad van Bestuur (Executive Committee) waarin per land één lid zetelt. Deze Raden van Bestuur vergaderen tweemaal per jaar om werkprogramma's en budgetten goed te keuren en om te zien of er vooruitgang werd geboekt. Daarenboven hebben de stafleden van de projecten vaak contact met vertegenwoordigers in de lidstaten die door het financierend organisme in deze landen zijn benoemd, en vaak worden informele technische bijeenkomsten gehouden.

Het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven (NIEB) vertegenwoordigt België in de Raden van Bestuur van de diensten waarvan België lid is. Aanvragen om inlichtingen kunnen dus worden gericht aan NIEB - Departement Mijnen en Groeven.

PROJETS EN COURS

Technical Information Service

Le but du Technical Information Service est de fournir de la documentation sur les développements les plus récents en matière de technologie charbonnière sous forme d'une banque de données enregistrées sur ordinateur et de diffuser la documentation enregistrée par la voie d'une revue mensuelle « Abstract Journal ».

Les sources utilisées se limitent à la documentation publiée ou à la documentation qui peut être publiée avec l'accord des pays membres.

Le Service est appuyé tant par des pays producteurs que par des pays consommateurs de charbon. Il assurera la coordination de ses activités avec des services existants et avec tout service analogue que l'IEA pourrait établir dans d'autres domaines énergétiques.

En vue de recherches rétrospectives et dans le but d'ajouter à la banque des données TIS des informations rétrospectives dans le domaine du charbon mises à sa disposition par les membres, ainsi que pour couvrir des domaines marginaux qui ne sont pas inclus automatiquement dans la documentation sur le charbon, des dispositions sont prises pour assurer l'accès on-line par terminal, à une ou plusieurs banques de données enregistrées sur ordinateur, à l'instar de la European Space Agency à Frascati.

Il n'est pas dans l'intention de l'IEA d'établir une bibliothèque ou un service de prêt ; on présume en effet que les organisations désireuses d'emprunter des revues ou rapports qui leur ont été indiqués ont accès à des bibliothèques dans leur propre pays. Il est admis cependant que, dans certains cas (p. ex. des rapports), quelques difficultés se posent quant à l'obtention de copies. Dès lors, le Service sera équipé pour enregistrer sur microfilm cette matière difficile, ainsi que d'autres matières auquel un accès immédiat est nécessaire pour permettre un service de documentation efficace.

Après l'établissement de la banque de données et de l'Abstract Journal, les services fournis par TIS seront subdivisés dans deux grandes catégories : d'une part, satisfaire les demandes spécifiques d'informations relatives à tout aspect de la technologie charbonnière et, d'autre part, la préparation d'aperçus critiques dans les domaines d'un intérêt particulier, tant à l'initiative des membres qu'à celle de TIS.

Economic Assessment Service

L'objectif de l'Economic Assessment Service est d'évaluer les utilisations potentielles du charbon au

HUIDIGE PROJECTEN

Technical Information Service

De Technical Information Service heeft tot doel een bron te zijn voor gegevens over de meest recente ontwikkelingen inzake steenkooltechnologie, en dit in de vorm van een computergegevensbasis, en de hieraan geleverde informatie te verspreiden door middel van een maandelijks verschijnend « Abstract Journal ».

Het gebruikte bronnenmateriaal dient beperkt te blijven tot gepubliceerde informatie of tot informatie die met toestemming van de lidstaten kan worden gepubliceerd.

Deze dienst wordt zowel door steenkool producerende als steenkool verbruikende landen gefinancierd. Hij dient zijn activiteiten te coördineren met die van de bestaande diensten en met alle gelijkaardige diensten die het IEA in andere energiedomeinen zou oprichten.

Ten behoeve van retrospectief onderzoek, ter aanvulling van alle retrospectieve informatie op steenkoolgebied die door leden bij de oprichting van de TIS-gegevensbasis beschikbaar werd gesteld en om ook de randgebieden te bestrijken die niet automatisch tot het domein van de steenkoolinformatie behoren, zijn door aankoppeling van een computer terminal één of meer bestaande computergegevenscollecties toegankelijk gemaakt b.v. de door het European Space Agency in Frascati aangelegde collectie.

Het ligt niet in de bedoeling een bibliotheek op te bouwen of een uitleendienst in het leven te roepen vermits ervan wordt uitgegaan dat de diverse organisaties die tijdschriften of rapporten waarop hun aandacht werd gevestigd, willen lenen, toegang hebben tot de bibliotheken in hun eigen land. Toch wordt wel aangenomen dat het in bepaalde gevallen (b.v. rapporten) moeilijk kan zijn een kopie te verkrijgen en de TIS zal dus dergelijk moeilijk te verkrijgen of ander materiaal op microfilm kunnen zetten als onmiddellijk toegang tot deze informatie vereist is, om zo op efficiënte wijze informatie te kunnen verstrekken.

Als de gegevensbasis en het Abstract Journal eenmaal gerealiseerd zijn, kunnen de door de TIS te leveren diensten in twee hoofdkategorieën worden aangegeven : enerzijds een antwoord geven op specifieke vragen van leden naar inlichtingen over een-der welk aspect van de steenkooltechnologie en anderzijds belangrijke onderzoeken op bijzonder belangrijke gebieden voor te bereiden. Dit laatste dient door lidstaten en door de TIS te worden opgezet.

Economic Assessment Service

Het doel van de Economic Assessment Service is het evalueren van het mogelijke gebruik van steen-

niveau international en vue, d'une part, d'apprécier les répercussions probables des technologies d'application existantes et projetées, et, d'autre part, d'aider les pays membres à formuler de nouveaux projets R & D dans ce domaine.

En accord avec le Comité directeur, il a été décidé que le programme d'activités pour la période 1976-1978 comprendra huit études, dont trois concernent la performance et la rentabilité économique d'installations de conversion de charbon et de production d'énergie. L'une de ces études traite la diversité des conventions (tant techniques, telles que le traitement du charbon et le rendement de la conversion, qu'économiques, telles que la base financière) selon les pays. Une autre étude analyse le coût des installations et une troisième évalue la rentabilité économique de la conversion de charbon en gaz, en liquide et en électricité, notamment à la lumière de la réalisation souhaitée de progrès spécifiques de recherche.

Il est évident que le coût de l'énergie secondaire dérivée du charbon dépend essentiellement des prix du charbon et de son lieu d'origine. Deux études examinent dès lors les prix et la disponibilité futurs du charbon, ainsi que les frais de transport du charbon et le coût de l'énergie secondaire dérivée du charbon.

Un aspect important à considérer dans le cadre des applications du charbon est le problème de la pollution de l'environnement et ses solutions. L'une des études traite les principales sources de pollution et considère l'efficacité potentielle et les frais des méthodes visant à lutter contre cette pollution.

En vue de rapprocher ces trois volets d'étude, deux études examinent le rôle futur du charbon dans divers pays. La première compare les coûts des différents types d'énergie dérivée du charbon avec ceux des sources d'énergie alternatives ; l'autre étude considère les implications que cela comporte pour les utilisations de charbon dans différents pays. A ce stade, l'importance de percées R & D peut être évaluée en termes d'attraction supplémentaire de leur voie spécifique d'utilisation du charbon, mesurée peut-être en termes d'intérêt national et de demande intérieure.

kool op internationale schaal d.w.z. zowel het prognostiseren van de vermoedelijke weerslag van het huidige en het geplande toepassen van technologieën als het assisteren van lidstaten bij het formuleren van nieuwe R(eseach)- en O(ntwikkelings)projecten op dit terrein.

Het werkprogramma voor de jaren 1976 tot 1978 dat door de Raad van Bestuur werd goedgekeurd, omvat acht studies. Hiervan hebben er drie betrekking op de produktie en de besparingen in bedrijven voor steenkoolverwerking en energie-opwekking. Eén studie behandelt de verschillen van land tot land inzake conventies (zowel technisch b.v. het rendement van de bewerking en de omzetting van steenkool, als financieel b.v. de financieringsbasis). Een tweede bespreekt de bedrijfskosten en een derde evalueert de besparingen die voortvloeien uit de omzetting van steenkool in gas, vloeistof en elektriciteit, in het bijzonder in het licht van de gewenste afsluiting van specifieke researchvorderingen.

De kostprijs van indirecte, uit steenkool opgewekte energie is natuurlijk in grote mate afhankelijk van de oorspronkelijke kostprijs van de steenkool en van de plaats waar hij vandaan komt. Daarom zijn twee studies gewijd aan de waarschijnlijke kostprijs en beschikbaarheid van steenkool in de toekomst en aan de transportkosten van steenkool en de indirecte, uit steenkool opgewekte energie.

Een belangrijke overweging bij een ruimer gebruik van steenkool betreft de ermee verbonden problemen van milieuverontreiniging en de wijze waarop deze moeten worden aangepakt.

De vermoedelijk grootste verontreinigingsbronnen en de potentiële efficiency en kosten voor de procédés om ze te bestrijden, vormen het onderwerp van één van de studies.

Om deze drie werkstramien tot één geheel uit te bouwen, wordt in twee studies de toekomstige rol van de steenkool in verschillende landen nader onderzocht. In de ene wordt een prognose gemaakt van de vermoedelijke kostprijs van de verschillende soorten energie op basis van steenkool, vergeleken met andere energiebronnen ; in de andere wordt nagegaan welke gevolgen dit alles heeft op het gebruik van steenkool in de verschillende landen.

In dit stadium kan de weerslag van de R. & O.-ontwikkelingen uitgedrukt worden door de extra aantrekkingskracht van de « route » van het steenkoolgebruik die door deze ontwikkelingen wordt aangegeven, en misschien beoordeeld worden vanuit het oogpunt van zowel het internationale belang als de plaatselijke vraag.

World Coal Resources and Reserves Data Bank Service

Pour que le charbon puisse pleinement jouer son rôle en tant que source d'énergie, il importe de mieux connaître les ressources et réserves mondiales de charbon. Les estimations existantes rassemblent les estimations nationales basées sur des méthodes nationales de détermination qui diffèrent d'un pays à l'autre. Après avoir vérifié les informations disponibles, le Coal Working Party de l'IEA décida d'établir le Service, couvrant la géologie, l'extraction, la transformation, le transport et l'utilisation du charbon, en vue de procurer des informations sur les ressources et réserves de charbon en termes comparables au niveau international.

La World Data Bank utilisera des ordinateurs qui ont déjà enregistré des données portant sur les Etats-Unis. Les bureaux de Londres sont reliés au système en vue de procurer les données portant sur les autres pays et pour le traitement général des informations. Les données relatives aux réserves sont réunies de façon très détaillée et complète. Les niveaux de connaissance et de certitude sont identifiés de façon à établir une classification correcte de toutes les réserves.

Chaque gisement de charbon a une référence unique — sa localisation. Un grand nombre des facteurs déterminant la valeur de la ressource concernent sa localisation par rapport à un axe de référence approprié. Par conséquent, la détermination et la manipulation des réserves peuvent être réalisées le plus efficacement en se rapportant à la localisation. Les compétences étendues du Service seront mises en œuvre en vue de développer des processus pour l'identification des réserves et de leurs taux potentiels d'exploitabilité. Ces données procureront une base solide pour des décisions en matière de politique à suivre et pour des prévisions.

Mining Technology Clearing House

Les objectifs couvrent trois domaines spécifiques : la compilation de répertoires d'activités R & D en cours ; l'étude de problèmes ou de propositions techniques spécifiques et la proposition de collaborations éventuelles entre les membres dans le domaine des activités R & D ; les efforts du Clearing House pour réunir les personnes des pays membres dont les activités s'appuient sur la même technologie ou poursuivent le même but.

En vue de réaliser effectivement ces objectifs, le MTCH doit traiter des informations qui peuvent être confidentielles ou dont la diffusion est limitée. Dès

World Coal Resources and Reserves Data Bank Service

Om steenkool een volwaardige bijdrage als energiebron te kunnen laten leveren, is het van belang dat men beter op de hoogte is van de steenkoolrijdommen en -reserves in de wereld. De bestaande ramingen zijn nationale schattingen die gebaseerd zijn op schattingsprocedures die van land tot land verschillen. Nadat de IEA Coal Working Party het beschikbare materiaal had bekeken, besloot deze werkgroep bovengenoemde dienst op te richten die over de geologie, de ontginning, de bewerking, het transport en het gebruik van steenkool zou gaan, om informatie te verzamelen over de steenkoolrijdommen en -reserves waarvan de gegevens internationaal vergelijkbaar zouden zijn.

De World Data Bank zal gebruik maken van de computers van de United States Geological Survey die reeds de gegevens van de USA verwerken. De Londense dienst is aangesloten op het systeem voor gegevensinvoer buiten de USA en voor universele werking. De verzameling van gegevens over de steenkoolrijdommen dient zo gevarieerd en zo volledig mogelijk te gebeuren. Het kennis- en zekerheidsniveau dienen te worden vastgesteld om verdere aanvullingen gepast te kunnen kwalificeren.

Aan elke steenkool wordt een aparte referentie toegekend nl. de herkomst. Vele factoren die de waarde van de natuurlijke rijkdommen bepalen, staan in verband met de herkomst als een geschikte referentiespil. Bijgevolg kunnen de vaststelling en de bewerking van de gegevens over reserves het best gebeuren op basis van een herkomstreferentie. Van de grote vakbekwaamheid van de dienst zal worden gebruik gemaakt om processen te ontwikkelen voor de vaststelling van de reserves en van hun mogelijke geschiktheid voor ontginning. Ook zal het een solide basis leveren voor politieke beslissingen en prognoses.

Mining Technology Clearing House

De doelstellingen bestrijken drie gebieden : de aanvulling van bestaande Registers (lijsten) van R.- en O.-werk ; het onderzoek van specifieke technische problemen of voorstellen en de suggestie voor een mogelijke wereldomvattende samenwerking tussen de leden m.b.t. nieuwe R.- en O.-werkzaamheden ; en het actief meewerken van het Clearing House aan het samenbrengen van leden waarvan het werk een gemeenschappelijke technologie betreft of een zelfde doel heeft.

Om dit werk effectief te kunnen uitvoeren, moet het MTCH informatie behandelen die vertrouwelijk of restrictief kan zijn. Daarom mag het MTCH alleen met de

lors, il traite uniquement avec le représentant désigné par chaque pays membre et la diffusion des informations à des tiers dépend entièrement des directives du Comité Directeur ou de l'accord individuel des représentants des pays membres siégeant dans ce Comité.

Le programme d'activités du MTCH est approuvé par le Comité Directeur et vise en premier lieu à établir une série de répertoires de projets sur des activités en cours et à étudier la situation dans les pays membres concernant certains domaines techniques.

Les répertoires qui sont établis actuellement couvrent quatre domaines techniques :

- creusement mécanisé de galeries, de chantiers et de puits,
- techniques d'abattage,
- surveillance et contrôle de systèmes et machines d'exploitation,
- fiabilité des équipements.

Les études techniques couvrent une gamme tout aussi étendue :

- transport souterrain de solides,
- optimisation des techniques de découpage,
- transport sans rails d'hommes et de matériel,
- méthodes d'exploitation pour améliorer le taux de récupération,
- agrégation d'équipements destinés au fond.

Fluidised Bed Combustion

Dans le procédé de la combustion en lit fluidisé, des combustibles, soit du charbon, du pétrole ou du gaz, sont brûlés dans un lit de particules inertes (p.ex. sable ou calcaire) à travers lequel passe un courant d'air. La vitesse du courant d'air est suffisante pour supporter le poids des particules, de telle façon que le lit barbote comme un liquide en ébullition. La combustion dans un tel système est efficace et présente plusieurs avantages par rapport aux techniques classiques, notamment :

- a) Le coût des chaudières est réduit et le système de combustion est plus compact en raison de l'intensité du transfert calorifique vers les tubes immergés dans le lit. Des études effectuées par le National Coal Board sur des types de chaudières de 120 MW à 660 MW (fig. 1) démontrent que la combustion en lit fluidisé est susceptible de réduire de 20 % à 30 % les frais d'investissement pour une installation au charbon.
- b) Tolérance élevée vis-à-vis des types de charbon et des matières minérales utilisés.
- c) Les températures de la combustion en lit fluidisé étant relativement basses, les brûleurs sont moins

door elke lidstaat aangestelde correspondent werken en het doorspelen van informatie naar anderen is volledig afhankelijk van de richtlijnen van de Raad van Bestuur of van de persoonlijke toestemming van de vertegenwoordigers van de lidstaten in deze Raad van Bestuur.

Het werkprogramma van het MTCH wordt door de Raad van Bestuur goedgekeurd en is aanvankelijk opgezet met het doel een reeks Project-Registers van aan gang zijnde werkzaamheden aan te leggen en te onderzoeken hoe de situatie ligt in de lidstaten m.b.t. bepaalde technische onderwerpen.

De registers die permanent moeten worden bijgehouden, betreffen vier technische domeinen :

- het mechanisch delven van galerijen, loop-schachten en schachten ;
- technieken voor de winning van steenkoollagen ;
- besturing en controle van ontginningssystemen en -machines ;
- betrouwbaarheid van de apparatuur.

De technische onderzoeken bestrijken een even uitgestrekt domein :

- het ondergrondse transport van vast gesteente ;
- het optimaliseren van graaftechnieken ;
- het (niet op rails lopend) transport van personen en materialen ;
- ontginningssystemen voor de verbetering van het inval percentage ;
- het certificeren van apparatuur voor gebruik in de ondergrond.

Fluidised Bed Combustion

Bij verbranding in een gefluidiseerd bed wordt de brandstof die steenkool, olie of gas kan zijn, verbrand in een bed van inerte deeltjes (b.v. zand of kalksteen) waardoor lucht wordt gevoerd. De snelheid van de lucht is hoog genoeg om het gewicht van de deeltjes te dragen, zodat het bed borrelt als kokende vloeistof. De verbranding in zo'n installatie is efficiënt en heeft diverse voordelen t.o.v. de conventiële technieken, o.a. de volgende.

- a) Minder kosten voor de ketel en een compacter verbrandingsinstallatie door de zeer snelle overbrenging van de warmte door de buizen in het bed. Studies over ketelprojecten met een capaciteit van 120 MW tot 660 MW (fig. 1) die door de National Coal Board werden uitgewerkt, wijzen uit dat verbranding in een gefluidiseerd bed de kapitaalkosten voor met kolen gestookte ketels met 20 tot 30 % zou kunnen doen dalen.
- b) Een hoge tolerantie voor wat de soort steenkool en het gehalte aan minerale stoffen betreft.
- c) Door de relatief lage werkingstemperaturen van gefluidiseerde bedden ligt de slijtage bij branders

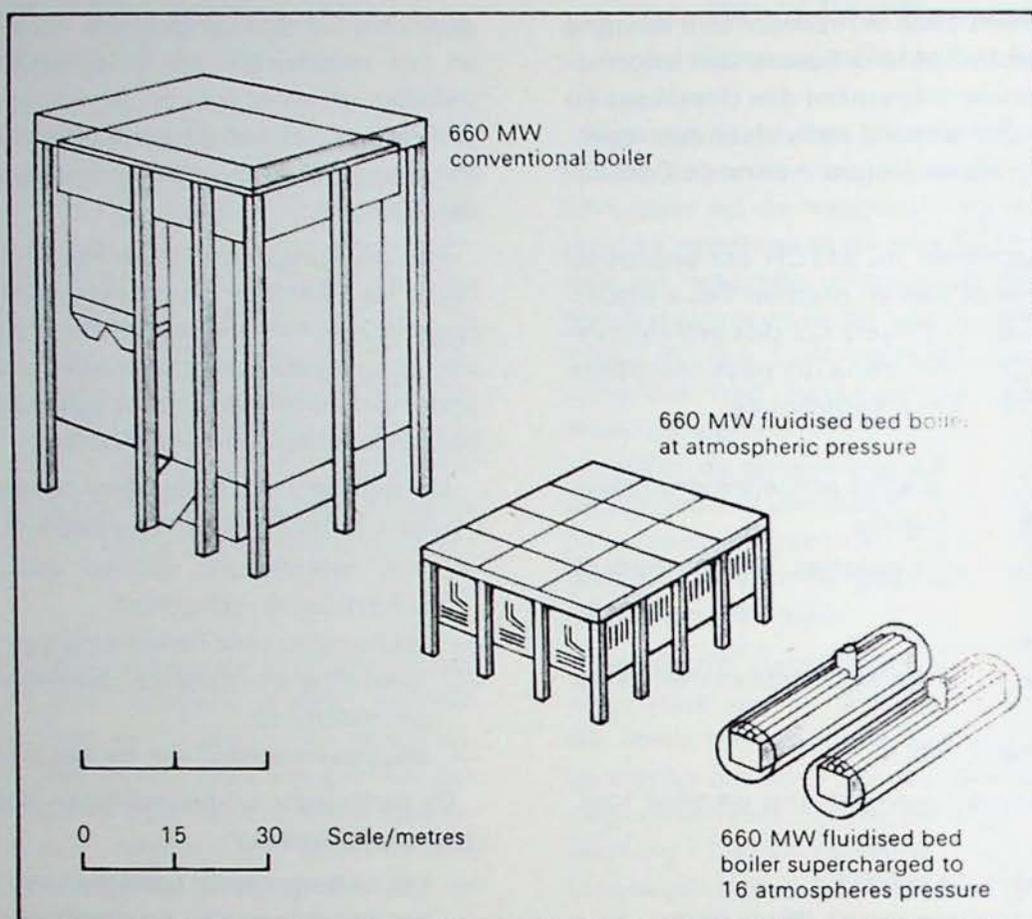


Fig. 1 — Influence de la combustion en lit fluidisé sur les volumes de chaudière.

Het effect van verbranding in een gefluidiseerd bed op relatieve ketelvolumes.

exposés à la corrosion que ceux des chaudières classiques. Dès lors, si le système fonctionne sous une pression d'environ 30 atm, il est probable que les fumées puissent être évacuées par une turbine à gaz qui non seulement actionne le compresseur d'air, mais aussi produit de l'électricité. Un cycle combiné de ce type présente un rendement global supérieur à celui des cycles classiques à la vapeur ou au gaz.

- d) La pollution peut être diminuée en ajoutant de la chaux ou de la dolomite au lit pour éviter l'émission de bioxyde de soufre.

La faisabilité de la combustion, du transfert calorifique et de la rétention de soufre dans un lit fluidisé a été vérifiée dans des installations expérimentales de 3 MW (th) tant sous pression atmosphérique que sous haute pression. Aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et en Allemagne, des installations jusqu'à 100 MW (th) sont projetées ou en construction. Elles travailleront tant sous pression atmosphérique que sous haute pression.

Ces installations aux Etats-Unis et en Europe sont destinées à offrir des solutions spécifiques en matière d'ingénierie pour des configurations particulières de brûleurs et de systèmes de production d'énergie.

veel lager dan bij conventionele ketels. Als de brander daarbij onder druk werkt (circa 10 atmosfeer), kunnen de verbrandingsgassen waarschijnlijk worden afgezogen via een gasturbine die niet alleen de luchtcompressor aandrijft maar ook elektriciteit opwekt. Een gecombineerde cyclus van deze aard heeft een hoger totaalrendement dan de conventionele stoom- of gascyclus alleen.

- d) De verontreiniging kan worden beperkt door kalksteen of dolomiet aan het bed toe te voegen om de emissie van zwaveldioxyde te voorkomen.

De uitvoerbaarheid van de verbranding, de warmteoverdracht en de retentie van zwavel in een gefluidiseerd bed werden getest in proefinstallaties tot 3 MW (th) bij atmosferische druk en onder hoge druk. In de USA, het VK en W.-Duitsland zijn installaties tot 100 MW (th) gepland of in aanbouw zowel voor werking onder atmosferische als onder hoge druk.

Het doel van deze Amerikaanse en Europese installaties is het zoeken naar specifieke oplossingen inzake de bouw van bijzondere branders en installaties voor energie-opwekking.

Le Groupe de Travail Charbon a reconnu la nécessité d'une unité expérimentale flexible qui pourrait servir de support à tous ces développements d'ingénierie. Une unité de ce type pourrait contribuer à améliorer la connaissance des mécanismes fondamentaux et à interpréter et corrélérer les données fournies par les projets de développement en cours.

Les Etats-Unis, la Grande Bretagne et l'Allemagne se sont mis d'accord pour être les initiateurs — sur un pied d'égalité — de la construction d'une unité de ce type à Grimethorpe Colliery, près de Barnsley dans le Yorkshire.

L'unité expérimentale de Grimethorpe est la plus importante des cinq activités dans le domaine de la recherche charbonnière actuellement en cours à l'IEA. Elle représente un investissement de quelque 17 millions de livres sterling, étalé sur une période de 7 ans à partir du démarrage du projet en novembre 1975. Plus de la moitié de ce montant est consacrée aux frais d'investissement des trois premières années (fig. 2).

De Coal Working Group heeft gemeend dat er een behoefte was om al deze afzonderlijke engineeringontwikkelingen te steunen door flexibele mogelijkheden voor proefnemingen te bieden. Zo'n uitrusting zou nuttig zijn voor een beter begrip van de fundamentele mechanismen en zou een hulp zijn bij het interpreteren van en het leggen van het verband tussen de gegevens die beschikbaar zullen komen uit de lopende projecten.

Tussen de USA, het VK en West-Duitsland is het tot een akkoord gekomen om de eerste financiers te zijn voor de bouw van zo'n installatie in Grimethorpe Colliery bij Barnsley in Yorkshire: elk land zal op gelijke basis bijdragen.

Het Grimethorpe-experiment vormt de voornaamste van de vijf lopende activiteiten van IEA Coal Research. Het vereist een investering van ca. 17 miljoen pond die over een periode van zeven jaar is gespreid, gerekend vanaf de start van het project in november 1975. Meer dan de helft hiervan zal in de eerste drie jaar uitgegeven worden voor de investeringskosten (fig. 2).

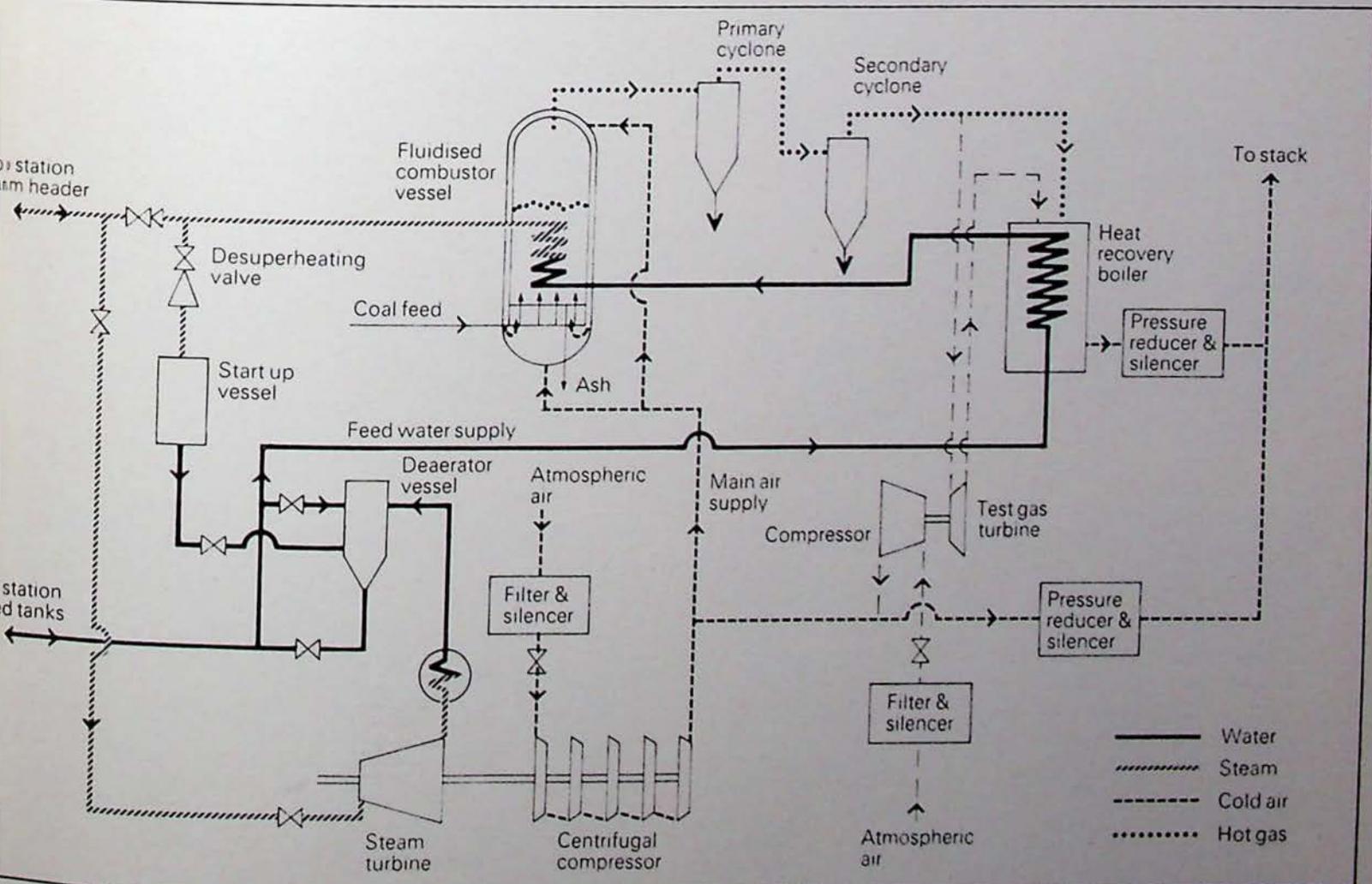


Fig. 2 — Schéma de l'installation expérimentale de Grimethorpe
 Bedrijfschema van de proefinstallatie van Grimethorpe

Le projet procurera aux scientifiques les informations nécessaires pour le développement de chaudières, en vue de la promotion de l'utilisation commerciale du charbon dans la combustion en lit fluidisé sous pression. La combustion en lit fluidisé s'adapte à une grande gamme de qualités de charbon et jouera sans aucun doute un rôle important dans l'avenir, par l'utilisation de charbon à plus haute teneur en cendres et en soufre. En effet, le charbon de qualité inférieure, considéré comme ne convenant pas à la combustion en raison de sa teneur élevée en cendre, pourra être utilisé efficacement pour la combustion en lit fluidisé. Ainsi, le volume de réserves de charbon qui peuvent être utilisées de façon économique, augmentera considérablement.

Het project wil de wetenschapslui de informatie verstrekken die nodig is voor de ontwikkeling van ketels die het commercieel gebruik van steenkool, gestookt in gefluidiseerde bedden onder druk, zal bevorderen. Voor verbranding in gefluidiseerde bedden kan gebruik gemaakt worden van een grote gamma van steenkoolsoorten en deze techniek kan in de toekomst een grote rol spelen door het verwerken van steenkool met een hoger as- en zwavelgehalte. Laagwaardige steenkool die niet voor verbranding geschikt werd geacht omwille van zijn hoger en variabel asgehalte, kan nu door de gefluidiseerde verbranding renderend worden gebruikt. Dit doet de omvang van de economisch bruikbare steenkoolreserves aanzienlijk stijgen.

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 :

- 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.
- 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 10

Fiche n. 66.555

C. JAY HODGSON et J.W. LYDON. Geological setting of volcanogenic massive sulphide deposits and active hydrothermal systems : some implications for exploration. *Formation géologique des gisements sulfurés massifs d'origine volcanique et des systèmes hydrothermaux actifs : quelques implications pour la prospection.* — **CIM Bulletin**, 1977, octobre, n° 786, p. 95/106, 6 fig., 2 tabl.

Etude sur les phénomènes de la formation des gisements sulfurés d'origine volcanique par des systèmes hydrothermaux actifs. On considère la disposition tectono-stratigraphique des phénomènes pour expliquer pourquoi, dans de nombreuses zones de minéralisation sulfurée massive, la plupart des gisements se sont formés dans ou près d'un horizon stratigraphique particulier formé au cours d'une période géologique bien déterminée. On approche ce problème en considérant les effets réciproques des événements tectoniques et magmatiques durant le développement des zones actives volcaniques et on tente de déterminer quand et où, dans la séquence de développement, les conditions favorables des systèmes hydrothermaux se sont probablement dévelop-

pées. Application de ce modèle à certains gisements sulfurés massifs bien connus et on en déduit quelques règles pour la prospection. Biblio. : 55 réf.

IND. A 40

Fiche n. 66.590

E. MAZOR. Geothermal tracing with atmospheric and radiogenic noble gases. *Traçage géothermique avec les gaz nobles atmosphériques et radiogéniques.* — **Geothermics**, 1976. Vol. 5, n° 1-4, p. 21/36, 8 fig., 5 tabl.

Intérêt des gaz nobles pour l'étude des systèmes géothermiques. Ces gaz sont des traceurs appropriés pour les raisons suivantes : 1. Ils se conservent et ne prennent pas part au processus chimique ou biogénique. 2. La composition isotopique ne varie pas. 3. Les concentrations initiales dans de l'eau rechargée d'un système peuvent être estimées avec précision à partir de la température moyenne ambiante et de l'altitude de la zone d'entrée présumée. 4. Dès que l'eau atteint la zone saturée, il n'y a plus aucune perte ou gain en néon, argon, krypton et xénon atmosphériques. 5. Dès qu'une phase vapeur se forme les gaz nobles y passent et l'eau restante en est démunie. Exemples de prospection et d'études de sources géothermiques au moyen de gaz nobles. Biblio. : 20 réf.

IND. A 45

Fiche n. 66.458

C.M. LEPPER et F. RUSKEY. Seismic mapping for coal. *Cartographie sismique pour le charbon.* — **Coal Age**, 1977, août, p. 86/96, 10 fig.

Dans la technique de réflexion sismique, pour faibles profondeurs, les emplacements des géophones et des sources sismiques doivent être connus avec une précision de ± 3 cm. Quelques indications sur les emplacements des géophones et sources sismiques. Ondes sismiques produites, réfléchies et enregistrement des ondes. Vitesses de l'onde (temps de parcours) : comment la déterminer et importance de cette vitesse pour déterminer la profondeur de l'horizon de réflexion. Traitement par ordinateur des enregistrements. Sources d'énergie sismique (les petites charges explosives sont les meilleures) et détecteurs. Exemples et interprétation des résultats. Quelques renseignements sur les coûts des campagnes sismiques.

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. B 31

Fiche n. 66.404

J.F. BOUGARD, P. FRANÇOIS et LONGELIN. Le prédécoupage mécanique. — **Tunnels et Ouvrages Souterrains**, 1977, septembre-octobre, n° 23, p. 202/210, 11 fig. 1 tabl.

Application du prédécoupage mécanique en terrain dur. Description des ouvrages : le site géographique et géologique. Méthode d'exécution. Machine de prédécoupage. Exécution du prédécoupage : cycle comprenant 3 opérations. Description des opérations de tir. Résultats obtenus. Soutènement par boulonnage.

IND. B 31

Fiche n. 66.435

N.S.M. BERRY et J.G.W. BROWN. Performance of fullfacers on Kielder tunnels. *Performance des machines à attaque globale dans les tunnels de Kielder.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1977, juillet-août, p. 35/39, 9 fig., 5 tabl.

A la fin de février 1977, un total de 6,8 km, sur les 28 km que comprendront les tunnels de Kielder, était creusé. Trois galeries ont été creusées en utilisant 3 tunneliers : 2 Demag de 3,5 m de diamètre et un Robbins de 3,55 m de diamètre. A Derwent, la galerie restante est creusée par forage et minage pour les 650 premiers m, ensuite on utilisera un tunnelier Demag. Géologie des terrains traversés. Description et caractéristiques des tunneliers Demag TVM 34-38 et Robbins (modèle 123-133). Main-d'œuvre occu-

pée et organisation du travail. Avancement réalisé et conditions géologiques rencontrées. Soutènement provisoire et soutènement définitif : en pratique, boulons à la résine alors qu'il avait été prévu du béton projeté. Contrôle de l'alignement par laser. Le meilleur avancement hebdomadaire a été réalisé par le tunnelier Robbins 140 m et les Demag ont parfois creusé entre 350 et 402 m/mois ; moyenne des 2 tunneliers Demag : 204 et 195 m/mois et 192 m/mois pour le Robbins. Biblio. 2 réf.

IND. B 31

Fiche n. 66.440

J.M. COLE. Pipe jacking case study. *Application de la technique « Pipe jacking » (Pousse-tube).* — **Tunnels and Tunnelling**, 1977, juillet-août, p. 91/94, 7 fig.

Cette méthode de pose de tuyauterie en souterrain, appelée Pipe jacking (pousse-tube), est une technique convenant particulièrement pour la traversée sous les routes, les chemins de fer, les fleuves et les canaux. Cette technique convient également pour d'autres applications. Applications décrites : égout collecteur sous une route, tuyaux de 900 mm de ϕ sous un remblai de voies ferrées, tuyaux de 1800 mm ϕ dans l'argile sous un canal et tuyaux de 1200 mm de ϕ sous un fleuve.

IND. B 31

Fiche n. 66.477

H. van DUYSE. Perfectionnement des techniques conventionnelles de creusement des galeries au rocher. *Perfectionering van de traditionele technieken voor het drijven van galerijen in het gesteente.* Textes français et néerlandais. Rapport de synthèse des études INIEX effectuées avec l'aide financière de la CCE (CECA) 1972-76. — **Convention n° 6220-47/2/042**, 12 p. 17 fig.

L'objectif de cette recherche était, pour le creusement des bouveaux circulaires des Charbonnages de Campine, d'améliorer le chargement proprement dit des déblais, mais aussi d'assurer une évacuation plus rapide des déblais vers l'arrière et, si possible, d'une manière continue. Le choix s'est porté, au siège de Zolder, sur une chargeuse à pinces de homard équipée d'un convoyeur à raclettes avec une queue de déversement mobile, permettant le déversement des déblais sur un convoyeur suspendu à un mono-rail. Description des problèmes rencontrés et solutions apportées.

IND. B 31

Fiche n. 66.523

M. DELEVOYE. Utilisation en fonçage d'une machine de forage de type « pleine section ». —

Tunnels et Ouvrages Souterrains, 1977, septembre-octobre, n° 23, p. 211-214, 9 fig.

Description générale du fonçage horizontal qui permet de réaliser, par poussage à l'aide de vérins hydrauliques à partir d'un puits de travail, la pose d'éléments de collecteur ou même des collecteurs entiers. Schéma de principe. Description du projet. Réalisation du fonçage : difficultés rencontrées avec la machine ponctuelle Westfalia, suite à l'hétérogénéité des terrains et à la présence de calcaire dur, et avec les explosifs. Utilisation d'une machine pleine section « *Urdo* », difficultés rencontrées suite à l'hétérogénéité des terrains. En conclusion, les possibilités de la machine pleine section sont réelles mais en terrain homogène.

IND. B 612

Fiche n. 66.459

E. PARSLEY et E. MacDONALD. Skids speed handling cables. *L'utilisation de traîneaux accélère le déplacement des câbles électriques.* — **Coal Age**, 1977, août, p. 98/100, 3 fig.

Dans les exploitations à ciel ouvert, l'utilisation de traîneaux portant des coupleurs à connexion rapide accélère et simplifie le déplacement des câbles électriques traînants. Détails sur la mise en place de ces câbles, le fonctionnement et le rôle du traîneau.

IND. B 70

Fiche n. 66.546

J.R. BITLER et J.D. MARTIN. Computer graphics demonstration. Area coal availability studies. *Démonstration graphique par ordinateur. Etude des réserves de charbon disponibles dans une région.* — **US Bureau of Mines. Information Circular 8736**, 1977, 16 p., 11 fig., 2 tabl.

Description de techniques graphiques par ordinateur pouvant être utilisées pour la présentation de cartes de données pour des études sur la disponibilité des réserves de charbon. Deux types de cartes : la 1ère donne les emplacements — latitude, longitude — des données recueillies comme les affleurements, les carottes de sondage, les échantillons de charbon et la 2ème donne les lignes correspondant à une même valeur d'analyse de charbon comme par exemple la teneur en soufre. Biblio. : 6 réf.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. C 230

Fiche n. 66.581

R. ZIMMERMAN. Résultats obtenus avec les méthodes de classement de résistance à la déflagra-

tion des explosifs antigrisouteux. — **Explosifs**, 1977, octobre-décembre, n° 4, p. 101/103, 1 fig.

Description d'une méthode d'essai pour mesurer l'aptitude à la déflagration d'explosifs antigrisouteux. Deux cartouches de 30 mm de diamètre sont introduites dans un tube d'acier de 52 mm de diamètre intérieur et elles sont entourées de poussières. Dans la partie supérieure de la cartouche supérieure, 20 g d'explosifs sont remplacés par un mélange de 1 g de poussière et de 19 g d'explosifs de composition déterminée. On place ensuite un serpentin en fil de constantan dont les conducteurs d'alimentation empruntent un passage parfaitement étanche du bouchon fileté supérieur, dans lequel il existe un alésage excentrique pour l'introduction de tuyères de régulation d'accumulation de pression et de chaleur. L'essai débute en chauffant électriquement le serpentin pendant 3 min. On détermine pour quelle largeur de tuyère minimale, au cours de 10 essais, il ne se produit aucune déflagration de l'explosif. Résultats obtenus par cette méthode. Biblio. : 3 réf.

IND. C 240

Fiche n. 66.452

F.J. KERULIS. Control of vibration and noise resulting from surface mine blasting. *Contrôle des vibrations et du bruit résultant du minage dans les exploitations à ciel ouvert.* — **Mining Congress Journal**, 1977, juillet, p. 36/39, 5 fig., 1 tabl.

Considérations générales sur les effets dus aux vibrations et au bruit. Quelques renseignements sur les lois promulguées par les Etats concernant ces problèmes de bruit et de vibrations. Influence du temps de retard qui doit être supérieur à 8 ms dans le minage séquentiel et utilité de celui-ci. Influence des conditions météorologiques. Résumé des recommandations utiles pour limiter les effets dus aux vibrations et au bruit. Biblio. : 6 réf.

IND. C 4215

Fiche n. 66.542

P. KENNY et S.N. JOHNSON. Non-blunting tool for cutting coal and rock. *Outil ne s'émoissant pas pour l'abattage du charbon et des roches.* — **Colliery Guardian**, 1977, octobre, p. 760/763, 4 fig.

Présentation et description des essais effectués sur un outil de coupe ne s'émoissant pas, pour l'abattage du charbon et des roches, et qui garde les mêmes caractéristiques de coupe avec l'usure du taillant. Le taillant se compose de 2 plaquettes de métal de dureté différente, dont la frontale, de dureté très élevée, est brasée sur une plaquette de dureté plus faible. Des nombreux essais réalisés, il résulte une réduction des contraintes de la machine d'abat-

tage et une augmentation de la durée de vie du tail-
lant. Biblio. : 13 réf.

IND.R C 4231

Fiche n. 66.457

H. DAVIS. Hand held radio transmitter runs conti-
nuous miner. *Un transmetteur radio portatif com-
mande un mineur continu.* — **Coal Age**, 1977, août,
p. 66-68, 7 fig.

Généralités sur un transmetteur radio portatif,
Télé-Troll II, de sécurité intrinsèque et permettant la
commande à distance d'un mineur continu Helimi-
ner. Un verrouillage ne permet la mise en marche par
radio de l'Heliminer que si le système hydraulique est
en position neutre et la tête d'abattage bloquée. Le
récepteur est placé dans le cockpit de l'Heliminer et
une antenne est fixée de chaque côté de la machine.
La fréquence du système est de 150 MHz, un niveau
qui permet la commande du mineur jusqu'à une dis-
tance pouvant atteindre 30 m.

IND. C 44

Fiche n. 66.475

H. van DUYSE. Mécanisation du creusement des
voies de chantier et traçages en veine. *Mechanisering
bij het drijven van werkplaatsgalerijen en van galerijen
in de laag.* (textes fr. & néerl.). Rapport de synthèse
des études INIEX effectuées avec l'aide financière de
la CEE (CECA) 1970-75. — **Convention**
6220-39/2/001, 34 p., 24 fig., 12 tabl.

Afin d'accélérer le creusement d'un réseau impor-
tant de traçages en vue de procéder à des exploita-
tions rabattantes, la direction des sièges de Beringen
et de Winterslag a décidé, en 1970, de mettre en
service une machine de creusement dans chacun des
sièges. Les 2 machines choisies, une Dosco MK 2 A à
Beringen et une PK 9 d'origine soviétique à Win-
terslag, ont d'abord été mises à l'essai et ce n'est que
lorsque les améliorations apportées par les ex-
ploitants dans l'organisation du chantier — évacu-
ation des déblais, lutte contre les poussières, coupe
des épontes, pose du soutènement, etc... — ont été
satisfaisantes, que les machines ont été acquises par
chacun des 2 sièges. Description des essais et résul-
tats.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN — SOUTÈNEMENT

IND. D 34

Fiche n. 66.476

H. van DUYSE. Pressions de terrains et soutène-
ment. Prévisions et maîtrise des déformations dans
les ouvrages miniers. *Gesteentedruk en onder-
steuning. Het voorzien en beheersen van vervormin-
gen in de mijn.* (Textes français et néerlandais). Rap-

port de synthèse des études INIEX effectuées avec
l'aide financière de la CEE (CECA). 1972-75. —
Convention 6220-58/2/201, 48 p., 34 fig., 22
tabl.

Ce rapport comporte l'étude des 9 points suivants :
1. Caractéristiques et résistances des premiers pan-
neaux fabriqués « artisanalement » en Belgique avec
des essais de résistance effectués, d'une part, sur des
anneaux entiers et, d'autre part, sur des panneaux
isolés. 2. Recherches effectuées pour diminuer le
coût des panneaux. 3. Essais pour augmenter l'élas-
ticité des anneaux. 4. Influence de l'épaisseur des
panneaux — 20, 25, 30 cm. — dans le cas d'an-
neaux de 4,20 m et 4,80 m de diamètre intérieur. 5.
Influence du diamètre des anneaux pour des
diamètres intérieurs de 4,20, 4,50 et 4,80 m. 6.
Influence de l'épaisseur et de la densité des interca-
laires compressibles placés entre les panneaux d'un
anneau. 7. Influence de la fixation des étriers aux
barres longitudinales : ligature ou soudure. 8. Im-
portance de la haute qualité du béton. 9. Importance
des armatures dans le cas des panneaux fabriqués à
Zolder et à Beringen : diamètre, densité et forme des
barres longitudinales et des étriers.

IND. D 34

Fiche n. 66.474

H. van DUYSE et C. MICHAUX. Essais de pan-
neaux en béton résineux (polyester). *Proeven met
panelen van harsbeton (polyester).* — **INIEX. In-
form. Techn.**, 1977, sept. 26 p., 14 fig., 7 tabl.

Les bétons résineux possèdent des caractéristiques
très élevées qui dépassent celles du béton de ciment.
Cette augmentation de la résistance du béton, obte-
nue grâce à la résine, a amené les auteurs à réaliser :
I. Des essais de traction, de compression et de flexion
sur des éléments en béton résineux et à comparer les
résultats à ceux obtenus sur des éléments en béton de
ciment. II. Ces premiers essais ayant donné pour le
béton résineux des résistances à la compression, à la
traction et à la flexion de 44, 100, 277 et 64 % plus
élevées, différents essais ont été effectués sur des
anneaux en panneaux de béton résineux non armé :
résistance à la rupture, compression, déformation de
l'anneau, apparition et localisation des fissures. Ces
derniers essais ont montré que l'anneau formé de
panneaux en béton résineux, sans aucune armature
métallique, a résisté jusqu'à une charge de 380 t,
contre 292 t avec les anneaux habituels de béton de
ciment armé.

IND. D 34

Fiche n. 66.472

H. van DUYSE. Augmentation de la résistance du
béton des panneaux par l'ajout d'un agent fluidifiant.

Verhoging van de sterkte van het beton van panelen door toevoeging van een weekmaker. — **INIEX. Inform. Tech.**, 1977, sept. 19 p., 5 fig., 8 tb.

Ces dernières années, des progrès importants ont été réalisés dans la fabrication des durcisseurs ; produits qui, d'une part, permettent de diminuer la teneur en eau nécessaire pour le bétonnage et qui, d'autre part, augmentent même les résistances du béton. C'est dans le cadre de cette perspective que l'auteur a voulu réaliser quelques essais de laboratoire, d'abord sur les claveaux puis sur les panneaux. Nature de l'agent durcisseur utilisé (CH₂₃ appelé aussi FL 25 C Rhône-Progil). L'influence d'un durcisseur sur les résistances du béton non armé (claveaux) a montré une augmentation de 44 % de la résistance à la compression et de 11 % à la traction ; le prix du claveau a augmenté de 29 et 33 % suivant la nature du ciment. Concernant les panneaux en béton, on constate que l'agent fluidifiant a permis d'augmenter la résistance à la rupture de 7 à 10 % ; l'ajout de fluidifiant n'augmente les prix des panneaux que de 2 à 3 %.

IND. D 34

Fiche n. 66.473

H. van DUYSE. Essais sur des anneaux formés de panneaux avec des armatures en barres de grand diamètre. *Proeven met panelenringen met wapeningen uit staven met grote diameter (proeven 56 tot 63).* — **INIEX. Inform. Tech.**, 1977, septembre, 95 p., 64 fig.

A l'occasion des études sur les revêtements possibles pour les 3 tunnels prévus sous la Manche, le Bureau d'Etudes Setec a préconisé le choix d'un soutènement mixte fonte-béton, à fabriquer par la Société Pont-à-Mousson. Suite à l'expérience acquise dans ce domaine par cette étude, les ingénieurs du Centre de Recherches de Pont-à-Mousson ont proposé pour les panneaux de Campine une armature constituée essentiellement par 4 barres de gros diamètre (50 à 70 mm) en fonte ductile ou en acier. 8 essais, au total, ont été effectués avec différentes variantes de ce type d'armature. Caractéristiques des panneaux des différents essais. Résultats obtenus : charge maximale atteinte avant rupture, apparition et localisation des premières fissures, mesures des contraintes reprises par le béton et par les barres, déformation du béton et des barres. Un tableau résume les résultats des essais et comparaisons avec les armatures habituelles de 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm de diamètre. Conclusions.

IND. D 53

Fiche n. 66.501

J. EINHÄUSER. Mechanisches Einbringen von Saumversatz in Grossbritannien. *Mise en place mé-*

canique du remblai de bordure de voie en Grande-Bretagne. — **Glückauf**, 1977, 15 septembre, p. 904/905, 2 fig.

Description de 2 méthodes de remblayage mécanisé de bordure de voie utilisées en Grande-Bretagne. 1. Le Pump Packing System de la firme Thyssen. L'installation de pompage est placée à l'intersection voie de taille — voie principale et peut alimenter plusieurs chantiers. Les matériaux proviennent des déblais du creusement des voies qui ont été préalablement concassés et criblés. Schéma de l'organisation du remblayage. 2. Le remblayage pneumatique. Ce procédé utilise une remblayeuse pneumatique. Les matériaux pour la construction du remblai, pour les voies de tête, sont pris dans le convoyeur de taille de la manière suivante : dans les bacs se trouvent des fenêtres normalement fermées qui sont remplacées, suivant les besoins, par des tôles perforées permettant le passage des fines. Schéma explicitant l'installation de remblayage.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. E 43

Fiche n. 66.552

J.S. REDPATH et W.M. SHAVER. Toward a better understanding of mine shaft guides. *Vers une meilleure compréhension du guidage dans les puits de mine.* — **CIM Bulletin**, 1977, septembre, n° 785, p. 90/100, 33 fig.

On observe une tendance nettement marquée à l'augmentation des charges d'extraction dans les puits de plus grande profondeur. Cette tendance continuera et on prévoit que des améliorations dans la conception, la fabrication et l'installation du guidage dans les puits seront de première importance dans l'avenir. Situation de l'état actuel de la technique du guidage et analyse des paramètres pouvant l'améliorer. Proposition d'un nouveau système de guidage tubulaire en acier tenant compte des paramètres décrits, peu coûteux des points de vue fabrication et installation. En annexe, calcul des efforts potentiels sur les guides dus à de mauvais alignements. Biblio. : 14 réf.

F. AERAGE — ECLAIRAGE HYGIENE DU FOND

IND. F 120

Fiche n. 66.427

D. HUDEWENTZ et H. KAFFANKE. Die Erprobung der W-Bewetterung auf der Zeche Ewald. *Essai de l'aéragé au siège Ewald.* — **Glückauf**, 1977, 1er septembre, p. 837-842, 7 fig., 3 tabl.

l'auteur traite des sources d'énergie de remplacement, ainsi que des techniques de production d'énergie à partir de ces sources et plus particulièrement en ce qui concerne l'énergie électrique. Revue de ces différentes énergies : solaire, éolienne, marémotrice, air-eau (pompe thermique), magnéto-hydrodynamique, énergie chimique des combustibles (pile à combustible), gazéification du charbon, énergies diverses. Utilisations diverses de l'énergie : air - stockage de l'énergie et récupération de la chaleur. Pour terminer, sous la rubrique « Moralité », résumé de la situation énergétique actuelle, dispositions à prendre en vue d'économiser l'énergie. Conclusion : la contribution que nous apportent les énergies de remplacement est encore très faible et lointaine. Biblio. : 18 réf.

IND. H 9 Fiche n. 66.525

J. HILL. The energy gap and the fast reactor. *Le vide énergétique et le surrégénérateur.* — **Energy World**, 1977, août-septembre, p. 2-4.

L'auteur défend la thèse de l'utilité du surrégénérateur. Il s'appuie sur 3 arguments : 1. D'ici 25 ans, il y aura manque d'énergie : le pétrole et le gaz naturel (75 % de l'énergie produite dans le monde) viendront à manquer ; les réserves de charbon sont très élevées mais éloignées de certains pays industriels, d'où frais de transport élevés. 2. Le surrégénérateur est nécessaire pour les besoins énergétiques de l'humanité. 3. L'emploi du surrégénérateur ne conduira pas nécessairement à la prolifération des armes nucléaires et il n'aura pas d'effets nuisibles sur l'environnement.

IND. H 7 Fiche n. 66.545

M.B. MYERS. Fire resistant hydraulic fluids. *Fluides hydrauliques résistant au feu.* — **Colliery Guardian**, 1977, octobre, p. 796-808, 12 fig., 2 tabl.

Il y a intérêt, au point de vue sécurité, à utiliser dans les circuits hydrauliques des fluides « résistant au feu » qui sont caractérisés par : une grande inertie à la propagation de la flamme, inflammation difficile et extinction de la flamme lorsque la source d'inflammation est enlevée. Description des essais de résistance au feu (12 essais sont internationalement reconnus) de ces fluides. Ceux-ci sont divisés en 4 catégories : émulsions d'huile dans l'eau, d'eau dans l'huile, solutions aqueuses de polymères et fluides synthétiques divisés eux-mêmes en 4 sous-groupes : esters de phosphate, hydrocarbures chlorurés, mélange des deux premiers et autres compositions. Examen de la toxicité. Choix des pompes et moteurs utilisant ces fluides. Equipement minier hydraulique travaillant avec ces fluides. Biblio. : 8 réf.

IND. H 9 Fiche n. 66.506

Y. PEYCHES. Les énergies nouvelles : énergies de substitution ou énergies complémentaires. — **Sciences et Techniques**, 1977, septembre-octobre, n° 44, p. 67-71.

Les positions antinucléaires s'appuient sur la possibilité d'utiliser plus amplement des énergies traditionnelles, telles que celles issues du charbon ou de l'hydraulique et sur l'emploi généralisé des énergies dites nouvelles, comme la géothermie et l'énergie solaire. Ces positions ne sont pas réalistes, car pour longtemps aucune de ces énergies ne peut se substituer massivement au nucléaire ; elles ne peuvent constituer que des énergies de complément. Toutes apportent leur contingent de nuisances dont les écologistes semblent ne pas apercevoir les effets sur l'environnement, la qualité de la vie et l'économie du pays. L'auteur appuie ses conclusions sur les travaux exposés au cours de la première semaine mondiale des Nouvelles Sources d'Énergie, tenue à Paris du 13 au 17 juin 1977, dans le cadre d'INOVA 77. Elles ne doivent pas pour autant constituer un élément de découragement mais, bien au contraire, stimuler les recherches et réalisations en vue de doter demain la planète des énergies que ne pourront plus lui fournir les énergies fossiles. Biblio. : 2 réf. Résumé de la Revue.

IND. H 9 Fiche n. 66.466

P. HAGENMULLER. L'avenir énergétique de l'hydrogène. — **La Recherche**, 1977, septembre, n° 81, p. 756-768, 13 fig.

Matière première industrielle, l'hydrogène est aussi un excellent combustible, non polluant, facile à stocker, à distribuer et à utiliser. Seul son coût l'empêche, pour le moment, d'être compétitif vis-à-vis des combustibles fossiles. Pourtant, dans un pays dépourvu de ressources fossiles, ce gaz semble promis à un bel avenir. On pourrait, en effet, le fabriquer massivement par électrolyse de l'eau en utilisant l'énergie nucléaire. Des recherches sur la photoélectrolyse et sur la dissociation de l'eau par l'énergie solaire à la manière des plantes vertes pourraient fournir d'autres procédés. Les problèmes techniques et économiques sont encore loin d'être tous résolus, et personne ne peut encore répondre à ces questions : une civilisation de l'hydrogène, pour qui ? quand ? comment ?

IND. H 9 Fiche n. 66.467

I. SOLOMON. Énergie solaire : les promesses du silicium amorphe. — **La Recherche**, 1977, septembre, n° 81, p. 776-777, 2 fig.

La cellule photoélectrique, ou photodiode, est le dispositif idéal pour la conversion du rayonnement solaire en énergie. Produisant directement de l'électricité, elle ne comporte aucune pièce mobile et sa durée de vie est pratiquement illimitée. Les photodiodes sont élaborées à partir de semi-conducteurs cristallins, en particulier les cellules au silicium monocristallin. Un seul obstacle à leur diffusion est leur prix : pour l'utilisation à petite puissance, un facteur 10 au moins est à gagner ; mais pour produire de l'électricité industrielle compétitive, c'est une diminution de près d'un facteur 100 qu'il faut obtenir. Des semi-conducteurs polycristallins, comme le silicium amorphe, semblent être très prometteurs. Principe du dépôt de silicium amorphe et propriétés de celui-ci.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. I 0161

Fiche n. 66.559

R.E. ZIMMERMAN. USA plant tests new fine coal deduster concept. *Aux USA, une installation de préparation du charbon teste un nouveau dépoussiéreur de charbon fin.* — **World Coal**, 1977, octobre, p. 29-31, 6 fig., 2 tabl.

Description et résultats obtenus avec un dépoussiéreur centrifuge Wedag enlevant les particules inférieures à 0,5 mm du charbon brut — concassé et broyé à 19 mm — alimentant le lavoir Lady Jane (Pennsylvanie). Le dépoussiéreur travaille en circuit fermé d'air, la séparation est effectuée par gravité et l'effet de la force centrifuge s'ajoute à celle-ci. L'entrée du charbon à dépoussiérer se fait par l'arbre creux jusqu'à un distributeur rotatif donnant l'effet centrifuge. Le charbon est ensuite dispersé radialement dans un courant d'air ascendant entraînant les fines particules. Le revêtement intérieur du dépoussiéreur est réalisé en carreaux de céramique résistant bien à l'abrasion. Brève description de l'installation de préparation du charbon.

IND. I 62

Fiche n. 66.431

H. HOBERG et A. KLEIN. Wasser-gehaltsbestimmung von feinkörnigen Steinkohlen nach dem Mikrowellenverfahren. *Détermination de la teneur en eau des charbons à grains fins par le procédé des micro-ondes.* — **Glückauf**, 1977, 1^{er} septembre, p. 859-863, 7 fig., 1 tabl.

Ce procédé est basé sur la mesure du facteur de transmission d'après le niveau d'atténuation et de phase. On montre que l'influence de la teneur en sel disparaît en choisissant une fréquence suffisamment

élevée. L'influence de la densité apparente peut être éliminée par une combinaison de mesure d'amortissement et de phase. Des recherches se poursuivent sur l'influence d'autres facteurs perturbants ; celle-ci est probablement peu importante. Biblio. : 7 réf. Trad. du résumé de la Revue.

IND. I 9

Fiche n. 66.540

L.F.K. BARR. Alumina production from andalusite by Pedersen process. *Production d'alumine à partir d'andalousite par le procédé Pedersen.* — **Institution of Mining and Metallurgy**, 1977, n° 6, p. 64-70, 4 fig., 3 tabl., *Transactions C.*

Description du procédé *Pedersen* pour la production d'alumine à partir d'andalousite. De l'andalousite et du calcaire sont fondus dans un four électrique. La silice et le titane ne sont pas réduits et passent dans les scories. En ajoutant du minerai de fer et du coke, on produit de la fonte. La scorie est lessivée par de la soude et l'aluminium est dissous ; la silice et le titane ne le sont pas. Le calcium dissous est précipité sous forme de carbonate. Après séparation de la pulpe solide par filtration, la liqueur saturée est pompée dans des réservoirs de précipitation où la liqueur est brassée et aérée, on ajoute une poudre d'Al(OH)₃ et il en résulte une précipitation d'hydroxyde d'aluminium qui est ensuite grillée en alumine. Biblio. : 18 réf.

IND. I 9

Fiche n. 66.541

G. HOLT et D. PEARSON. Hydrometallurgical process for recovery of tin from low grade concentrates. *Procédé hydrométallurgique pour la récupération de l'étain de concentrés à faibles teneurs.* — **Institution of Mining and Metallurgy. Transactions C.**, 1977, juin, p. 77-81, 8 tabl.

Présentation d'un procédé hydrométallurgique pour la récupération d'étain à partir de concentrés à 20 %. Le concentré est grillé pour éliminer le soufre, ensuite il est chauffé en atmosphère réductrice pour la réduction de l'oxyde d'étain en métal finement disséminé qui est dissous par de l'acide chlorhydrique. L'étain est alors précipité par des copeaux d'aluminium. Ce procédé est économique et à rendement élevé. Biblio. : 10 réf.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 210

Fiche n. 66.456

L.H. ROTH, J.A. CESARE et Coll. Sky eye monitors tailings dams. *La photographie aérienne surveille*

les digues des bassins à schlamms. — **Coal Age**, 1977, août, p. 58-62, 3 fig.

Des photographies aériennes de bassin à schlamms, prises à des intervalles réguliers, permettent de déceler les plus légers mouvements et de suivre ceux-ci. Description du procédé. Cette méthode permet d'agir rapidement et de prendre les mesures qui s'imposent. Exemples.

IND. J 314

Fiche n. 66.462

E.C. NEWMAN et W.I. BUSENBARK. Bingham Canyon *revisited* to bulk grease handling. *Bingham Canyon s'ordonne vers la manutention en grande quantité des graisses.* — **Mining Engineering**, 1977, septembre, p. 33-35, 5 fig.

La mine de cuivre à ciel ouvert de Bingham Canyon consomme annuellement 109.000 kg de graisse qui sont achetés en fût de 54 et 180 kg. La manutention de ces fûts, pour leur entreposage et le transport des graisses jusqu'aux machines à graisser, entraîne de nombreuses manutentions et des risques de contamination avant usage. Dans le but de réduire la manutention, les auteurs étudient 3 programmes d'entretien dont ils donnent la description. Après essais de ces programmes, la décision finale fut prise, elle consiste à transporter la graisse par camions citernes, équipés de pompes à graisser, jusqu'aux machines à entretenir. Énumération des économies réalisées — élimination des pertes de graisse (30 %), dans le prix d'achat (15 %), manutention magasin (18 %), transport jusqu'aux machines (10 %) et frais d'inventaire (27 %) — qui sont très importantes.

IND. J 6

Fiche n. 66.556

W.J. KUIT, H.E. JACKSON et Coll. Treatment of acid water at the Wedge Mine, New Brunswick. *Traitement d'une eau acide à la mine Wedge, New Brunswick.* — **CIM Bulletin**, 1977, octobre, n° 786, p. 141-148, 8 fig., 7 tabl.

Depuis sa fermeture en 1968, la mine Wedge, à proximité du fleuve Nespisiguit au Nouveau Brunswick, a été inondée par de l'eau acide contenant des quantités importantes de métaux lourds. La Société Cominco a pris une série de mesures pour atténuer la menace de pollution de l'eau du fleuve par débordement des eaux de mines. Notamment en 1976, 113 millions de litres d'effluents de haute qualité ont été rejetés à la rivière ; ces effluents provenaient de l'eau de mine neutralisée par de la chaux. Les causes de contamination de l'eau de la mine ont été identifiées comme venant principalement de la lixiviation des dépôts de stériles en surface. Il fut

décidé de remblayer la mine avec ces stériles et le coût total de l'opération s'élèvera à 1.500.000 \$, soit 1 \$ par tonne de minerai. On espère que, lorsque le remblayage sera terminé, la charge due au traitement des eaux pourra être supprimée. Biblio. : 3 réf.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE

IND. M 24

Fiche n. 66.538

R. KISSEL. Un nouveau diagramme de combustion. Méthode d'appréciation quantitative des défauts de combustion et des économies d'énergie résultant des réglages. — **Revue Générale de Thermique**, 1977, octobre, n° 190, p. 705-730, 8 fig., 12 abaques. Tome XVI.

Après avoir établi le bilan d'un four et indiqué les divers rendements que l'on peut définir, l'auteur propose une expression du rendement de combustion faisant intervenir, d'une part, les caractéristiques du combustible et, d'autre part, du réglage du four. Une représentation graphique peut en être faite en fonction de la température des fumées (l'auteur envisage : combustion complète puis combustion incomplète). Les relations existant entre les caractéristiques de la combustion sont ensuite étudiées successivement pour une combustion stoechiométrique, avec excès d'air sans imbrûlés gazeux, avec imbrûlés gazeux sans oxygène dans les fumées, avec imbrûlés gazeux et oxygène dans les fumées. L'auteur établit ainsi un nouveau diagramme de combustion. Ceci permet de tracer, pour les combustibles usuels, les 2 diagrammes associés sous forme de 12 abaques de travail, pour calculer le rendement de combustion et optimiser la combustion, connaissant les teneurs en oxygène et gaz carbonique des fumées et la température à laquelle la réaction de combustion s'est arrêtée. Résumé de la Revue.

IND. M 51

Fiche n. 66.460

R.D. MILLER et R.E. TURLEY. Nomograph defines high and low sulfur. *Abaque délimitant le charbon à faible teneur en soufre de celui à haute teneur.* — **Coal Age**, 1977, août, p. 117-118, 1 fig.

Abaque permettant de déterminer la quantité de soufre, en livres, par million de Btu d'énergie produite, trouvée dans les produits de combustion de charbon de pouvoir calorifique déterminé et de teneur en soufre connue. Deux exemples. Ceux-ci nous montrent la différence entre un charbon à faible teneur et à haute teneur en soufre d'après les critères de l'Energy Protection Agency (EPA).

L'auteur ramène à leur juste valeur les avantages quelquefois exagérés attribués à la pompe à chaleur et attire l'attention sur une solution quasi inconnue : la pompe à chaleur actionnée par le gaz naturel. Principe d'une pompe à chaleur. Calcul du rendement d'une pompe à chaleur actionnée par un moteur à gaz. La machine à absorption comme pompe à chaleur. Conclusions : 1. Une pompe à chaleur à gaz économise plus d'énergie primaire que la pompe à

chaleur électrique. 2. Pour le chauffage des locaux, le rendement d'une pompe à chaleur à compression ne dépasse pas beaucoup celui d'une bonne chaudière. 3. Pour le chauffage de l'eau de piscine, de réelles économies sont réalisables. 4. La machine à absorption à gaz est très intéressante pour le chauffage des locaux et doit permettre des économies tangibles avec son rendement de plus de 130 % sur l'énergie primaire. Biblio. : 10 réf.

The first part of the history of the United States is the history of the colonies. The colonies were founded by Englishmen who had come to America in search of a better life. They were at first dependent on England for their supplies and their protection. But as they grew in number and in power, they began to assert their independence.

The second part of the history of the United States is the history of the struggle for independence. The colonies had grown so strong that they no longer wanted to be ruled by England. They declared their independence in 1776 and fought the Revolutionary War to win it.

The third part of the history of the United States is the history of the formation of the Constitution. The new nation needed a government of its own. The framers of the Constitution met in 1787 to write a new constitution for the United States.

The fourth part of the history of the United States is the history of the expansion of the country. The United States had grown so large that it needed to expand its territory. It did this by purchasing land from other countries and by conquering new lands.

The fifth part of the history of the United States is the history of the Civil War. The country was divided into two parts, the North and the South. The North wanted to keep slavery, while the South wanted to abolish it. This led to the Civil War in 1861.

The sixth part of the history of the United States is the history of the Reconstruction period. After the Civil War, the South was in ruins and needed to be rebuilt. This was the Reconstruction period, which lasted from 1865 to 1877.

The seventh part of the history of the United States is the history of the Gilded Age. This was a time of great wealth and power for a few people, while the rest of the country was poor. It was a time of corruption and greed.

The eighth part of the history of the United States is the history of the Progressive Era. This was a time when people began to care about the poor and the weak. They wanted to make the government work better and to help the people who were in need.

The ninth part of the history of the United States is the history of the World War period. The United States entered World War I in 1917 and World War II in 1941. These wars made the United States a world power.

The tenth part of the history of the United States is the history of the Cold War period. This was a time when the United States and the Soviet Union were in a struggle for power. It was a time of fear and tension.

The eleventh part of the history of the United States is the history of the Vietnam War. The United States fought a long and costly war in Vietnam from 1955 to 1975. This war was one of the most controversial in the country's history.

The twelfth part of the history of the United States is the history of the present. The United States is now a powerful and wealthy country. It has a large population and a strong economy. It is a country that has made many contributions to the world.

Bibliographie

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL. Participation des travailleurs à l'inspection du travail dans les mines. *Organisation Internationale du Travail*. 1977, 63 p., réf. ISBN 92-2-201780-3. Prix : 15 francs suisses.

Dès 1890 en France et 1897 en Belgique, les travailleurs ont été associés à l'inspection du travail dans les mines. Ils le sont aujourd'hui dans presque tous les pays industrialisés et dans plusieurs pays en voie de développement. Trois grands modes de participa-

tion peuvent être distingués : participation collégiale, participation individuelle, formule mixte. C'est selon cette classification que cet article décrit les systèmes mis en place dans une trentaine de pays, en examinant les principaux problèmes qui se posent et en dressant le bilan des expériences faites. En plus de leur intérêt spécifique, ces systèmes offrent l'exemple concret, à l'heure où l'amélioration du milieu de travail et la participation retiennent tant l'attention, d'une institution qui répond à ces deux préoccupations.

Communiqué

Ve Conférence internationale sur les pneumoconioses.

La Ve Conférence internationale sur les pneumoconioses aura lieu à Caracas (Venezuela) du 29 octobre au 3 novembre 1978.

La Conférence est organisée par le Bureau international du Travail et le Comité national vénézuélien des pneumoconioses, sous les auspices du ministère de la Santé et des Affaires sociales, du ministère du Travail, du ministère du Développement et de l'Institut de sécurité sociale du Venezuela.

Ordre du jour

1. Evaluation du risque coniotique sur les lieux de travail (enquêtes épidémiologiques, surveillance du milieu, etc.).
2. Progrès récents dans l'étiopathogénie des pneumoconioses.
3. Epreuves fonctionnelles dans le diagnostic précoce et la réadaptation.
4. Nouvelles acquisitions en matière de prévention et de suppression des poussières dans les mines, les galeries et les carrières et dans l'industrie (prélèvement et analyse des échantillons, prévention technique, mesures d'organisation, prévention médicale, etc.).

Table ronde A : Risques professionnels dus à l'exposition à l'amiante et mesures de prévention.

Table ronde B : Effets combinés de l'exposition aux poussières et à d'autres risques professionnels sur les lieux de travail.

Réunions techniques

Groupe de travail n° 1 : Classification internationale des radiographies de pneumoconioses.

Groupe de travail n° 2 : Limites d'exposition aux poussières minérales et végétales sur les lieux de travail.

Dans le cadre de la Conférence, le Comité national vénézuélien des pneumoconioses organise, en dehors des séances de travail, un bref cours de formation (10 heures) pour des spécialistes et des étudiants sur les connaissances de base en matière de diagnostic, de traitement et de prévention des pneumoconioses et autres maladies respiratoires d'origine professionnelle.

L'interprétation simultanée sera assurée en anglais, en français et en espagnol.

Les participants sont invités à présenter des communications se rapportant aux thèmes inscrits à l'ordre du jour. Les résumés des communications écrites (environ 200 mots) rédigés dans l'une des langues de la conférence devraient parvenir en trois exemplaires, avant le 30 août 1978, et les textes complets (maximum 2.000 mots) en trois exemplaires, avant le 30 septembre 1978, à l'adresse suivante : Bureau international du Travail, Service de la sécurité et de l'hygiène du travail, CH 1211 Genève 22 (Suisse).

Toute information complémentaire peut être obtenue à l'adresse suivante : Dr Manuel Adrianza, Président du Comité national des pneumoconioses, El Algodonal Antimano, Caracas (Venezuela).

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National des Industries Extractives et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles - Tél. (02) 640 10 40

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1977, 1212 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors texte, ont été publiées.

L'Institut National des Industries Extractives assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

- 1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.
- 2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.
- 3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telle que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc...
- 4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.
- 5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par INIEX de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

...

N.B. — Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 2.014 F (TVA incluse) (2.145 FB pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 000-0104829-69 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles.

Tous les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.