

TABEL I — TABLEAU I

Datum Date	Opleidingsfase F. Phase F. Cyclus C. — Cycle C.		Temperatuur in °C Température en °C			Duur in minuten Durée en minutes	Medische controle Contrôle médical (2)	Psycho- logische test Test psycho- logique (3)	Training Exercice (4)	Aantal redders Nombre de sauveteurs		Luitgesloten redders Sauveteurs exclus		Nieuwe redders Nouveaux sauveteurs
			td ts	tv th	te te (1)						Totaal Total	Medische redenea Raisons médicales	Ontslag Préavis	
3-1-68 5-1-68	F. 5 C. 5	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	33	33	2	5	5
8-1-68 8-3-68		V.K.O. C.C.E.	37	32	32,5	70	A+B+C+D+E	H	K	230				
11-3-68 15-3-68	F. 5 C. 6	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	31	261	—	6	7
18-3-68 17-5-68		V.K.O. C.C.E.	42	37	37,5	20	A+B+C+D +E+F	H+I	L	225				
20-5-68 24-5-68	F. 5 C. 7	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	36	261	2	8	8
27-5-68 26-7-68		V.K.O. C.C.E.	34	29	29,5	100	A+B+C+D+E	H+J	N	213				
29-7-68 2-8-68	F. 5 C. 8	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	26	239	—	7	1
5-8-68 3-10-68		V.K.O. C.C.E.	34	29	29,5	80	A+B+C+D +E+G	—	N+P	221				
7-10-68 10-10-68	F. 5 C. 9	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	29	250	—	3	4
14-10-68 19-12-68		V.K.O. C.C.E.	41	36	36,5	30	A+B+C+D +E+G	H	O+P	220				
19-12-68 30-12-68	F. 5 C. 10	N.K.O. C.C.N.	30	25	25,5	110	A+D	—	Q	29	249	1	1	13

Opmerkingen (1), (2), (3) en (4): zie de volgende bladzijde.
Remarques (1), (2), (3) et (4): voir page suivante.

N.K.O. = Normale klimatologische onstandigheden.
V.K.O. = Verhoogde klimatologische onstandigheden.

C.C.N. = Conditions climatiques normales.
C.C.E. = Conditions climatiques élevées.

TABEL I (vervolg)

Opmerking 1: Volgens de formule van Bidlot en Ledent: $te = 0,9 tv + 0,1 td$.

Opmerking 2: Medische controles:

- A = Meting van polsslag vóór, tijdens en na de oefening.
 B = Vóór de training: meting van polsslag bij rust.
 C = Na de training: meting van rekuperatiepolsslag na 10 minuten.
 D = Meting van rektale temperatuur vóór en na de training.
 E = Meting van gewichtsverlies.
 F = Opname van elektrocardiogram vóór en na inspanning.
 G = Nemen van bloed- en urine-stalen bij rust, na de training en na de rekuperatieperiode.

Opmerking 3: Psychologische testen:

- H = Opiniepeiling betreffende de moeilijkheidsgraad van de training.
 I = Binaire keuze-generator, samen met de doorstreeptest van Bourden-Wiersma.
 J = Binaire keuze-generator, samen met de oplettendheidstest K-T.

Opmerkingen 4: Bijzondere opmerkingen betreffende de training: zie de hiernavolgende tabel.

AARD DER OEFENING	K	O ₂	L	O ₂	M	O ₂	N	O ₂	O	O ₂	P	O ₂	Q	O ₂
Training in de oefengalerijen:														
— Buiten de oefengalerijen afgelegde afstand							420 m	6,96						
— Afstand in de galerijen van:														
— 2,20 m hoogte	358 m	6,09	60 m	1,00	620 m	10,18	596 m	10,18	570 m	9,70	537 m	9,14	537 m	9,14
— 1,80 m hoogte	232 m	4,00	48 m	0,83	268 m	6,35	368 m	6,35	48 m	0,83	348 m	5,74	348 m	5,74
— 1,50 m hoogte	232 m	5,98	48 m	1,24	368 m	9,49	368 m	9,49	48 m	1,24	348 m	8,58	348 m	8,58
— 1,20 m hoogte	58 m	2,98	12 m	0,64	92 m	4,69	92 m	4,69	12 m	0,64	87 m	4,47	87 m	4,47
— 0,90 m hoogte	232 m	13,89	48 m	2,85	368 m	22,07	368 m	22,07	48 m	2,85	348 m	20,83	348 m	20,83
— 0,70 m hoogte	136 m	11,43	—	—	68 m	5,72	48 m	4,06	24 m	2,03	—	—	82 m	6,92
— Totale afstand in meters	1248		216		1884		2260		750		1668		1750	
— Afstand op de schuine hellingen	40 m	2,42	40 m	2,53	200 m	12,54	80 m	4,84	60 m	3,74	60 m	3,96	60 m	3,96
— Afstand op de ladders	54 m	8,17	36 m	4,67	54 m	8,17	77 m(*)	13,14	27 m	4,08	51 m	7	51 m	7
— Arbeidsprestatie aan de dynamometers in kgm	2000	3,60	1000	1,80	2000	3,60	2000	3,60	500	0,90	1500	2,70	1500	2,70
— Tijd voor metingen en rustperiodes	25' 42"	11,56	9' 54"	4,46	38' 06"	17,15	33' 12"	14,94	8' 48"	3,96	59' 18"	26,69	58' 51"	26,48
— Totaal zuurstofverbruik in liters		70,12		20,02		99,96		100,32		29,97		89,11		95,82
— Totale duur der training in minuten	70		20		100		100		30		105		110	
— Zuurstofverbruik in l/min		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		0,90		0,90
Totaal aantal trainingen van 3.1.1968 tot en met 30.12.1968: 1.445 (in dit aantal zijn inbegrepen de trainingen van de redders die tweemaal per opleidingscyclus trainen)	O ₂ = zuurstofverbruik in liters. (*) = inbegrepen het beklimmen van 5 m touwladder buiten de oefengalerijen.													

TABLEAU I (suite)

Remarque 1: Suivant la formule de Bidlot et Ledent: $t_e = 0,9 t_h + 0,1 t_s$.

Remarque 2: Contrôles médicaux:

- A = Mesure de la fréquence cardiaque avant, pendant et après l'exercice.
- B = Avant l'exercice: mesure de la fréquence cardiaque pendant le repos.
- C = Après l'exercice: mesure de la récupération de la fréquence cardiaque après dix minutes
- D = Mesure de la température rectale avant et après l'exercice.
- E = Mesure de la perte de poids.
- F = Relèvement d'un électrocardiogramme avant et après l'effort.
- G = Prise de sang et d'urine pendant le repos, après l'exercice et après la période de récupération.

Remarque 3: Tests psychologiques:

- H = Appréciation subjective de la difficulté de l'exercice.
- I = Générateur binaire avec test de barrage de Bourden-Wiersma.
- J = Générateur binaire avec test d'attention K-T.

Remarque 4: Notes spéciales concernant les exercices: voir tableau suivant.

NATURE DE L'EXERCICE	K	O ₂	L	O ₂	M	O ₂	N	O ₂	O	O ₂	P	O ₂	Q	O ₂
Exercice dans le chantier:														
— Distance parcourue en dehors des galeries							420 m 6,96							
— Distance parcourue dans les galeries de:														
— 2,20 m de hauteur	358 m	6,09	60 m	1,00	620 m	10,18	596 m	10,18	570 m	9,70	537 m	9,14	537 m	9,14
— 1,80 m de hauteur	232 m	4,00	48 m	0,83	268 m	6,35	368 m	6,35	48 m	0,83	348 m	5,74	348 m	5,74
— 1,50 m de hauteur	232 m	5,98	48 m	1,24	368 m	9,49	368 m	9,49	48 m	1,24	348 m	8,58	348 m	8,58
— 1,20 m de hauteur	58 m	2,98	12 m	0,64	92 m	4,69	92 m	4,69	12 m	0,64	87 m	4,47	87 m	4,47
— 0,90 m de hauteur	232 m	13,89	48 m	2,85	368 m	22,07	368 m	22,07	48 m	2,85	348 m	20,83	348 m	20,83
— 0,70 m de hauteur	136 m	11,43	—	—	68 m	5,72	48 m	4,06	24 m	2,03	—	—	82 m	6,92
— Distance totale en mètres	1248		216		1884		2260		750		1668		1750	
— Longueur des plans inclinés	40 m	2,42	40 m	2,53	200 m	12,54	80 m	4,84	60 m	3,74	60 m	3,96	60 m	3,96
— Hauteur d'échelle montée	54 m	8,17	36 m	4,67	54 m	8,17	77 m(*)	13,14	27 m	4,08	51 m	7	51 m	7
— Travail effectué au dynamomètre en kgm	2000		1000		2000		3600		500		1500		1500	
— Temps de mesure et de repos	25' 42"	11,56	9' 54"	4,46	38' 06"	17,15	33' 12"	14,94	8' 48"	3,96	59' 18"	26,69	58' 51"	26,48
— Consommation totale d'O ₂ en litres	70,12		20,02		99,96		100,32		29,97		89,11		95,82	
— Durée totale de l'exercice	70		20		100		100		30		105		110	
— Consommation d'O ₂ en litres/min	1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		0,90		0,90	
Nombre total d'exercices du 3.1.1968 au 30.12.1968: 1.445 (y compris les exercices des sauveteurs qui s'entraînent deux fois par cycle)														
O ₂ = consommation d'oxygène en litres. (*) = y compris la montée de 5 m d'échelles de corde en dehors des galeries.														

TABLEAU N° 2

LEÇONS THEORIQUES ET EXERCICES
PRATIQUES POUR LES SAUVETEURS

Phase 5 - Cycle 5 :

- Informations concernant une intervention aux Charbonnages du Hasard à Micheroux (feu couvert) :
 - Fixation de toile de jute.
 - Projection de plâtre.
 - Projection de mousse de polyuréthane.
 - Application d'une couche de plâtre comme recouvrement ignifuge sur de la mousse de polyuréthane.
- Informations concernant l'explosimètre « Verneuil EV 58 » utilisé dans la mine.
- Utilisation de différents psychromètres, la mesure de la température et le calcul de la température effective.

Phase 5 - Cycle 6 :

- Mesure de la teneur en oxygène et en acide carbonique au moyen de l'appareil de mesure « Fyrite ».
- Informations concernant une intervention à l'occasion d'un incendie dans le Bassin des Cévennes en France.
- Fonctionnement et utilisation du « Pulmotor Dräger ».

Phase 5 - Cycle 7 :

- Répétition générale des principes développés au cours du séminaire de sécurité de trois jours donné aux sauveteurs au cours du cycle 4 de la phase 5.

Phase 5 - Cycle 8 :

- Mesure du CO au moyen des détecteurs de CO « Dräger » et « M.S.A. ».
- Utilisation du double filtre CO « Dräger ».
- Exercice pratique avec le double filtre CO « Dräger ».

Phase 5 - Cycle 9 :

- Mesure de la section d'une galerie.
- Considérations à propos de la manière de vivre d'un sauveteur en temps normal et en cas d'intervention.
- Extinction de petits incendies avec les moyens du bord.

Phase 5 - Cycle 10 :

- Mesure de la teneur en grisou à l'aide du méthanomètre « Riken-Keiki ».
- Moyens de prévention et moyens de lutte contre l'incendie au C.C.R.
- Description, fonctionnement et utilisation de l'oxyauto-sauveteur « Dräger OXY-SR 30 ».

TABEL N° 2

THEORETISCHE LESSEN EN PRAKTISCHE
OEFENINGEN VOOR REDDERS

Faze 5 - Cyclus 5 :

- Inlichtingen betreffende een interventie in de « Charbonnages du Hasard » te Micheroux (verdekte brand) :
 - Bevestigen van jute-doek.
 - Spuiten van gips.
 - Spuiten van polyurethaanschuim.
 - Aanbrengen van een brandbeschermende gipslaag op polyurethaanschuim.
- Inlichtingen betreffende de explosiemeter « Verneuil EV 58 ».
- Het gebruik van verschillende psychrometers, het meten van de temperatuur, en het berekenen van de effectieve temperatuur.

Faze 5 - Cyclus 6 :

- Het uitvoeren van zuurstof- en kooldioxyde-metingen met behulp van het meettoestel « Fyrite ».
- Bespreking van een reddingsinterventie bij gelegenheid van een brand in het Bekken van Cévennes/Frankrijk.
- Gebruik en werking van de « Pulmotor Dräger ».

Faze 5 - Cyclus 7 :

- Algemene herhaling van de principes, uitgewerkt tijdens het driedaags veiligheidsseminarie, in de loop van de opleidingscyclus 4 van de faze 5 door de redders op het C.C.R. bijgewoond.

Faze 5 - Cyclus 8 :

- Het meten van CO met behulp van de CO-detektors « Dräger » en « M.S.A. ».
- Het gebruik van de dubbele CO-filter « Dräger ».
- Praktische oefening met de dubbele CO-filter « Dräger ».

Faze 5 - Cyclus 9 :

- Het opmeten van de sectie van een galerij.
- Enkele bijzonderheden betreffende de levenswijze van een redder in normale omstandigheden en in geval van interventie.
- Het uitdoven van kleine vuren met allerlei middelen.

Faze 5 - Cyclus 10 :

- Het meten van mijngas met behulp van de methanometer « Riken-Keiki ».
- Brandbeschermings- en brandbestrijdingsmiddelen in het C.C.R.
- Beschrijving, werking en gebruik van de zuurstofzelfredder « Dräger OXY-SR 30 ».

2. INSTRUCTION ET ENTRAÎNEMENT DES CHEFS DE BASE

Pendant l'année 1968, les chefs de base ont assisté quatre fois aux leçons et travaux pratiques donnés à leur intention au C.C.R. Nous avons noté 126 présences sur un total possible de 144.

La pratique ayant démontré qu'un intervalle trop long entre deux journées d'entraînement nuit beaucoup à leur préparation et à leurs connaissances, la périodicité des entraînements des chefs de base est depuis le huitième cycle de la cinquième phase d'instruction devenu la même que celle des sauveteurs. L'instruction des chefs de base comporte :

- Au cours de la matinée (avec et sous la conduite des préposés à l'entretien des appareils de sauvetage du C.C.R. et des charbonnages) :
 - Manipulation des appareils respiratoires.
 - Préparation des sauveteurs avant le départ pour l'exercice.
 - Exercice pratique de contrôle de l'étanchéité des appareils, comme cela devrait être fait à une base de départ établie au fond.
- Au cours de l'après-midi (en partie avec les sauveteurs) :
 - Instructions concernant les premiers soins à donner aux blessés.
 - Principes de fonctionnement des divers appareils respiratoires.
 - Manipulation des appareils respiratoires.
 - Considérations sur la manière de vivre d'un sauveteur en temps normal et en cas d'intervention.
 - Extinction de petits incendies avec les moyens du bord.

3. ACTIVITES CONCERNANT LA FORMATION A L'ESPRIT DE SECURITE

Au cours de l'année 1967, le C.C.R. avait commencé à organiser des séminaires de formation à l'esprit de sécurité.

En 1968, les mêmes séminaires ont été organisés, non seulement pour le personnel de maîtrise des sièges de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen », mais aussi pour les professeurs et les étudiants du « Technisch Instituut van het Kempens Bekken » de Hoevenzavel-Genk.

Ces séminaires sont donnés sous forme de discussion de groupe. Les groupes se composent d'environ

2. DE OPLEIDING EN DE TRAINING VAN DE HOOFDEN VAN DE VERTREKBASIS

Tijdens het dienstjaar 1968 werden de hoofden van de vertrekbasis viermaal voor bijwoning van lessen en voor uitvoering van praktische werken naar het C.C.R. opgeroepen. Voor genoemd dienstjaar werden aldus 126 aanwezigheden genoteerd op een totaal van 144 mogelijke aanwezigheden.

Sedert de achtste cyclus van de vijfde opleidingsfase is de periodiciteit van de training van de hoofden van de vertrekbasis dezelfde als deze van de redders, zulks omdat in de praktijk bleek dat een al te lange interval tussen twee onderrichtsdagen hun parate kennis en kunde al te zeer verzwakte.

Het onderricht van de hoofden van de vertrekbasis omvatte :

- In de voormiddag (samen met en onder de leiding van de aangestelden tot het onderhoud der reddingsapparaten van het C.C.R. en van de aanwezige steenkolenmijnen) :
 - Leiding bij het klaarmaken der redders voor de training.
 - Richtlijnen voor de controle van de dichtheid der ademhalingstoestellen, zoals deze controle dient uitgevoerd te worden op een eventuele vertrekbasis in de ondergrond.
- In de namiddag (gedeeltelijk samen met de redders) :
 - Onderricht in Eerste-Hulp-Bij-Ongevallen.
 - Principes betreffende de diverse ademhalingstoestellen.
 - Manipulatie van ademhalingstoestellen.
 - Informatie betreffende de levenswijze van redders in normale omstandigheden en in geval van reddingsinterventie.
 - Praktische oefening in het uitdoven van kleine vuren met allerhande middelen.

3. AKTIVITEITEN OP HET GEBIED VAN DE VEILIGHEIDSPROMOVERING

In de loop van het dienstjaar 1967 begon het C.C.R. met het organiseren van veiligheidsseminaries.

Zulkdanige veiligheidsseminaries werden ook nog in het jaar 1968 ingericht, niet alleenlijk voor toezichhoudend personeel van de verschillende bedrijfszetels van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, maar tevens voor leraars en leerlingen van het Technisch Instituut van het Kempens Bekken van Hoevenzavel-Genk.

Zij werden gehouden onder de vorm van groepsbesprekingen. Iedere groep telde ongeveer twaalf personen, die gedurende de gehele duur van twee opeenvolgende dagen onder de leiding van steeds dezelfde monitor bleven.

douze personnes qui restent pendant deux jours sous la conduite du même moniteur. Généralement nous recevons simultanément deux groupes au C.C.R. Pour des raisons d'organisation les séminaires ont été donnés sur place au personnel de deux charbonnages de Campine.

Trois moniteurs du C.C.R. ont été spécialement formés à la technique de la discussion de groupe.

Un résumé succinct du syllabus qui sert de base aux discussions a été donné dans notre rapport d'activité de l'année 1967.

Le but de ce cours est d'essayer d'apprendre ensemble comment l'homme doit se comporter pour essayer, tout au long de sa vie (à la maison, sur la route, au travail, etc...) et quelle que soit sa situation, de limiter au maximum les accidents.

Le tribut que nous payons sous toutes ses formes à l'accident est beaucoup trop lourd. Nous devons arriver à plus de sécurité.

Pour y arriver, il y a des moyens techniques qui comprennent :

- L'étude de l'outil (pris dans son sens le plus large).
- Les études concernant les dangers des matériaux et leurs conditions d'utilisation, ainsi que l'organisation d'un contrôle adéquat.
- La recherche concernant les conditions de travail.
- La rédaction de lois et de règlements, ainsi que l'organisation de la surveillance de leur application.

Les moyens techniques sont surtout du ressort de l'ingénieur, mais on ne peut pas oublier que ces moyens sont limités :

- a) Ils peuvent être d'un prix prohibitif.
- b) Ils peuvent être inefficaces à certains moments.
- c) Ils peuvent tomber en panne.
- d) Ils ne protègent pas dans toutes les situations.

Il reste toujours la manière d'agir de l'homme lui-même, quel que soit son niveau dans la hiérarchie de la production.

Ceci est une question d'éducation.

Le séminaire sert à expliquer les principes de base et à convaincre les participants de la nécessité de leur application. Si on s'en tient à cela, malgré la bonne

Op het C.C.R. waren over het algemeen twee groepen gelijktijdig aanwezig. Om redenen van bedrijfs-organisatorische aard werden op twee Kempische steenkolenmijnen de veiligheidsseminaries ter plaatse gehouden, maar ook daar stonden de deelnemers onder de leiding van een monitor van het C.C.R.

Het C.C.R. beschikt over drie monitors, die speciaal gevormd werden in de techniek van het leiden van groepsbesprekingen.

De voor de groepsbesprekingen als basis gebruikte syllabus werd in het kort samengevat in het activiteitenverslag over het dienstjaar 1967 van het C.C.R.

Het doel van deze cursus, in de praktijk verwezenlijkt onder de vorm van een samenwerkende bijeenkomst, is te trachten in onderlinge samenwerking aan te leren op welke wijze de mens zich dient te gedragen om, doorheen het verloop van zijn hele leven (thuis, op de weg, in de werkplaats, enz...) en welke ook zijn rang en stand weze, te streven naar een maximale beperking van ongevallen.

De bij gelegenheid van een ongeval te betalen tol is onder al zijn vormen zeker veel te zwaar. Daarom moet gestreefd worden naar meer veiligheid. Om dit doel te bereiken bestaan er zekere technische middelen, die onder anderen omvatten :

- Bestudering van de werktuigen (« werktuig » gezien in de meest brede betekenis van het woord).
- Organisatie van onderzoek betreffende de arbeidsomstandigheden.
- Bestudering van de gevaren van de materialen, onderzoek van de gebruiksvoorwaarden van deze materialen, en organisatie van een doeltreffende controle.
- Opstelling van wetten en reglementeringen, alsmede organisatie van het toezicht en de controle op de toepassing en de uitvoering ervan.

De technische middelen vallen hoofdzakelijk onder de bevoegdheid van de ingenieur. Men mag nochtans geenszins uit het oog verliezen dat de mogelijkheden van de technische middelen beperkt zijn :

- a) Zij kunnen van een prohibitieve prijs zijn.
- b) In bepaalde omstandigheden kunnen zij ondoeltreffend zijn.
- c) Zij kunnen defekt geraken.
- d) Zij bieden niet in alle omstandigheden een voldoende bescherming.

Er blijft rekening te houden met de manier van handelen van het individu, welke ook zijn functie in de hiërarchie van het productieproces weze. Dit stelt het probleem van de « opvoeding ».

Tijdens de veiligheidsseminaries worden basisprincipes ontleed en tracht men de deelnemers te overtuigen van de noodzakelijkheid van de toepassing ervan. Hier toe mag men zich niet beperken, want, ondanks alle goede wil, zou alles spoedig kunnen vergeten worden

volonté, ce sera vite oublié et on retournera à ses anciennes habitudes.

Il faut créer de nouvelles habitudes, spécialement celle d'agir avec réflexion.

Pour cela, il faut que les principes soient rappelés journellement et à toute occasion. Ceci est la tâche de l'ingénieur ou du conducteur de l'exploitation, c'est-à-dire de celui qui vit au contact direct avec le surveillant et l'ouvrier et connaît leurs aspirations, leurs possibilités et leurs difficultés.

C'est de ce contact qu'il faut attendre l'évolution de l'esprit de sécurité.

Nous pensons qu'un des moyens qui pourrait également aider au contact et à la réflexion pourrait être la discussion, en groupe ou en particulier, de rapports d'accidents rédigés suivant le schéma donné dans le syllabus. En collaboration avec les ingénieurs et d'autres personnes compétentes, nous essayons dans les différents sièges d'organiser les rapports pour qu'un échange de vues entre ingénieur ou conducteur et surveillant préposé à un chantier soit possible lorsqu'un accident se produit dans ce chantier.

Dans le programme d'instruction du septième cycle de la cinquième phase, une répétition générale des principes développés au cours d'un séminaire de sécurité suivi par les sauveteurs au cours de l'année 1967 a été donnée.

292 sauveteurs avaient participé aux séminaires en 1967.

261 de ceux-ci ont assisté à la répétition générale.

Les séminaires organisés pour le personnel de surveillance du fond des charbonnages de Campine ont été suivis par 336 personnes, dont :

- 60 du siège Beringen.
- 60 du siège Eisden.
- 85 du siège Waterschei.
- 83 du siège Winterslag.
- 48 du siège Zolder-Houthalen.

6 délégués ouvriers de l'Administration des Mines de Hasselt ont également participé à un séminaire.

121 professeurs et étudiants du « Technisch Instituut van het Kempens Bekken » van Hoevenzavel-Genk ont participé à des séminaires de sécurité donnée au C.C.R. La direction et les professeurs de cet institut se sont déclarés d'accord pour appliquer et faire appliquer dans la vie courante les principes développés au cours de ces séminaires.

Les activités du C.C.R., au point de vue de la promotion de la sécurité, au cours de l'année 1968 se résument comme suit :

en zal men terug in de vroegere gewoonten hervallen. Men dient daarom nieuwe gewoonten aan te kweken, vooral deze van handelen met bedachtzaamheid.

Daarom moeten de principes dagelijks en bij iedere gelegenheid herhaald worden. Dit is de taak van de ingenieur of de werkleider van de uitbatingdienst, t.t.z. van degene die in nauw contact is met de opzichter en met de arbeider, van dewelken hij de betrachtingen, de mogelijkheden en de moeilijkheden kent. Het is van zulke contacten dat een evolutie naar aankweking van veiligheidsgeest mag verwacht worden.

Wij zijn van mening dat discussie, in groepsverband of onder meer partikuliere vorm, van volgens het in de syllabus aangegeven schema opgestelde ongevalsrapporten eveneens zou kunnen helpen deze contacten te verwezenlijken en de gewoonte van nadenken te ontwikkelen.

In onderlinge samenwerking met de ingenieurs en andere bevoegde personen, werd in de verschillende bedrijfszetels aangevangen met een proefperiode van voortgezette veiligheidspromovering in de zin zoals hiervoor uiteengezet. De resultaten van deze proef zullen opgenomen worden in het activiteitenverslag van het dienstjaar 1969.

In het onderrichtsprogramma van de zevende cyclus van de vijfde opleidingsfase werd voor al de redders van het Kempische steenkolenbekken een algemene herhaling opgenomen van de principes, uitgewerkt tijdens het door hen in de loop van het dienstjaar 1967 bijgewoonde veiligheidsseminarie. Toen namen 292 redders aan zulk een seminarie deel. Nu maakten 261 van hen de algemene herhaling mee.

De voor het toezichthoudend personeel van de ondergrondse werken van de Kempische steenkolenmijnen georganiseerde veiligheidsseminaries werden in de loop van het dienstjaar 1968 bijgewoond door 336 personen. te weten :

- 60 van de bedrijfszetel Beringen.
- 60 van de bedrijfszetel Eisden.
- 85 van de bedrijfszetel Waterschei.
- 83 van de bedrijfszetel Winterslag.
- 48 van de bedrijfszetel Zolder-Houthalen.

Samen met hen volgden ook zes afgevaardigden-werklieden van het Mijnwezen-Hasselt een veiligheidsseminarie.

In de loop van de maanden augustus 1968 en september 1968 waren in het totaal 121 leraars en leerlingen van het Technisch Instituut van het Kempens Bekken van Hoevenzavel-Genk op het C.C.R. aanwezig voor het bijwonen van een veiligheidsseminarie. De directie en de leraars van dit instituut verklaarden zich bereid de ontwikkelde basisprincipes regelmatig toe te passen op de dagelijkse toestanden en gebeurtenissen in hun onderwijsinstelling.

Op het gebied van de veiligheidspromovering waren de verdere activiteiten van het C.C.R. in de loop van het dienstjaar 1968 de volgende :

- Le C.C.R. a reçu périodiquement, par l'entremise de « Via Secura », une provision d'affiches concernant la sécurité routière. Ces affiches ont été partagées entre les différents sièges de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen » où elles ont été exposées.
- Le C.C.R. a mis le 24-4-1968 sa salle de conférence à la disposition du « Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg » pour organiser une journée d'étude sur le thème : « Sécurité lors de l'emploi d'appareils électriques mobiles ». Environ 120 personnes occupées dans diverses industries ont participé à cette journée d'étude qui était jumelée avec une exposition de matériel électrique de sécurité.
- Le C.C.R. a mis sa petite salle de conférence à la disposition du Comité de Direction du « Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg » pour ses réunions périodiques. L'Ingénieur Chef des Services de Sécurité de la division Zolder du siège Zolder-Houthalen de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen », le Directeur et le Secrétaire du C.C.R. font partie de ce comité de direction.
- Tout comme le C.C.R. se charge de la commande de pièces de rechange pour les appareils respiratoires et pour le matériel de sauvetage, il s'est chargé des démarches avec les fabricants des plaques de signalisation pour les travaux du fond. Des livraisons de ces plaques ont été faites à quelques sièges d'exploitation et deux nouveaux projets sont encore à l'étude.
- Het C.C.R. ontving af en toe een voorraad veiligheidsaffichen, door « Via Secura » uitgegeven en verspreid ter bevordering van het veilig wegverkeer. De ontvangen affichen werden door het C.C.R. steeds verdeeld over de verschillende bedrijfszetels van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen en zij werden aldaar uitgehangen.
- Het C.C.R. stelde zijn konferentiezaal ter beschikking van het Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg om op datum van 24.4.1968 een studiedag te organiseren onder het thema « Veiligheid bij het gebruik van verplaatsbare en beweegbare elektrische toestellen ». Deze studiedag, gekoppeld aan een tentoonstelling van bedrijfsveilig elektrisch materieel, werd bijgewoond door een honderdvijftigtal personen uit diverse bedrijfskringen.
- Het C.C.R. bleef zijn klein vergaderlokaal ter beschikking stellen voor het houden van de periodieke bestuursvergaderingen van het Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg. Het Hoofd van de Veiligheidsdiensten van de afdeling Zolder van de bedrijfszetel Zolder-Houthalen van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen en de Directeur en de Sekretaris van het C.C.R. maken deel uit van het dagelijks bestuur van dit Verbond.
- Evenals zulks gedaan wordt voor hetgeen betreft de bestellingen van onderdelen en vervangstukken voor ademhalingsstoestellen en voor nog ander reddingsmaterieel, heeft het C.C.R. zich ook verder belast met de onderhandelingen met fabrikanten van veiligheidssignalisatieplaten voor de ondergrondse werken. Aan enkele Kempische bedrijfszetels werden in dit verband leveringen verricht, terwijl een tweetal nieuwe ontwerpen nog in beraad gehouden worden.

4. TRAVAUX DE LABORATOIRE

A. Analyse de gaz

263 analyses complètes de gaz ont été effectuées dans les laboratoires du C.C.R. au cours de l'année 1968 :

- 7 pour le siège Beringen.
- 24 pour le siège Eisden.
- 74 pour le siège Waterschei.
- 17 pour le siège Winterslag.
- 111 pour le siège Zolder-Houthalen.
- 5 pour le Corps des Mines de Hasselt.
- 25 pour des recherches faites au C.C.R.

4. LABORATORIUMWERK

A. Gasanalyses

In de loop van het dienstjaar 1968 werden in het laboratorium van het C.C.R. 263 volledige gasanalyses uitgevoerd :

- 7 voor de bedrijfszetel Beringen.
- 24 voor de bedrijfszetel Eisden.
- 74 voor de bedrijfszetel Waterschei.
- 17 voor de bedrijfszetel Winterslag.
- 111 voor de bedrijfszetel Zolder-Houthalen.
- 5 voor het Mijnwezen-Hasselt.
- 25 in verband met diverse proefnemingen van het C.C.R.

B. Contrôle et réparation de grisoumètres

A la demande de charbonnages de Campine, 32 grisoumètres « Riken-Keiki » et 7 grisoumètres « Verneuil » ont été contrôlés et réparés, si nécessaire, au cours de l'année 1968 :

- 4 pour le siège Beringen.
- 3 pour le siège Eisdén.
- 2 pour le siège Waterschei.
- 3 pour le siège Winterslag.
- 27 pour le siège Zolder-Houthalen.

C. Contrôle de cartouches de régénération pour appareils respiratoires

A la demande de charbonnages de Campine, diverses cartouches de régénération à soude caustique ont été contrôlées au poumon artificiel. Elles portaient des dates de fabrication des années 1956 et 1958. Elles ont été trouvées en parfait état.

D. Instruction des chimistes

Des chimistes des différents sièges de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen » ont été réunis pendant un ou plusieurs jours au cours des mois de juin 1968 et juillet 1968 :

- 2 du siège Beringen.
- 2 du siège Eisdén.
- 4 du siège Waterschei.
- 2 du siège Winterslag.
- 3 du siège Zolder-Houthalen.

L'instruction comprenait :

- Appareils d'analyse de gaz « Robert Müller » :
 - Ordre des analyses à effectuer.
 - Rédaction de la formule pour la détermination de la teneur en gaz combustibles.
 - Exercices pratiques.
- Appareils d'analyse de gaz « Wösthoff » :
 - Directives pour la manipulation.
 - Exercices pratiques.

5. ENTRETIEN DES APPAREILS RESPIRATOIRES

A. Préposés à l'entretien des appareils de sauvetage

Chaque charbonnage de Campine possède au moins deux préposés à l'entretien des appareils de sauvetage. Un de ceux-ci continue à accompagner l'équipe du charbonnage chaque fois qu'elle vient à l'entraînement au C.C.R.

Les préposés à l'entretien des appareils de sauvetage des charbonnages gardent ainsi un contact permanent

B. Controle en herstelling van mijngasmeters

Op aanvraag van de betrokken steenkolenmijnen, werden 32 mijngasmeters « Riken-Keiki », en 7 mijngasmeters « Verneuil » op hun goede werking gecontroleerd en, zo nodig, hersteld :

- 4 voor de bedrijfszetel Beringen.
- 3 voor de bedrijfszetel Eisdén.
- 2 voor de bedrijfszetel Waterschei.
- 3 voor de bedrijfszetel Winterslag.
- 27 voor de bedrijfszetel Zolder-Houthalen.

C. Testen van patronen voor ademhalingsstoestellen

Op aanvraag van Kempische steenkolenmijnen, werd een aantal alkalipatronen voor gebruik in « Dräger »-ademhalingsstoestellen met de kunstlong van het laboratorium van het C.C.R. getest. Zij droegen fabrieksdata van de jaren 1956 en 1958. Zij werden allen voor verder gebruik in orde bevonden.

D. Instructie van laboranten

Laboranten van verschillende bedrijfszetels van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen kwamen in de loop van de maanden juni 1968 en juli 1968 gedurende één of meerdere dagen voor instructie naar het C.C.R. :

- 2 van de bedrijfszetel Beringen.
- 2 van de bedrijfszetel Eisdén.
- 4 van de bedrijfszetel Waterschei.
- 2 van de bedrijfszetel Winterslag.
- 3 van de bedrijfszetel Zolder-Houthalen.

Deze instructie omvatte :

- Gasanalysators « Robert Müller » :
 - Volgorde van de verschillende ontledingen.
 - Opstellen van de formule voor het bepalen van het gehalte aan brandbare gassen.
 - Praktische oefeningen en richtlijnen voor het gebruik.
- Gasanalysators « Wösthoff » :
 - Richtlijnen voor het gebruik.
 - Praktische oefeningen.

5. ONDERHOUD DER ADEMHALINGSTOESTELLEN

A. Aangestelden tot het onderhoud der reddingsapparaten

- Iedere Kempische steenkolenmijn beschikt over minstens twee aangestelden tot het onderhoud der reddingsapparaten. Telkens wanneer de reddingsploegen van hun kolenmijn naar het C.C.R. op training komen, worden zij vergezeld door één van hen, die er dan samenwerkt met het personeel van het C.C.R. De aangestelden der kolenmijnen behouden

avec le préposé du C.C.R. et ils peuvent ensemble parler des difficultés qu'ils rencontrent.

Chaque fois que les sauveteurs d'un charbonnage viennent à l'entraînement au C.C.R., le préposé à l'entretien des appareils de sauvetage de ce charbonnage apporte au moins deux appareils respiratoires qui sont employés au cours de l'exercice, remis en ordre et contrôlés. Les appareils en dépôt aux charbonnages sont ainsi périodiquement utilisés et contrôlés.

B. Contrôle et remise en état de détenteurs d'appareils respiratoires

Le matériel suivant a été contrôlé et remis en état :

- 11 détenteurs pour appareils respiratoires « Dräger BG 160 A ».
- 4 détenteurs pour appareils respiratoires « Dräger BG 170/400 ».

C. Contrôle et remise en état de bonbonnes d'oxygène

116 bonbonnes d'oxygène pour appareils respiratoires « Dräger » ont été examinées au cystoscope et remises en état.

6. ACTIVITES DIVERSES

A. — Le préposé à l'entretien des appareils respiratoires de la S.A. « Metaalfabrieken van Overpelt-Lommel en Corphalie » a fait un stage d'instruction de quatre jours au cours des mois de novembre et décembre 1968.

Cette instruction comportait :

a) *Au laboratoire :*

- Mesure des températures sèches et humides.
- Détermination du degré d'humidité de l'air.
- Utilisation de détecteurs de gaz portatifs.

b) *Dans la division « entretien des appareils respiratoires » :*

- Généralités concernant la respiration et moyens de protection respiratoire.
- Utilisation d'appareils de protection respiratoires :
 - Filtre contre le CO.
 - Appareils respiratoires alimentés par de l'air comprimé.
 - Appareils respiratoires à circuit fermé.
- Nettoyage, désinfection, réparation et contrôle des appareils respiratoires de divers types.
- Utilisation d'appareils de réanimation.

aldus een bestendig contact met deze van het C.C.R., en samen kunnen zij op die manier de eventueel gerezen problemen en moeilijkheden bespreken.

- Telkens wanneer een aangestelde tot het onderhoud der reddingsapparaten met zijn reddingsploegen naar het C.C.R. op training komt, brengt hij minstens twee van zijn ademhalingstoestellen mee. Deze apparaten worden dan voor de training gebruikt, en daarna gereinigd en ontsmet, terug in orde gezet en gecontroleerd. Op deze manier blijven de ademhalingstoestellen van de Kempische steenkolenmijnen periodisch in gebruik en onder controle.

B. Controle en nazicht van drukminderaars van ademhalingstoestellen

Werden gecontroleerd, nagezien en hersteld :

- 11 drukminderaars voor ademhalingstoestellen « Dräger BG-160-A ».
- 4 drukminderaars voor ademhalingstoestellen « Dräger BG-170/400 ».

C. Controle en nazicht van zuurstofflessen

116 zuurstofflessen voor ademhalingstoestellen van het « Dräger »-type werden met de cystoscoop nagezien en terug in orde gezet.

6. AKTIVITEITEN VAN DIVERSE AARD

A. — De Aangestelde tot het Onderhoud van de Reddingsapparaten van de N.V. Metaalfabrieken van Overpelt-Lommel en Corphalie verbleef in de loop van de maanden november 1968 en december 1968 gedurende vier volledige dagen voor instructie op het C.C.R. Deze instructie omvatte :

a) *In het laboratorium :*

- De meting van droge en vochtige temperaturen.
- Bepaling van de vochtigheidsgraad van de lucht.
- Het gebruik van draagbare gasdetektors.

b) *In de apparatenafdeling :*

- Algemeenheden betreffende ademhaling en adembescherming.
- Het gebruik van ademhalingstoestellen :
 - CO-filters.
 - Ademhalingstoestellen met perslucht.
 - Ademhalingstoestellen met gesloten omloop.
- Reiniging, ontsmetting, herstelling en controle van ademhalingstoestellen van diverse types.
- Het gebruik van heropwekkingstoestellen.

B. — Le C.C.R. s'est chargé à partir du 14-9-1968 de l'entraînement et de l'instruction des membres de l'équipe de sauvetage de la brigade des pompiers de la commune de Heusden (Limbourg).

Cette instruction comprend :

- Généralités concernant la composition de l'air.
- Principe et fonctionnement des appareils respiratoires du type « à circuit fermé ».
- Application du contrôle individuel lors de l'emploi des appareils respiratoires du type « à circuit fermé ».
- Exercices pratiques dans les galeries d'exercice du C.C.R.

La périodicité des exercices a été fixée à dix semaines, comme pour les sauveteurs des charbonnages

Au cours de l'année 1968 l'entraînement a été suivi :

- par 16 personnes le 14-9-1968.
- par 15 personnes le 16-11-1968.

C. — Quelques corrections et compléments ont été apportés à l'« Aide-Mémoire pouvant servir lors de la lutte contre un incendie ou un feu dans le fond d'une mine de houille ».

Les feuilles modifiées ont été envoyées à tous les destinataires.

D. — Neuf membres du personnel du C.C.R. ont participé volontairement à une recherche entreprise par la Faculté de Médecine de l'Université Catholique de Louvain. Ces neuf personnes constituaient un groupe de comparaison pour une recherche concernant la silicose.

Les tests qu'ils ont subis comprenaient entre autres :

- Détermination du « mixing ».
- Détermination de la capacité de diffusion pulmonaire.
- Spirographie.
- Electrocardiogramme avant et après effort.
- Divers tests respiratoires avec au total sept prises de sang artériel.
- Examen clinique.

E. — Au cours de l'année 1968 le C.C.R. a aussi été chargé de l'entretien du chenil expérimental de l'Institut d'Hygiène des Mines. Cet entretien comprend :

- Entretien du chenil.
- Soins à donner aux chiens.

Le chenil est inspecté tous les mois par le docteur Meersseman de l'Université Catholique de Louvain. Ces recherches concernent la silicose.

B. — Vanaf datum van 14.9.1968 begon het C.C.R. met de training en instructie van de leden van de reddingsploeg van het brandweerkorps van de gemeente Heusden (provincie Limburg).

Deze instructie omvatte :

- Algemene beginselen betreffende de samenstelling van de lucht.
- Principe en werking van ademhalingstoestellen van het type « met gesloten omloop ».
- Het uitvoeren van de individuele controle vóór het gebruik van ademhalingstoestellen van het type « met gesloten omloop ».
- Praktische training in de oefengalerijen van het C.C.R.

De periodiciteit van deze trainingen werd, evenals zulks voor de koolmijnredders het geval is, vastgesteld op tien weken.

In de loop van het dienstjaar 1968 werd getraind :

- door 16 personen op datum van 14.9.1968.
- door 15 personen op datum van 16.11.1968.

C. — Enkele wijzigingen en aanvullingen werden aangebracht aan de « Vraagbaak voor de bestrijding van vuren en branden in de ondergrond van een steenkolenmijn ».

Alle bestemmelingen van dit document ontvingen toezending van de gewijzigde bladen.

D. — In de loop van de maanden april 1968 en mei 1968 namen negen personeelsleden van het C.C.R. vrijwillig deel aan een onderzoek van de Medische Faculteit van de Universiteit van Leuven. Zij vormden een vergelijkingsgroep in het kader van onderzoeken in verband met de stoflongziekte. De hun opgelegde proeven omvatten :

- Bepaling van mixing.
- Bepaling van longdiffusiecapaciteit.
- Spirografie.
- Elektrokardiogram bij rust en na inspanning.
- Diverse ademhalingsproeven met in het totaal zeven bloedopnamen na punktie van de slagader.
- Klinisch onderzoek.

E. — Ook in de loop van het dienstjaar 1968 heeft het C.C.R. zich nog verder belast met de verzorging van de proefhondenkennel van het Instituut voor Mijnhygiëne. Deze verzorging omvat :

- Onderhoud van de kennel.
- Verzorging van de proefhonden.

De hondenkennel wordt maandelijks bezocht door dr. Meersseman van de Katholieke Universiteit van Leuven. De proefnemingen betreffen onderzoeken in verband met de stoflongziekte.

7. INTERVENTIONS

A. — Le personnel du C.C.R. est intervenu avec du matériel à trois reprises :

- a) Un feu au siège Micheroux de la S.A. Charbonnages du Hasard à Liège, dû à un phénomène d'autocombustion dans du charbon en dérangement.

Matériel utilisé :

- Mélangeur et pompe « Pleiger » pour essayer d'embouer le feu.
- Cuves à pression, flexibles et cônes d'injection pour construction de barrages au plâtre.

Les moniteurs du C.C.R. ont instruit le personnel du charbonnage intéressé concernant l'emploi de ce matériel.

- b) Deux incendies au siège Eisdén de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen ». Ce fut dans chacun des deux cas un incendie derrière les claveaux dans un envoiage où se trouvaient les portes d'un sas qui empêche l'air descendant dans le puits de s'écouler vers les travaux. Dans les deux cas l'incendie est dû au coupage de pièces métalliques dans les claveaux au moyen d'un chalumeau oxy-acétylénique en amont aérage du sas.

Dans le premier cas, l'incendie a pu être facilement maîtrisé :

- 1°) En étanchant complètement, par projection de plâtre, l'espace libre se trouvant entre les claveaux et le bon terrain dans une brèche de recarrage qui était ouverte à l'aval aérage du sas. Cette opération a dû se faire avec appareil respiratoire à circuit fermé.
- 2°) En étanchant, par projection de plâtre, tous les joints de claveaux situés en amont aérage de la brèche de recarrage.
- 3°) En injectant de l'eau derrière les claveaux aux endroits chauds.

Dans le second cas, le feu a pris presque contre le puits. Il n'a jamais été violent, mais il a été plus difficile à éteindre que dans le premier cas. Il a gagné l'envoiage opposé par derrière la maçonnerie du puits.

Pour maîtriser ce feu nous avons :

- 1°) Injecté de l'eau aux endroits chauds.

7. INTERVENTIES EN HULPVERLENINGEN

A. — Personeel en materieel van het C.C.R. werden ingezet :

- a) Om hulp te verlenen bij de bestrijding van een vuur, door zelfontbranding veroorzaakt in een steenkolenlaag in een storing in de ondergrond van de bedrijfszetel « Micheroux » van de « S.A. Charbonnages du Hasard » te Luik.

Het volgende materieel van het C.C.R. werd er ingezet :

- De « Pleiger »-apparatuur, om te trachten het vuur door bemoddering te verstikken.
- Materieel voor de oprichting van gipsdammen en gipsafdichtingen.

Het gebruik van dit materieel werd door de moniteurs van het C.C.R. aan personeel van de betrokken steenkolenmijn aangeleerd.

- b) Om hulp te verlenen bij de bestrijding van twee branden in de bedrijfszetel Eisdén van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

In beide gevallen betrof het een brand achter de betonnen bekleding van een laadplaats, alwaar zich de deuren bevinden van een sas dat de in de schacht afdalende lucht moet verhinderen naar de ondergrondse werkplaatsen te stromen. Telkens werd de brand veroorzaakt door het met behulp van een zuurstof-acetyleenbrander doorsnijden van in de betonblokken verankerde metalen stukken, zulks luchtstroomopwaarts van het sas.

In het eerste geval kon de brand betrekkelijk gemakkelijk overmeesterd worden :

- 1°) Door in een nabraakbres, luchtstroomafwaarts van het sas gelegen, door middel van gipsspuiting de volledige afdichting te verwezenlijken van de vrije ruimte tussen de betonnen bekleding en het vaste terrein. Dit werk werd uitgevoerd met gebruik van ademhalingsstoestellen van het type « met gesloten omloop ».
- 2°) Door met behulp van gipsspuiting alle voegen te dichten tussen de betonblokken, zich bevindend luchtstroomopwaarts van de nabraakbres.
- 3°) Door op de warm aanvoelende plaatsen water te injecteren achter de betonnen bekleding.

In het tweede geval was het vuur bijna tegen de schacht ontstaan. Het was nooit zeer hevig, maar het was toch moeilijker te blussen dan in het eerstvernoemde geval. Het had ook de tegenoverliggende laadplaats bereikt door doordringing achter de bemetseling van de schacht.

Om dit tweede vuur te bedwingen :

- 1°) Werd op de warm aanvoelende plaatsen water ingespoten.

- 2°) Bouché les entrées d'air derrière les claveaux des deux voies et les parois du puits, en injectant au moyen du mélangeur et de la pompe « Pleiger » un mélange d'eau, de ciment et de poussière calcaire, après avoir bouché tous les joints de claveaux au plâtre.
- 3°) Bouché les retours d'air derrière les claveaux des deux voies en aval aérage de l'incendie avec une injection à sec de filler calcaire au moyen de la cuve à pression « Verpresskessel », après avoir également bouché tous les joints de claveaux au plâtre.

Pour éteindre ce deuxième feu, sur les 60 trous forés 43 ont été injectés :

- Au moyen du « Pleiger » :
 - 1.548 sacs de filler calcaire.
 - 722 sacs de ciment.
- Au moyen du « Verpresskessel » :
 - 1.423 sacs de filler calcaire.

B. — Du matériel pour la construction de barrages au plâtre et pour l'étanchement de galeries au moyen de plâtre a été loué à la S.A. Houillères d'Anderlues à Anderlues.

C. — Le C.C.R. a participé à un essai d'extinction au moyen de CO₂ solide d'un feu déclaré dans deux silos de charbon de la division Houthalen du siège Zolder-Houthalen de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen ». A cette occasion il a effectué de très nombreuses analyses.

D. — Le personnel du C.C.R. a été mis de nombreuses fois à la disposition des sièges du bassin houiller de la Campine pour exécuter des travaux d'étanchement par projection de plâtre.

Ces interventions ont eu lieu à l'occasion de travaux normaux d'exploitation et non à l'occasion de travaux de sauvetage.

8. RECHERCHES

A. — L'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes a chargé la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » d'Essen (Allemagne), l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège et le C.C.R. d'étudier en collaboration les possibilités d'amélioration des appareils respiratoires pour les sauveteurs. Les programmes de recherche propres à chaque institut ont été acceptés par les différents organismes et un contrat collectif a été signé. Les recherches prévues ont commencé définitivement.

2°) Werden de luchtdoorlaten tussen de betonnen bekleding van de twee steengangen en de wanden van de schacht afgestopt door met behulp van de « Pleiger »-apparatuur van het C.C.R. een mengsel van water, cement en kalksteenstof in te spuiten, zulks na al de voegen tussen de betonblokken met gips afgedicht te hebben.

3°) Werden de luchtuitlaten achter de betonnen bekleding van de twee steengangen luchtstroomafwaarts van de brand afgestopt door droge injectie van kalksteenfiller met behulp van de « Verpresskessel » van het C.C.R., zulks eveneens na al de voegen tussen de betonblokken met gips afgedicht te hebben.

In het totaal werden bij het blussen van deze tweede brand ingespoten :

- Met de « Pleiger » :
 - 1.548 zakken kalksteenfiller.
 - 722 zakken cement.
- Met de « Verpresskessel » :
 - 1.423 zakken kalksteenfiller.

Hiervoor werden 43 van de 60 gemaakte boorgaten gebruikt.

B. — Materieel voor gebruik bij de oprichting van gipsdammen en gipsafdichtingen in de ondergrondse werken werd door het C.C.R. verhuurd aan de « S.A. Houillères d'Anderlues » te Anderlues.

C. — Bij gelegenheid van een vuur in twee stofkolenbunkers van de afdeling Houthalen van de bedrijfszetel Zolder-Houthalen van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen werd door het C.C.R. hulp verleend onder de vorm van :

- Advies.
- Bestellingen, afhalingen en leveringen van koolzuurijs, gebruikt om te trachten het vuur onder de invloed van koolzuur te verkoelen en te verstikken.
- Uitvoering van menigvuldige gasanalyses.

D. — Bij verschillende gelegenheden werd personeel en materieel ter beschikking gesteld van de Kempische bedrijfszetels, onder anderen voor de uitvoering van afdichtingswerk door middel van gipsspuiting.

Deze vorm van hulpverlening was echter nooit een reddingsinterventie, maar betrof steeds de normale ondergrondse uitbatingswerken.

8. ONDERZOEKINGEN

A. — Het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Mijnen van de Commissie van de Europese Gemeenschappen heeft de « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » (Essen/Duitsland), het « Institut Ernest Malvoz » (Luik/België) en het C.C.R. opdracht gegeven om in onderlinge samenwerking over te gaan tot het bestuderen van de mogelijkheden van verbetering van de bestaande types ademhalingsstoestellen voor koolmijnreddingsgebruik. Het door ieder van deze drie instituten voorgestelde

vement le 1^{er} juillet 1964. Nous donnons ci-après un aperçu de nos activités dans ce domaine pendant l'année 1968. Nous avons terminé les dernières épreuves concernant les recherches à faire au C.C.R. et nous avons rédigé le rapport final.

Nous donnons un exposé schématique des recherches effectuées.

Il a été jugé nécessaire de comparer les appareils respiratoires au point de vue du comportement physiologique des sauveteurs en cas d'intervention dans des ambiances à température élevée.

300 sauveteurs sont entraînés 5 fois par an dans un chantier représentant les difficultés de la mine et spécialement conçu au point de vue climatisation et surveillance médicale.

Le C.C.R. avait trois problèmes différents à examiner:

1°) *Comparaison des différents appareils respiratoires à circuit fermé (utilisés dans les pays de la Communauté Européenne et du Royaume-Uni) dans le cadre d'exercices effectués dans des conditions climatiques aggravées.*

Au cours de chaque exercice les 300 sauveteurs se partageaient les appareils respiratoires suivants :

- a) Appareils à oxygène liquide et avec cartouche de régénération à chaux sodée :
 - Aerorlox.
 - Dräger Normalair.
- b) Appareils à oxygène comprimé et avec cartouche de régénération à soude caustique :
 - Pirelli 205.
 - Dräger 174 BG.
 - Dräger 172 BG.
 - Dräger BG 170/400.
- c) Appareils à oxygène comprimé et avec cartouche de régénération à chaux sodée :
 - Fenzy 56.
 - Proto MK V.

Pour pouvoir comparer les appareils entre eux, il fallait une commune mesure et cette commune mesure ne pouvait être que l'état physique du porteur de l'appareil après un exercice déterminé. A cet effet nous attribuons à chaque sauveteur à la fin de l'exercice un coefficient de fatigue, qui tient compte :

- a) De la température rectale à la fin de l'exercice.

onderzoeksprogramma werd door de bevoegde commissies aanvaard, waarna een kollektief kontrakt ondertekend werd. Met de voorgenomen onderzoeken werd definitief gestart op datum van 1 juli 1964. Het aan het C.C.R. toegewezen gedeelte van het onderzoeksprogramma werd voleindigd en het desbetreffende eindrapport is opgesteld geworden. Wij geven hierna een schematisch overzicht over de gepresterde werkzaamheden.

Het werd destijds noodzakelijk geoordeeld de diverse types ademhalingstoestellen voor koolmijnreddingsgebruik onderling met elkaar te vergelijken op het gebied van de fysiologische gedragingen van de gebruikers ervan in geval van optreden in verhoogde klimatologische omstandigheden.

Ongeveer vijfmaal per jaar traint het driehonderdtal redders van het Kempische steenkolenbekken in de oefengalerijen van het C.C.R., die de bijzondere moeilijkheden van het ondergrondse koolmijnwerk representeert en die speciale voorzieningen heeft op het gebied van klimatisatie en van medisch toezicht. De door het C.C.R. uit te voeren onderzoeken omvatten drie verschillende problemen.

1°) *Vergelijking van al de types ademhalingstoestellen met gesloten omloop (in gebruik in de landen van de Europese Gemeenschap en in het Verenigd Koninkrijk), in het kader van trainingen in verhoogde klimatologische omstandigheden.*

Bij gelegenheid van iedere trainingscyclus werden de volgende types ademhalingstoestellen over de deelnemende redders verdeeld :

- a) Ademhalingstoestellen met vloeibare zuurstof en met regeneratiepatroon met kalkvulling :
 - Aerorlox.
 - Dräger Normalair.
- b) Ademhalingstoestellen met samengeperste zuurstof en met regeneratiepatroon met alkalivulling :
 - Pirelli 205.
 - Dräger 174 BG.
 - Dräger 172 BG.
 - Dräger BG 170/400.
- c) Ademhalingstoestellen met samengeperste zuurstof en met regeneratiepatroon met kalkvulling :
 - Fenzy 56.
 - Proto MK V.

Ten einde de onderlinge vergelijking mogelijk te maken, was er een gemeenschappelijke meting noodzakelijk. Deze gemeenschappelijke meting kon niet anders zijn dan de fysieke gesteldheid van de gebruikers van de ademhalingstoestellen na afloop van een bepaalde training. Daarom werd aan iedere redder een coëfficiënt van vermoeidheid na inspanning toegekend, rekening houdend met :

- a) De inwendige lichaamstemperatuur na afloop van de training.

- b) De la fréquence cardiaque à la fin de l'exercice.
 c) De la perte de poids en % du poids de l'individu.
 d) De la récupération de la fréquence cardiaque après 10 minutes de repos assis calculée en % de l'augmentation due à l'exercice.
 e) De l'opinion personnelle de l'individu.

Les résultats de ces recherches étaient les suivants :

a) *Comparaison des appareils respiratoires.*

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant où les appareils sont classés en ordre croissant suivant l'indice de fatigue moyen obtenu et où nous exprimons la différence obtenue statistiquement par un trait plein lorsque cette différence est non significative, un trait pointillé lorsque la différence est significative à 95 % et pas de trait lorsque la différence est très significative.

La lecture se fait toujours du haut vers le bas.

— Dräger Normalair	123.5	
— Aerorlox	124.645	
— Dräger 174 BG	128.865	
— Dräger 172 BG	134.988	
— Pirelli 205	135.392	
— Dräger BG 170/400	137.440	
— Fenzy 56	140.020	
— Proto MK V	151.094	

b) *Différence entre appareils respiratoires refroidis et non refroidis.*

Comme suite aux résultats précédents nous avons cherché la raison déterminante de ce classement.

Après examen minutieux des raisons poids, température de l'air inspiré, travail respiratoire, etc..., qui pourraient justifier cette différence, nous avons conclu que le facteur principal était très vraisemblablement le refroidissement de l'appareil et du porteur dû à l'oxygène liquide.

Nous avons comparé les résultats obtenus au cours des mêmes exercices entre trois groupes d'appareils :

- Appareils à oxygène liquide :
 Dräger Normalair.
 Aerorlox.
- Appareils à oxygène comprimé non refroidis :
 Dräger BG 170/400.
 Dräger 172 BG.
 Dräger 174 BG.
 Pirelli 205.

- b) De hartslagfrequentie na afloop van de training.
 c) Het lichaamsgewichtsverlies, uitgedrukt in % van het gewicht van het individu.
 d) De rekuperatie van de hartslagfrequentie na tien minuten zittende rust, berekend in % van de door de inspanning veroorzaakte verhoging.
 e) De subjektieve mening van het individu.

De resultaten van het onderzoek waren de volgende :

a) *Vergelijking van de adembalingstoestellen onderling.*

In de hiernavolgende tabel worden de verschillende adembalingstoestellen geklasseerd in de orde van stijging van de gemiddelde vermoeidheidscoëfficiënt. De statistisch berekende verschillen worden door een volle lijn voorgesteld wanneer het verschil onbeduidend is, door een puntlijn wanneer het verschil voor 95 % betekenisvol is, en zonder lijn wanneer het verschil absoluut betekenisvol is. De aflezing van de tabel dient van boven naar onder te gebeuren.

— Dräger Normalair	123.5	
— Aerorlox	124.645	
— Dräger 174 BG	128.865	
— Dräger 172 BG	134.988	
— Pirelli 205	135.392	
— Dräger BG 170/400	137.440	
— Fenzy 56	140.020	
— Proto MK V	151.094	

b) *Verskil tussen verkoelde en onverkoelde adembalingstoestellen.*

Ingevolge de hogervernoemde resultaten, werd de determinerende reden van het bekomen klassemment opgezocht.

Na nauwgezet onderzoek van de redenen van lichaamsgewicht, temperatuur van de ingeademde lucht, ademwerk, enz..., die de bekomen verschillen hadden kunnen verklaren, kwamen wij tot het besluit dat de hoofdfactor naar alle waarschijnlijkheid gelegen was in het feit van de verkoeling van het adembalingstoestel en van de gebruiker ervan door het effect van de vloeibare zuurstof.

Wij vergeleken dan de resultaten van steeds dezelfde trainingen met drie groepen adembalingstoestellen :

- Adembalingstoestellen met vloeibare zuurstof :
 Dräger Normalair.
 Aerorlox.
- Onverkoelde adembalingstoestellen met samengeperste zuurstof :
 Dräger BG 170/400.
 Dräger 172 BG.
 Dräger 174 BG.
 Pirelli 205.

— Appareils à oxygène comprimé, refroidi par de la glace carbonique placée entre le dos du sauveteur et son appareil respiratoire :

Dräger BG 170/400.

Dräger 172 BG.

Dräger 174 BG.

Pirelli 205.

Il y a trop peu de mesures pour établir des statistiques valables, mais la différence est telle qu'on peut dès l'abord dire que le refroidissement est très bénéfique.

2°) *Temps d'intervention admissibles pour sauveteurs portant des appareils respiratoires à circuit fermé non refroidis dans des conditions climatiques défavorables.*

Ce temps est fonction :

- Des températures sèche et humide du lieu d'intervention.
- De l'intensité du travail.
- De l'appareil respiratoire utilisé.
- Du sauveteur lui-même.

Nous avons établi pratiquement les courbes de durée d'intervention représentées sur la figure suivante.

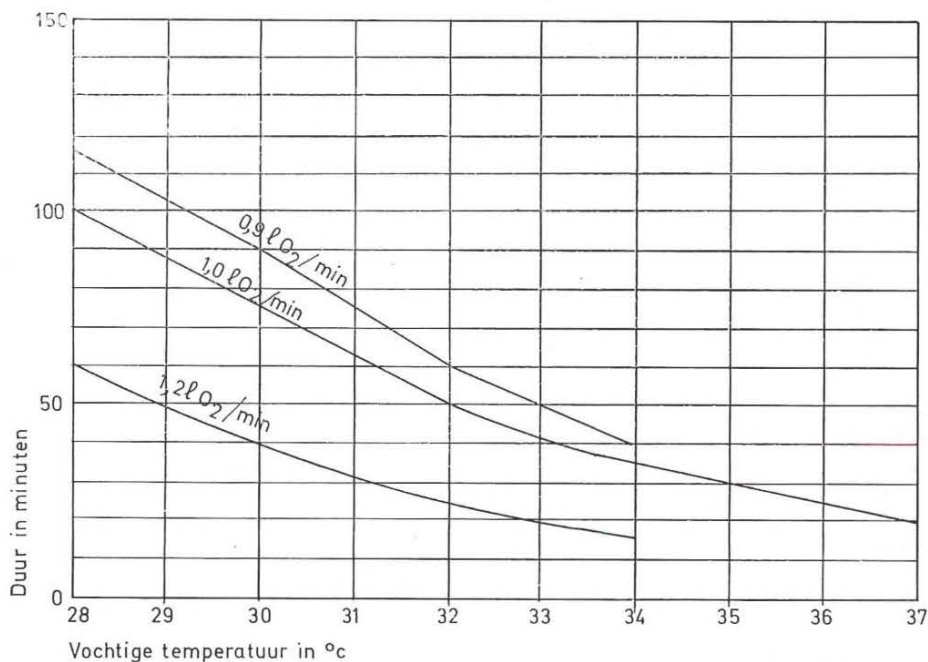


Diagramme permettant de déterminer les temps d'intervention avec appareil respiratoire à circuit fermé type « Dräger » ou « Auer » en fonction de la température ambiante et de l'effort fourni (ces courbes seront plus tard différenciées par type d'appareil).

en ord. : Durée en minutes

en absc. : Température humide en °C

Diagram voor de bepaling van de duur van een interventie met gebruik van een ademhalingstoestel met gesloten omloop van het « Dräger »- of « Auer »-type in functie van de heersende temperatuur en van de geleverde inspanning (deze kurven zullen later voor ieder type van apparaat afzonderlijk opgemaakt worden).

3°) *Etude de l'influence des débuts de stase thermique sur les capacités physiques et mentales du sauveteur.*

De façon générale on doit dire que les exercices de sauvetage exécutés tels qu'ils le sont ne permettent pas

— Ademhalingstoestellen met samengeperste zuurstof, verkoeld door middel van koolzuurijs, geplaatst tussen de rug van de redder en het door hem gedragen ademhalingstoestel :

Dräger BG 170/400.

Dräger 172 BG.

Dräger 174 BG.

Pirelli 205.

Er waren te weinig metingen om geldige statistieken te kunnen opstellen, maar het verschil is zodanig duidelijk, dat zonder enige twijfel mag gezegd worden dat de verkoeling zeer gunstige effecten geeft.

2°) *Vaststelling van de duur van de inspanning, geleverd in verhoogde klimatologische omstandigheden.*

De duur van de inspanning, door de gebruikers van onverkoelde ademhalingstoestellen met gesloten omloop geleverd in verhoogde klimatologische omstandigheden, is afhankelijk van :

- De droge en de vochtige temperatuur van de plaats van optreden.
- De intensiteit van de geleverde inspanning.
- Het type van het gebruikte ademhalingstoestel.
- De toestand van de redder zelf.

Op de hiernavolgende figuur staan de kurven voor de berekening van de duur van een training of interventie weergegeven.

3°) *Invloed van het begin van thermische stase op de fysische en mentale capaciteiten van de redders.*

Over het algemeen kan gezegd worden dat de psychologische onderzoeken, op het C.C.R. verricht door

la détermination d'une détérioration psychique par des tests de courte durée.

Nous devons aussi nous efforcer d'appliquer des tests plus sensibles, avant de tirer des conclusions définitives.

En plus des trois études citées plus haut, des recherches complémentaires ont été faites à l'occasion des exercices :

1^o) Est-il nécessaire de tenir compte des cinq facteurs physiologiques énumérés précédemment pour le calcul de l'indice de fatigue ?

Après examen statistique, nous avons trouvé que :

- a) L'index global donne une très bonne précision.
- b) La valeur moyenne de l'un quelconque de ces facteurs ou de son index donne déjà une très bonne comparaison de l'état physique d'un groupe d'individus. Néanmoins pour juger de l'état d'un individu, nous mesurons toujours la fréquence cardiaque, la température interne et la récupération en % de la fréquence cardiaque après 10 minutes.

2^o) Détermination de certains critères de sélection pour sauveteurs appelés à intervenir dans des ambiances à température élevée.

Les sauveteurs qui sont les plus aptes à travailler à température élevée sont ceux :

- a) Qui effectuent normalement un travail musculaire important.
- b) Qui travaillent habituellement dans une ambiance chaude (égale ou supérieure à 27 °C humide).
- c) Qui ne dépassent pas de plus de 5 kg leur poids idéal, celui-ci étant donné par la formule : (poids en kg + 100) - taille en cm.
- d) Qui ont une consommation d'oxygène par kg de poids, pour une fréquence cardiaque de 170/min, supérieure à 35 cm³/min.

Tout ceci (très important) à condition que lors du premier exercice à température élevée leur coefficient de fatigue reste dans des limites acceptables. Par exemple : 150 avec un appareil « Dräger » pour un exercice de 1,0 litre O₂/min, d'une durée de 100 minutes et dans une ambiance de 28 °C humide et 38 °C sec

dr. Verhaegen van het Laboratorium voor Bedrijfspsychologie en Beroepspsychopathologie van de Katholieke Universiteit van Leuven, aantoonden dat de op het C.C.R. uitgevoerde reddingstrainingen de bepaling van de psychische aftakeling door middel van kortstondige testen niet mogelijk maken.

Alvorens desaan gaande definitieve besluiten te kunnen trekken, zouden verder doorgedreven testen moeten uitgevoerd worden.

Bij gelegenheid van de bestudering van de drie hogervernoemde problemen werden nog enkele andere bijkomende onderzoeken verricht :

1^o) Er werd nagegaan of voor de berekening van de vermoeidheidscoëfficiënt inderdaad rekening moet gehouden worden met de vijf fysiologische factoren, opgesomd onder het hogerstaande punt 1^o.

Na statistisch onderzoek bleek :

- a) Dat de globale index een zeer goede precisie heeft.
- b) Dat de gemiddelde waarde van eender dewelke van de vijf factoren of van zijn index reeds een zeer goede vergelijking mogelijk maakt van de fysische toestand van een groep individuen.
Om een oordeel te vellen over de toestand van een individu meten wij nochtans toch steeds de hartslagfrequentie, de inwendige lichaamstemperatuur en het percentage van de recuperatie van de hartslagfrequentie na tien minuten.

2^o) Wij bepaalden zekere selectiekriteria voor redders, voorbestemd tot optreden in verhoogde klimatologische omstandigheden. Hiervoor zijn het meest geschikt, zij die :

- a) In hun normale arbeidsomstandigheden een belangrijke spierarbeid dienen te leveren.
- b) Gewoonlijk in een warme atmosfeer werken (vochtige temperatuur gelijk aan of groter dan 27 °C).
- c) Met niet meer dan 5 kg hun ideale lichaamsgewicht overschrijden, dit gegeven zijnde door de formule : (lichaamsgewicht in kg + 100) — lichaamsgrootte in cm.
- d) Waarvan het zuurstofverbruik per kilogram lichaamsgewicht bij een hartslagfrequentie van 170/min hoger ligt dan 35 cm³/min.

Dit alles onder de zeer belangrijke voorwaarde dat, bij gelegenheid van hun eerste training in verhoogde klimatologische omstandigheden, hun vermoeidheidscoëfficiënt binnen aanneembare grenzen blijft. Bijvoorbeeld 150 bij gebruik van een ademhalingstoestel van het type « Dräger » voor uitvoering van een training met een verbruik van één liter zuurstof per minuut, van een duur van honderd minuten, uitgevoerd in een atmosfeer met een temperatuur van 28 °C vochtig en 38 °C droog.

3°) Résistance maximum admissible pour les filtres auto-sauveteurs (en collaboration avec l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège).

Il semble sage d'admettre un travail maximum d'environ 2,8 litres O₂/min. Ce qui correspond à une fuite d'allure d'autant plus modérée que la difficulté est plus grande. Mais pour cela il faut de fréquents entraînements de façon que l'ouvrier sache qu'il ne peut à aucun prix se mettre hors d'haleine et qu'il doit absolument doser son effort.

Ceci revient à admettre une résistance maximum de 180 mm H₂O pour un débit continu de 94,5 litres/min.

B. — Le C.C.R. prêta son concours à la réalisation de la partie du programme de recherche confié par l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes à l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège. Nous sommes restés en contact avec le Dr. Petit, Directeur Général de cet institut et responsable de cette partie de la recherche. Nous lui avons prêté du matériel et mis à sa disposition du personnel du C.C.R.

Toutes les expériences sont terminées et la rédaction d'un volumineux rapport final a pris plus de six mois. Nous donnons ci-dessous un exposé schématique des études faites.

1°) *Objet de la recherche.*

— Etudier le fonctionnement des appareils respiratoires en soumettant à des tests respiratoires des sujets exerçant différentes activités.

— Dans le cadre des études visées, déterminer l'influence qu'exercent sur les utilisateurs des appareils les facteurs inhérents à la technique des appareils.

2°) *Recherches effectuées.*

Le premier travail a été de déterminer :

a) Quels étaient les facteurs à mesurer, et comment il fallait les mesurer :

- Le travail mécanique ventilatoire additionnel.
- Les résistances dynamiques et élastiques de chaque partie du circuit.
- La pression critique d'ouverture des valves.
- La surpression.

b) Choisir la nature de l'exercice qu'on ferait exécuter au porteur pour faire les mesures.

Divers ergomètres ont été essayés et comparés entre eux. Les recherches ont amené à choisir le tapis roulant.

3°) In samenwerking met het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik, bepaalden wij de maximaal toelaatbare weerstand van filter-zelfredders. Het blijkt aangeraden te aanvaarden dat de maximaal ontwikkelde ademarheid overeenstemt met een debiet van ongeveer 2,8 l zuurstof per minuut, hetgeen neerkomt op een vlucht waarvan de snelheid vermindert in verhouding tot het stijgen van de moeilijkheidsgraad. Daarvoor zijn regelmatig trainingen te voorzien, zodat de arbeiders kunnen onervinden dat zij onder geen beding zich buiten adem mogen lopen, maar integendeel hun inspanningen moeten doseren.

Dit alles komt neer op het aanvaarden van een maximale weerstand van 180 mm H₂O voor een continu debiet van 94,5 liter/min.

B. — Het C.C.R. verleende zijn daadwerkelijke medewerking aan de uitvoering van het gedeelte van het onderzoeksprogramma, door het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen toegewezen aan het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik. Wij behielden zeer nauwe betrekkingen met dr. Petit, Directeur-Generaal van dit instituut en leider over dit gedeelte van het onderzoek, en wij steunden hem met advies, met personeel en vooral door uitlening van materieel.

Al de geplande proefnemingen en onderzoeken werden voleindigd en gedurende meer dan zes maanden werd gewerkt aan het desbetreffend zeer omvangrijk eindverslag. Wij geven hiernavolgend een schematisch overzicht over het gepresteerde werk.

1°) *Doel van het onderzoek.*

— Bestudering van de werking van de verschillende types ademhalingstoestellen met gesloten omloop door personen met een verschillende aktiviteit aan ademtesten te onderwerpen.

— Bepaling van de invloed van technische eigenschappen van de verschillende types ademhalingstoestellen met gesloten omloop op de gebruikers van zulke apparaten.

2°) *Uitgevoerde onderzoeken.*

Het eerste werk was te bepalen :

a) Welke de te meten factoren waren en op welke manier zij konden gemeten worden. Deze factoren waren :

- De bijkomende mekanische ademarheid.
- De dynamische en de elastische weerstand van ieder gedeelte van de omloop.
- De kritische druk voor opening van de kleppen.
- De overdruk.

b) Welke de aard van de uit te voeren oefening moest zijn.

Verschillende ergometers werden beproefd en onderling vergeleken en tenslotte werd het roltapijt als de meest geschikte aangewezen. Men koos oefen-

On a choisi des exercices courts à intensité croissante allant jusqu'au maximum toléré et des exercices moyens de longue durée.

c) Etude de l'influence de divers facteurs extérieurs :

- Etude de l'influence de la charge.
- Influence de la position corporelle.
- Influence combinée de la charge et de la position corporelle.
- Influence de l'espace mort additionnel.
- Influence des résistances additionnelles.

d) Etude du comportement des appareils respiratoires et des utilisateurs pendant les exercices de durée prolongée et d'intensité croissante jusqu'à épuisement.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

- Température de l'air inspiré.
- Saturation en vapeur d'eau de l'air inspiré.
- Pression partielle de l'O₂ dans l'air inspiré.
- CO₂ dans l'air inspiré et expiré.
- Température rectale.
- Fréquence cardiaque.
- Fréquence respiratoire.
- Ventilation.

A température ordinaire, sauf cas spéciaux, les phénomènes étudiés jusqu'à présent ne semblent pas constituer des facteurs limitatifs des appareils respiratoires ni de la résistance des porteurs.

Des restrictions sont faites pour le travail à température plus élevée quant aux échanges caloriques entre l'air inspiré et le sujet, ainsi qu'entre la cartouche et le sujet, de même que pour la pression partielle du CO₂ dans l'air inspiré.

Toutes ces recherches préliminaires terminées, une étude a été faite afin de déterminer les données mesurables en laboratoire de technologie, ainsi que l'équipement nécessaire à la mesure de ces données.

a) Données mesurables :

- Débit.
- Volume.
- Pressions :
 - maximum.
 - moyenne.
 - élastique.
 - dynamique.
- Résistance au débit.
- Surpression.
- Taux de CO₂.

ningen van korte duur met toenemende intensiteit, gaande tot het te verdragen maximum, evenals middelmatig zware oefeningen van lange duur.

c) Welke de invloed was van verschillende uitwendige factoren :

- Invloed van de gewichtsbelasting.
- Invloed van de positie van het lichaam.
- Gekombineerde invloed van gewichtsbelasting en lichaamspositie.
- Invloed van de bijkomende dode ruimte.
- Invloed van de bijkomende weerstanden.

d) Welke de gedragingen waren van de ademhalings-toestellen en van de gebruikers ervan tijdens oefeningen van verlengde duur en tijdens oefeningen van tot uitputting stijgende intensiteit.

De volgende parameters werden hierbij gemeten :

- Temperatuur van de ingeademde lucht.
- Waterdampverzadiging van de ingeademde lucht.
- Partiële koolzuurgasdruk in de ingeademde lucht.
- Hoeveelheid koolzuurgas in de in- en uitgeademde lucht.
- Inwendige lichaamstemperatuur.
- Hartslagfrequentie.
- Ademfrequentie.
- Ventilatie.

Behoudens in bijzondere gevallen, lijken de bestudeerde fenomenen bij normale temperatuur geen beperkende factoren te stellen voor de ademhalings-toestellen, noch voor de weerstand van de gebruikers ervan.

Bij hogere temperaturen worden restrikties gesteld voor hetgeen betreft de warmte-uitwisseling tussen de ingeademde lucht en het individu en tussen de regeneratiepatroon en het individu, alsmede voor hetgeen betreft de partiële koolzuurgasdruk in de ingeademde lucht.

Eens al de hogervermelde onderzoeken gedaan zijnde, werd overgegaan tot het bepalen van in het technologisch laboratorium meetbare gegevens en van voor de uit te voeren metingen noodzakelijke uitrusting.

a) Meetbare gegevens :

- Debiet.
- Volume.
- Druk :
 - Maximale druk.
 - Gemiddelde druk.
 - Elastische druk.
 - Dynamische druk.
- Weerstand aan het debiet.
- Overdruk.
- Koolzuurgasgehalte.

b) Equipement :

- Poumon artificiel.
- Pneumomètre pour mesurer les débits et les volumes.
- Un électromanomètre.
- Un analyseur rapide de CO₂.
- Quatre galvanomètres enregistreurs.

La « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » d'Essen/Allemagne a acheté le matériel nécessaire et a commencé les mesures. L'Institut Provincial Ernest Malvoz s'est entretemps équipé pour le travail à haute température et a adapté les appareils de mesure, pour l'étude de :

- a) L'influence de la haute température sur le travail respiratoire et sur l'hyperventilation due à la présence de CO₂ dans l'air inspiré.
- b) L'influence de l'espace mort sur le travail respiratoire.
- c) L'influence de la température de l'air inspiré sur les échanges thermiques.
- d) Le coût physiologique de l'utilisation des appareils respiratoires à circuit fermé.

C. — Dans le cadre de l'exécution de la partie du programme de recherche assigné à la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » de Essen/Allemagne par l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes, le C.C.R. a prêté à cet institut une série d'appareils respiratoires.

Les recherches à faire par l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège étant terminées, le programme complet des recherches à faire par l'institut allemand a pu être établi.

On connaissait les facteurs à mesurer, ainsi que leur valeur mesurée sur porteur. Un schéma de travail et les moyens à mettre en œuvre pour le réaliser ont été exposés dans une note rédigée par le dr. Petit, Directeur Général de l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège. Nous en donnons ci-dessous un aperçu schématique.

Certaines données, recueillies par le laboratoire de physiologie de l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège chez des porteurs utilisant les différents appareils respiratoires autonomes, doivent être mises en œuvre au laboratoire de technologie de la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen ». Cette mise en œuvre permettra ultérieurement :

- a) De vérifier si les données expérimentales des deux laboratoires concordent.

b) Uitrusting :

- Kunstlong.
- Pneumometer voor meting van debiet en volume.
- Elektromanometer.
- Analysator voor de snelle ontleding van koolzuurgas.
- Vier registrerende galvanometers.

De « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » van Essen/Duitsland heeft zich de noodzakelijke apparatuur aangeschaft en begon met de voorziene metingen, terwijl het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik zich ging toeleggen op het bestuderen van :

- a) De invloed van de hoge temperatuur op het ademhalingswerk en op de hyperventilatie, veroorzaakt door de aanwezigheid van koolzuurgas in de ingeademde lucht.
- b) De invloed van de dode ruimte op het ademhalingswerk.
- c) De invloed van de temperatuur van de ingeademde lucht op de warmte-uitwisselingen.
- d) De invloed van de fysiologische belasting bij gebruik van ademhalingstoestellen van het type « met gesloten omloop ».

C. — In het kader van de uitvoering van het gedeelte van het onderzoeksprogramma, door het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden van de Commissie van de Europese Gemeenschappen toegewezen aan de « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » van Essen/Duitsland, bezorgde het C.C.R. aan dit instituut een hele reeks verschillende types ademhalingstoestellen in leen.

De onderzoekingen van het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik afgewerkt zijnde, kon een volledig werkprogramma voor het Duitse instituut opgesteld worden.

Men kende de te meten factoren, evenals hun waarden, gemeten op gebruikers van ademhalingstoestellen. Het werkschema en de voor de verwezenlijking ervan aan te wenden middelen werden uiteengezet in een nota van de hand van dr. Petit, Directeur-Generaal van het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik. Wij geven er hiernavolgend een schematisch overzicht van.

Bepaalde gegevens, door het fysiologisch laboratorium van het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik verzameld bij gelegenheid van onderzoekingen op gebruikers van diverse types ademhalingstoestellen met gesloten omloop, dienen ter confrontatie met de gegevens, gevonden in het technologisch laboratorium van de « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » van Essen/Duitsland. Deze werken maakt het mogelijk :

- a) Na te gaan of de experimentele gegevens van beide laboratoria met elkaar overeenstemmen.

b) D'établir un examen type et des normes à respecter pour réaliser l'agrégation des appareils respiratoires autonomes. Les paramètres mesurés dans ce but doivent donc être simples et précis, et fournir des résultats incontestables et aisément reproductibles.

Les appareils utilisés en laboratoire sont :

- Un poumon artificiel.
- Un pneumomètre autorisant les mesures de débit et de volume.
- Un électromanomètre pour traduire la pression mesurée à l'embouchure de l'appareil respiratoire autonome en équivalent électrique.
- Un analyseur rapide de CO₂.
- Quatre galvanomètres enregistreurs inscrivant les différents paramètres.

Les valeurs suivantes ont été mesurées :

- Débit.
- Volume.
- Pression.
- Valeurs maximales de pression inspiratoire et expiratoire.
- Résistance au débit aérien.
- Variation de pression élastique.
- Pression moyenne.
- Variations du taux de CO₂.
- Température de l'air inspiré.

Les essais commencent par une épreuve de longue durée, puis se terminent par une épreuve progressive. Le plan de fonctionnement du poumon artificiel est le suivant :

Durée en minutes	Ventilation en l/min	Fréquence/ min	Volume courant en litres
120	30	20	1,5
5	50	20	2,5
5	70	25	2,8
5	90	30	3,0

Le programme a été partiellement modifié en cours d'exécution.

b) Over te gaan tot het opstellen van een type-onderzoek en tot het bepalen van normen voor de aanvaarding van ademhalingstoestellen van het type « met gesloten omloop ».

De parameters dienen derhalve eenvoudig en juist te zijn en onbetwistbare en gemakkelijk te reproduceren resultaten op te leveren.

De in de laboratoria gebruikte apparaten omvatten :

- Een kunstlong.
- Een pneumometer voor de metingen van debiet en van volume.
- Een elektromanometer om de aan het mondstuk van het ademhalingstoestel gemeten druk om te zetten in zijn elektrisch equivalent.
- Een analysator voor de snelle ontleding van het CO₂.
- Vier registrerende galvanometers voor de meting van de verschillende parameters.

De volgende waarden werden gemeten :

- Debiet.
- Volume.
- Druk.
- Maximale waarde van de in- en uitademingsdruk.
- Weerstand van het luchtdebiet.
- Variaties van de elastische druk.
- Gemiddelde druk.
- Variaties van het CO₂-gehalte.
- Temperatuur van de ingeademde lucht.

Alle proefnemingen begonnen met een proef van lange duur en eindigden met een progressieve proef. Het werkingsplan van de kunstlong was zoals aangegeven in de hiernavolgende tabel.

Duur in minuten	Ventilatie in l/min	Frekwentie/ min	Volume in l
120	30	20	1,5
5	50	20	2,5
5	70	25	2,8
5	90	30	3,0

Het op voorhand opgestelde werkprogramma werd in de loop van het onderzoek gedeeltelijk gewijzigd.

Les recherches sont terminées et la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » rédige le rapport final qui comprendra les points suivants :

1. Généralités.

Discussion des valeurs mesurées à l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège.

2. Théorie.

2.1. Théorie générale.

2.2. Recherche de la détermination d'une valeur globale permettant de juger de la valeur d'un appareil respiratoire.

3. Principe de mesures et exécution des mesures.

3.1. Poumon artificiel.

3.2. Mesure des grandeurs physiques.

3.3. Mesure de l'efficacité des cartouches absorbantes de CO₂.

4. Reproductibilité de la respiration humaine au moyen du poumon artificiel.

5. Résultats des mesures.

5.1. Exposé des résultats de mesure avec un appareil respiratoire (exemple).

5.2. Comparaison entre les valeurs trouvées en 5.1. avec les valeurs trouvées au laboratoire de l'Institut Provincial Ernest Malvoz de Liège.

5.3. Tableau des résultats des mesures avec les appareils expérimentés et des tolérances physiologiques pour chaque facteur mesuré.

5.4. Résultats des essais des cartouches absorbantes de CO₂.

6. Discussion des résultats des mesures.

7. Conséquences des recherches sus-mentionnées sur la construction et le contrôle de fonctionnement des appareils respiratoires.

D. — Les docteurs Crabbé et Kolanowski de la Faculté de Médecine de l'Université Catholique de Louvain ont commencé au C.C.R. dans le courant de l'année 1968 des recherches médicales concernant le comportement des personnes travaillant dans des conditions climatiques élevées.

Vingt neuf sauveteurs des sièges de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen » ont participé à cette recherche. Le docteur Kolanowski a été assisté du personnel du C.C.R. L'étude entreprise a pour but d'analyser le mécanisme de récupération après un exercice à haute température. Elle est, en fait, une suite à une recherche précédente faite au C.C.R. par le docteur Crabbé et publiée dans le numéro 2/1966 de la Revue de l'Institut

De onderzoekingen volledig afgewerkt zijnde, is de « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » van Essen/Duitsland nu bezig met het opstellen van het eindverslag, dat de volgende punten omvatten zal.

1. Algemeenheden.

Diskussie van de waarden, gemeten in de laboratoria van het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik.

2. Theorie.

2.1. Algemene theorie.

2.2. Bepaling van een globale waarde voor beoordeling van de waarde van een ademhalingsstoestel.

3. Principe en uitvoering van de metingen.

3.1. Kunstlong.

3.2. Meting van de fysische grootheden.

3.3. Meting van de waarde der regeneratiepatronen.

4. Reproductibiliteit van de menselijke ademhaling door middel van een kunstlong.

5. Resultaten van de metingen.

5.1. Uiteenzetting over de resultaten van de metingen op een ademhalingsstoestel (voorbeeld).

5.2. Vergelijking van de in 5.1. gevonden waarden met deze van het laboratorium van het « Institut Provincial Ernest Malvoz » van Luik.

5.3. Tabel met de resultaten van de metingen op de ademhalingsstoestellen en met de fysiologische toleranties voor iedere gemeten faktor.

5.4. Resultaten van de proefnemingen met regeneratiepatronen.

6. Diskussie van de resultaten van de metingen.

7. Gevolgen van het uitgevoerde onderzoek op de bouw en de werkingskontrolle van ademhalingsstoestellen.

D. — Drs. Crabbé en Kolanowski van de Medische Fakulteit van de Katholieke Universiteit van Leuven begonnen in de loop van het dienstjaar 1968 op het C.C.R. met medische onderzoekingen betreffende de gedragingen van in verhoogde klimatologische omstandigheden arbeidende personen.

Aan dit onderzoek wordt deelgenomen door 29 reders van de verschillende bedrijfszetels van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, terwijl het personeel van het C.C.R. bij de uitvoering van de metingen behulpzaam is. De ondernomen studie heeft tot doel het mechanisme van de rekuperatie van het hydrisch volume na een training in verhoogde klimatologische omstandigheden te analyseren. Zij is in feite een vervolg op een vroeger onderzoek van dr. Crabbé, eveneens in liet

d'Hygiène des Mines sous le titre : « Conséquences de l'exercice physique en climat chaud pour le métabolisme hydro-électrolytique ».

L'étude actuelle vise à trouver une réponse à des questions que la recherche précédente avait soulevés. Elle essaie entre autres de préciser dans quelle mesure la stimulation cationique dépend de la stimulation du cortex surrénal.

La recherche se prolonge jusque fin mai 1969, moment à partir duquel les résultats pourront être dépouillés en vue de la rédaction d'un rapport.

9. ESSAIS D'APPAREILS ET DE MATERIEL

Essais sur produits d'étanchement

Nous avons continué nos recherches et nos essais concernant les matériaux et procédés d'étanchement de barrages et de galerie, leurs possibilités d'application et les modalités et les normes de contrôle des produits utilisés.

1°) Mousse de polyuréthane.

Les recherches concernant les possibilités d'utilisation de la mousse de polyuréthane projetée en grande surface dans la mine ont continué.

Ces recherches concernent trois points :

- a) Empêcher la propagation rapide de la flamme à la surface de la mousse projetée en manchette dans une galerie.
- b) Eviter l'accumulation d'électricité électrostatique sur une surface de mousse.
- c) Trouver un moyen de contrôle pratique et sûr de la qualité de la mousse au point de vue non propagation rapide de la flamme à sa surface.

En 1967 nous pensions avoir trouvé une solution aux deux premiers problèmes en projetant du plâtre au moyen d'un pistolet sur la surface de la manchette préalablement éraflée au moyen d'un rateau.

Les expériences de combustion à échelle 1/1 ont été continuées dans notre galerie. Ces essais ont tous confirmé la valeur du plâtre comme produit ignifuge empêchant la propagation rapide de la flamme. Des essais de conductibilité électrique superficielle du plâtre faits à la « Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke » de Dort-

C.C.R. uitgevoerd en destijds beschreven in het nummer 2/1966 van het Tijdschrift van het Instituut voor Mijnhygiëne onder de titel « Conséquences de l'exercice physique en climat chaud pour le métabolisme hydro-électrolytique ».

De huidige studie wil een antwoord zoeken op enkele na het vorige onderzoek gerezen vragen en zal namelijk trachten te preciseren in welke mate de stimulatie van de kationische uitwisselingen afhankelijk is van de stimulatie van de surrenale cortex.

Het onderzoek zal nog voortduren tot in de loop van de maand mei 1969, waarna kan begonnen worden met het bestuderen van de resultaten ervan en met het opstellen van het desbetreffende rapport.

9. PROEFNEMINGEN OP APPARATEN EN MATERIEEL

Proefnemingen met afdichtingsprodukten

Ook in de loop van het dienstjaar 1968 gingen wij verder met de proefnemingen en onderzoekingen betreffende de diverse afdichtingsprodukten voor dammen en galerijwanden, de toepassingsmethoden ervan, alsmede de modaliteiten en normen voor de controle van deze produkten.

1°) Polyurethaanschuim.

De proefnemingen betreffende de toepassingsmogelijkheden van op grote oppervlakten gespoten polyurethaanschuim werden voortgezet.

Deze proefnemingen omvatten drie punten :

- a) Beletten van de snelle voortzetting van de vlammen over de oppervlakte van een polyurethaanschuimmanchette, opgericht in een ondergrondse mijngalerij.
- b) Vermijden van de opeenhoping van elektrostatische elektriciteit op met polyurethaanschuim bespoten oppervlakten.
- c) Zoeken naar een praktisch en zeker middel voor de controle van polyurethaanschuimen op het gebied van vermindering van de snelle voortzetting van de vlammen over met zulke schuimen bespoten oppervlakten.

Reeds in de loop van het dienstjaar 1967 hadden wij voor de twee eerstvernoemde problemen een oplossing gevonden door de polyurethaanschuimmanchette vooreerst door middel van een tuinhark te doorkrassen en ze vervolgens met behulp van een gipsspuitlans met gips te overspuiten.

Ook in de loop van het dienstjaar 1968 werden in de proefgalerij van het C.C.R. nog brandproeven op ware grootte verricht. Allen bevestigden zij de waarde van het gips als onbrandbaar-makend produkt ter verhindering van de snelle voortzetting van vlammen.

mund/Allemagne ont également établi l'absence de danger d'accumulation d'électricité statique.

Faute de tests physiques ou chimiques, nous permettant de décélérer le danger que pouvait présenter une mousse au point de vue de la propagation rapide de la flamme à sa surface, nous avons en 1968 continué à mettre au point des tests de combustion à échelle réduite (1/20) qui donnent des résultats comparables à ceux obtenus à l'échelle 1/1.

Une démonstration d'essais de combustion à échelle 1/1 et à échelle 1/20 a eu lieu le 30-7-1968 en présence d'un groupe d'experts du groupe de travail « Sauvetage, Feux et Incendies » de l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes.

Comme suite à cette journée d'étude, nous avons rassemblé la documentation concernant toutes les recherches à propos de la combustibilité de l'uréthane faites en galerie et en laboratoire en Belgique, Grande Bretagne et République Fédérale Allemande. Cette documentation a été communiquée au groupe de travail « Sauvetage, Feux et Incendies », qui l'a publiée en plusieurs langues sous le titre : Utilisation de la mousse de polyuréthane dans la mine (rapport présenté par Monsieur Hausman). Cette publication peut être résumée de la façon suivante :

A) Travaux faits en Belgique :

a) Essais de combustion au C.C.R./Hasselt :

La mousse de polyuréthane projetée en manchette sur les parois d'une galerie présente le phénomène de propagation très rapide de la flamme sur toute sa surface.

Ce phénomène existe encore si on a ajouté à la mousse des produits inhibiteurs de flamme.

Ce phénomène ne semble pas dépendre du préchauffage mais surtout de l'intensité du bûcher initial. Si on recouvre la mousse d'un produit ignifuge « Auer », à raison de 600 g/m², la propagation rapide de la flamme ne se fait plus.

Le résultat est encore meilleur lorsqu'on recouvre la surface de la mousse d'une épaisseur de 2 à 3 mm de plâtre.

b) Essais faits à l'Université de Liège (laboratoires) :

On a comparé le point éclair et analysé les matières volatiles de trois sortes de mousse : M.S.A., Bayer et Shell. Rien n'explique le phénomène de propagation rapide de la flamme.

Proefnemingen in de « Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke » van Dortmund/Duitsland konfirmeerden het vermoeden van afwezigheid van gevaar van opeenhoping van elektrostatische elektriciteit op gips.

Bij ontbreken van fysische en chemische testen voor de bepaling van het gevaar van de snelle voortzetting van de vlammen over de oppervlakte van polyurethaanschuimen, hebben wij ook in de loop van het dienstjaar 1968 onze proefnemingen op beperkte schaal (1/20) voortgezet. De op punt gestelde methode werd aan menigvuldige proeven onderworpen en bleek in alle gevallen resultaten op te leveren die vergelijkbaar zijn met deze van de proefnemingen op ware grootte (schaal 1/1).

Op aanvraag van de werkgroep « Reddingswezen - Mijnvuren en Mijnbranden » van het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen, werd op datum van 30.7.1968 in de proefgalerij van het C.C.R. ten gerieve van deskundigen uit meerdere Europese landen een demonstratie van brandproeven op ware grootte en op beperkte schaal georganiseerd, uitgevoerd op beschermde en onbeschermde polyurethaanschuimen.

Na afloop van deze demonstratiedag verzamelden wij een volledige dokumentatie betreffende alle brandproeven op polyurethaanschuimen, in laboratorium en in proefgalerij uitgevoerd in België, in het Verenigd Koninkrijk en in West-Duitsland. Deze dokumentatie werd door het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen gepubliceerd onder de titel « Gebruik van polyurethaanschuim in de steenkolenmijnen (rapport van dhr. Hausman) ». Deze publikatie kan als volgt samengevat worden :

A) In België uitgevoerde proefnemingen :

a) Brandproeven in de proefgalerij van het C.C.R. :

Het polyurethaanschuim, onder de vorm van een manchette gespoten op de wanden van een galerij, is in geval van brand gevaarlijk wegens het snelle voortzetten van de vlammen over de oppervlakte ervan.

Dit gevaar blijft bestaan bij toevoeging van vlammenvermijdende middelen aan het schuim, en het fenomeen schijnt niet afhankelijk te zijn van de voorverwarming, maar wel hoofdzakelijk van de intensiteit van het initiale vuur.

Wanneer het polyurethaanschuim overspoten wordt met 600 g/m² « Auer »-coating, stelt het gevaar zich niet meer, maar de resultaten zijn nog beter bij een overspuiting met een gipslaag van 2 tot 3 mm dikte.

b) Proefnemingen in de laboratoria van de universiteit van Luik :

De analyse van verschillende soorten polyurethaanschuimen kon geen verklaring geven voor het fenomeen van de snelle voortzetting van vlammen.

B) Essais effectués en Grande Bretagne :

Essais en galerie :

- Exactement les mêmes résultats que ceux obtenus en Belgique.
Le bûcher initial comportait plus de 400 kg de bois, alors qu'en Belgique on avait 100 kg de bois.
- La mousse revêtue de « Calco » (mélange de ciment et plâtre), épaisseur environ 1 cm, n'a pas brûlé et la flamme ne s'est pas propagée.
- Lorsque la flamme se propage rapidement l'analyse des gaz de combustion donne :
 - $O_2 = 2\%$.
 - $CO_2 = 19\%$.
 - $CO = 6\%$.

C) Recherches effectuées en République Fédérale Allemande :

a) Recherches en galerie à la « Versuchsgrube Tremonia » à Dortmund :

- La mousse non recouverte brûle avec propagation rapide de la flamme à la surface.
- La mousse recouverte d'un produit ignifuge (600 g/m^2) a brûlé avec propagation rapide de la flamme et fumées noires lorsque, au bûcher initial composé de 4 panneaux de garnissage de bois résineux de 210 kg plus 3 piles de bois faisant en tout 100 kg, on a ajouté 175 kg de bois.
- Un autre essai avec préchauffage (3 fois 60 kg de bois placés de 10 en 10 m) et le même bûcher initial que le précédent n'a pas donné lieu à la propagation rapide de la flamme.
- D'autres essais ont été effectués afin d'expérimenter si un feu couvant à la paroi d'une galerie pouvait transmettre le feu à l'uréthane qui aurait recouvert cette paroi. L'uréthane se carbonise mais la flamme ne se propage pas.

b) Essais faits en laboratoire :

- Les essais avaient pour but de comparer les produits de distillation combustibles obtenus en chauffant de la sciure de bois et de la mousse de polyuréthane pulvérisée.
Dans tous les cas, les gaz de distillation de la sciure de bois sont au moins aussi inflammables que ceux de la mousse de polyuréthane. Les expériences n'expliquent pas la propagation rapide de la flamme.
- Des essais de conductibilité électrique faits sur de la mousse recouverte du produit ignifuge « Auer » montraient que cette mousse présentait un danger au point de vue électricité statique.

B) In het Verenigd Koninkrijk uitgevoerde proefnemingen :

Bij de uitvoering van brandproeven in galerij werden juist dezelfde resultaten geboekt als deze die op het C.C.R. bekomen werden. Het ontstekingsvuur omvatte hier echter 400 kg hout, daar waar op het C.C.R. slechts 100 kg gebruikt werd.

Polyurethaanschuim, bedekt met een laag « Calco » (mengsel van cement en gips) van ongeveer 1 cm dikte, heeft niet gebrand en er was ook geen voortzetting van vlammen waar te nemen.

Bij voortzetting van de vlammen was het resultaat van de analyse van de brandgassen :

- 2 % zuurstof.
- 19 % koolzuurgas.
- 6 % koolmonoxyde.

C) In West-Duitsland uitgevoerde proefnemingen :

a) Brandproeven in de « Versuchsgrube Tremonia » van Dortmund/Duitsland :

- Onbeschermd polyurethaanschuim brandt met snelle voortzetting van de vlammen.
- Met 600 g/m^2 van een onbrandbaar-makend produkt bespoten polyurethaanschuim brandde met snelle voortzetting van de vlammen en met ontwikkeling van zwarte rook wanneer aan het initiale ontstekingsvuur, bestaande uit vier panelen van ieder 210 kg harshoudend hout plus 100 kg over drie brandstapels verdeeld hout, een hoeveelheid van 175 kg hout toegevoegd werd.
- Een voorverwarming met hetzelfde initiale ontstekingsvuur (4 panelen en 3 brandstapels), aangevuld met driemaal 60 kg hout, geplaatst om de 10 meters, gaf geen aanleiding tot snelle voortzetting van vlammen.
- Een aan de galerijwand smeulend vuur karboniseerde weliswaar het tegen de wand gespoten polyurethaanschuim, maar zulks zonder snelle voortzetting van vlammen.

b) Laboratoriumproeven :

- Bij vergelijking van de brandbare distillatieprodukten van houtzaagsel en van polyurethaanschuim konstateerde men dat beiden minstens even ontvlambaar zijn.
De gedane proefnemingen konden het fenomeen van de snelle voortzetting van de vlammen niet verklaren.
- Met « Auer »-coating overspoten polyurethaanschuim bleek gevaarlijk op het gebied van opeenhoping van elektrostatische elektriciteit.

— D'autres essais faits sur de la mousse recouverte de plâtre ont montré que, avec l'humidité relative de l'air de la mine (75 % et même moins), le danger d'accumulation d'électricité électrostatique n'existait pas.

Les résultats de tous ces essais montrent que :

- a) La mousse de polyuréthane ne présente pas le danger de propagation rapide de la flamme lorsqu'elle est recouverte de plâtre et lorsque le bûcher initial n'est pas trop important.
- b) La mousse d'uréthane ne présente pas le danger d'accumulation d'électricité statique lorsqu'elle est recouverte de plâtre.
- c) Aucun procédé de laboratoire n'a permis de définir le mécanisme de la propagation rapide de la flamme et aucun procédé ne permet donc un contrôle.

Ces considérations nous ont amenés à formuler les conclusions suivantes :

L'application de la mousse de polyuréthane dans le fond présente certains avantages :

- Bien appliquée, elle garantit une parfaite étanchéité.
- Elle résiste très longtemps et, grâce à son élasticité, s'adapte très bien aux pressions de terrain.
- Elle constitue un excellent isolant.

Elle présente pourtant certains inconvénients :

- Elle n'adhère pas sur les surfaces humides.
- Elle présente en cas d'incendie un très grand danger de propagation rapide de la flamme lorsqu'elle est projetée en galeries, si des précautions spéciales ne sont pas prises.
- Il existe un certain danger d'auto-inflammation.
- Non recouverte, elle présente un danger d'accumulation d'électricité statique.

Les avantages au point de vue sécurité et économie nous ont incités à rechercher des moyens de parer aux inconvénients cités. Nous pensons avoir trouvé ces moyens, à la condition d'appliquer les règles suivantes :

- 1^o) La projection de polyuréthane sur des grandes surfaces dans le fond de la mine ne peut se faire sans l'autorisation du Corps des Mines, sauf en cas d'urgence pour des opérations de sauvetage.
- 2^o) Lors de la projection de mousse de polyuréthane sur des grandes surfaces, prendre les précautions suivantes :

— Met g'ps overspoten polyurethaanschuim was bij de relative vochtigheid (75 % en minder) van de mijnlucht ongevaarlijk op het gebied van opeenhoping van elektrostatische elektriciteit.

Uit het geheel van de resultaten van al deze proefnemingen kan afgeleid worden :

- a) Dat polyurethaanschuim ongevaarlijk is op het gebied van snelle voortzetting van de vlammen in geval van brand, indien het met gips overspoten werd en het initiale ontstekingsvuur niet al te belangrijk is.
- b) Dat polyurethaanschuim ongevaarlijk is op het gebied van opeenhoping van elektrostatische elektriciteit, indien het met gips overspoten werd.
- c) Dat geen enkele laboratoriumproef de definitie van het mechanisme van de snelle voortzetting van vlammen toelaat en derhalve ook geen controle mogelijk maakt.

Deze beschouwingen brachten ons tot het formuleren van de hiernavolgende besluiten :

Het gebruik van polyurethaanschuim in de ondergrond van steenkolenmijnen is voorzeker voordelig :

- Wanneer het goed aangebracht wordt, waarborgt het een perfecte afdichting.
- Het weerstaat gedurende lange tijd en zijn elasticiteit maakt een goede aanpassing aan de terreindruk mogelijk.
- Het is een allerbest isolatiemiddel.

Nochtans zijn er nadelen aan verbonden :

- Het kleeft niet op vochtige oppervlakten.
- Wanneer geen speciale voorzorgsmaatregelen getroffen werden, is het bij gebruik in galerijen zeer gevaarlijk op het gebied van snelle voortzetting van de vlammen in geval van brand.
- Er bestaat een zeker gevaar van zelfontbranding.
- Het is gevaarlijk op het gebied van opeenhoping van elektrostatische elektriciteit.

De voordelen op het gebied van veiligheid en economie hebben er ons toe aangezet middelen op te zoeken om aan de vermelde nadelen te verhelpen. Wij denken deze middelen gevonden te hebben door toepassing van de volgende regels :

- 1^o) Het in de ondergrond van steenkolenmijnen op grote oppervlakten spuiten van polyurethaanschuim dient voorafgaandelijk onderworpen te worden aan de goedkeuring van de mijninspectie, behalve in geval van reddingsinterventie.
- 2^o) Bij het spuiten van polyurethaanschuim op grote oppervlakten dienen de hiernavolgende voorzorgen genomen te worden :

- a) Lorsque la surface à projeter est humide, saupoudrer d'abord du plâtre sec, qui absorbe cette humidité.
- b) Lorsque la mousse de polyuréthane est projetée sous forme de manchette dans une galerie, le danger de propagation rapide de la flamme en cas d'incendie peut être évité :
- En projetant sur toute la surface de la manchette une protection ignifuge. La meilleure protection que nous ayons trouvée jusque maintenant est une couche de plâtre de 2 à 3 mm d'épaisseur. Cette couche de plâtre empêche en plus l'accumulation d'électricité statique.
 - En empêchant qu'un feu important vienne directement au contact de la mousse de polyuréthane. A cet effet, il faut projeter du plâtre sur toute la surface de la galerie sur au moins une longueur de 10 m immédiatement en amont aérage de la manchette, ou établir un dispositif coupe-feu automatique, à eau ou autre, immédiatement en amont aérage de la manchette.
- c) La mousse de polyuréthane ne peut être projetée que par des spécialistes, parce que le danger d'auto-inflammation existe quand :
- On projette en une fois une trop grande épaisseur. Lorsqu'il est nécessaire de projeter une grande épaisseur, on doit le faire en couches successives de 3 à 4 cm.
 - Les proportions du mélange des deux produits ne sont pas exactes. La mousse est d'ailleurs à ce moment de mauvaise qualité.
- 3^o) Comme nous ne connaissons aucun test, soit chimique, soit physique, qui nous permette un contrôle des produits au point de vue du phénomène de la propagation rapide de la flamme le long d'une manchette, il est nécessaire de soumettre les nouveaux produits, et de temps à autre les produits déjà utilisés, au test de combustion à l'échelle du 1/20.
- a) Wanneer de te bespuiten oppervlakte vochtig blijkt te zijn, dan dient vóór het spuiten van polyurethaanschuim droge gips op de vochtige plaatsen aangebracht te worden. Dit is immers een uitstekend middel om het vocht op te slorpen.
- b) Wanneer het polyurethaanschuim onder de vorm van een manchette dient aangebracht te worden, dan kan de eventuele snelle voortzetting van de vlammen in geval van brand voorkomen worden door :
- De gehele manchette met een onbrandbaar-makend produkt te bespuiten. Het aanbrengen van een laag gips van 2 of 3 mm dikte is hiervoor het beste door ons gevonden middel. Deze laag gips verhindert bovendien een gevaarlijke opeenhoping van elektrostatische elektriciteit.
 - Te voorkomen dat een belangrijk vuur rechtstreeks met het polyurethaanschuim in contact komen kan. Hiervoor dient de galerijbekleding tot op minstens 10 meters luchtstroomopwaarts van de polyurethaanschuimmanchette met gips bespoten te worden, of kan onmiddellijk luchtstroomopwaarts een automatisch vuurafsnijdend dispositief met water of met een ander middel opgesteld worden.
- c) Het polyurethaanschuim kan slechts door ter zake gespecialiseerd personeel aangebracht worden, omdat er gevaar voor zelfontbranding bestaat wanneer :
- Men het polyurethaanschuim op een te grote dikte spuit. Wanneer toch een grotere dikte nodig blijkt, dan is het aangewezen te spuiten in opeenvolgende lagen van telkens 3 tot 4 cm dikte.
 - Men het mengsel van de beide produkten voor vorming van het polyurethaanschuim niet in de juiste verhoudingen uitvoert, waardoor een slechte schuimkwaliteit zou bekomen worden.
- 3^o) Daar er geen fysische noch chemische laboratoriumproeven voorhanden zijn voor controle van de geleverde produkten op het gebied van de snelle voortzetting van vlammen bij een brand op een polyurethaanschuimmanchette, dienen nieuwe produkten, en af en toe ook de reeds gebruikte produkten, onderworpen te worden aan een test op schaal 1/20.

Il peut sembler étonnant que nous recherchions avec autant d'opiniâtreté le moyen d'utiliser la mousse de polyuréthane, mais il faut se dire que c'est le meilleur moyen d'étanchement que nous connaissions. Ceci à cause de ses qualités gonflantes, son adhérence parfaite sur tous les matériaux, son élasticité et son imperméabilité aux gaz. Nous ne retrouvons toutes ces qualités réunies dans aucun autre produit d'étanchement, soit latex, plâtre, etc...

Het kan misschien verwonderlijk voorkomen dat wij met zulke hardnekkigheid zochten naar mogelijkheden van gebruik van polyurethaanschuim, maar het moet gezegd dat het tot op heden het beste afdichtingsmiddel is dat wij kennen, zulks dank zij zijn opzwelende eigenschappen, zijn perfect kleefvermogen op alle materialen, zijn elasticiteit, en zijn ondoordringbaarheid voor gassen. Al deze eigenschappen vinden wij niet verenigd in andere afdichtingsprodukten zoals latex, gips, enz...

2°) Plâtre.

A) *Projection de plâtre sur les parois d'une galerie ou sur une face de barrage comme moyen d'étanchement.*

Le transport pneumatique du plâtre et le mélange de ce plâtre avec de l'eau dans une lance placée à l'extrémité du flexible d'amenée du plâtre ont été maintenus. Le procédé a seulement été amélioré de façon à avoir un jet plus concentré et plus facile à diriger surtout dans les cavités, un meilleur mélange du plâtre avec l'eau, donc avec moins de perte de plâtre et moins de poussière et enfin moins de risque de bouchage, parce qu'il y a moins de risque de rentrée d'eau dans le flexible d'amenée du plâtre.

Comme lance nous avons pris la tête utilisée par « Atlas Copco » pour le sablage humide, à l'extrémité de laquelle nous ajoutons une pièce tronconique en caoutchouc qui resserre le jet. Pour diminuer le risque de bouchage nous injectons de l'air comprimé supplémentaire immédiatement avant le tuyau en caoutchouc de 3 m de longueur sur lequel est fixée la lance où se fait le mélange. Cette injection d'air comprimé supplémentaire se fait par deux ajutages tangentiels à un morceau de tuyau en acier de 30 cm de longueur. Cette injection d'air comprimé est synchronisée avec l'admission d'air comprimé dans la cuve à pression. Le plan de cette pièce nous a été donné par la « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » d'Essen/Allemagne.

B) *Construction de barrage en plâtre.*

Jusque maintenant nous avons continué à construire nos barrages au plâtre suivant le procédé dit « à sec », c'est-à-dire avec transport pneumatique du plâtre sec et humidification du plâtre à la sortie de la canne de projection.

Comme suite à une visite aux Stations Centrales de Sauvetage de la Sarre et de la Lorraine, nous avons dans les deux endroits assisté à la confection de barrages au plâtre préalablement mélangé avec de l'eau et transporté hydrauliquement. Le plâtre utilisé est un plâtre à prise retardée.

Le procédé mis au point par les deux centrales de sauvetage est certainement intéressant dans beaucoup de cas. Tout comme le transport pneumatique, le transport hydraulique permet d'atteindre des distances de 250 et même 300 m. Le débit du transport hydraulique est souvent supérieur à celui du transport pneumatique et, d'après des essais d'explosion à haute pression faits à la

2°) Gips.

A) *Het spuiten van gips als afdichtingsmiddel op de wanden van een mijn galerij of op een afdamming.*

De pneumatische aanvoer van het gips naar de spuitlans en het pneumatisch verspuiten van het mengsel van gips en water door middel van de spuitlans bleven ook nu nog behouden. De methode van gipsspuiting werd enkel verbeterd door invoering van het gebruik van een spuitlans van fabricatie « Atlas Copco », waardoor bekomen werd :

- Een meer gebundelde spuitstraal.
- Een gemakkelijker te richten spuitstraal (vooral belangrijk voor het spuiten in holten).
- Een betere vermenging van het gips met het water, met als gunstige gevolgen :
 - Minder verlies van gips.
 - Geringere stofvorming.
 - Minder kans op verstoppingen.
- Vermindering van het risico van binnendringen van het water in de gipsaanvoerslang.

De bundeling van de spuitstraal werd daarenboven nog meer verbeterd door aan de « Atlas Copco »-lans een kegelvormige rubberen spuitkop toe te voegen, terwijl het risico van verstoppingen nog meer verkleind werd door het injekteren van bijkomende perslucht onmiddellijk vóór de rubberen slang met spuitlans. Deze injectie gebeurt door middel van twee verbindingstukken, tangenciaal aan een ijzeren buis van 30 cm lengte. Zij is gesynchroniseerd met de toevoer van perslucht in de wegpersketel. Het konstruktieplan van deze persluchtversterker werd ons bereidwillig afgestaan door de « Hauptstelle für das Grubenrettungswesen » van Essen/Duitsland.

B) *De oprichting van gipsdammen.*

Wij hebben steeds onze gipsdammen gebouwd volgens de zogenaamde « droge » methode, t.t.z. met pneumatische aanvoer van het droge gips naar de mengbuis en met bevochtiging van dit droge gips aan de uitgang van de mengbuis.

Bij gelegenheid van een bezoek aan de reddingscentrales van Friedrichsthal/Saarland en van Merlebach/Lotheringen, zagen wij op deze beide plaatsen demonstraties in het oprichten van gipsdammen met op voorhand met water vermengde gips, welk mengsel langs hydraulische weg getransporteerd werd. Het hiervoor gebruikte gips was het zogenaamde « vertraagd » gips, t.t.z. gips met een vertraagd verhardingsproces. Deze methode kan in vele gevallen zeer interessant zijn. Evenals bij de pneumatische aanvoer van gips, kunnen bij toepassing van de hydraulische methode afstanden van 250 tot 300 m bereikt worden. Het debiet van het hydraulische transport is dikwijls groter dan dit van de pneumatische aanvoer, terwijl ontploffingsproeven, uitgevoerd in de « Versuchsgrube Tremonia » van Dort-

« Versuchsgrube Tremonia » de Dortmund/Allemagne, l'épaisseur des barrages faits avec le plâtre liquide pourrait être réduite du tiers.

L'inconvénient du transport hydraulique est qu'il nécessite un appareillage plus coûteux que le transport pneumatique. Il faut un mélangeur spécial, une pompe adaptée et deux moteurs à air comprimé (un pour le mélangeur et un pour la pompe). De plus le plâtre ordinaire ne convient pas. Il faut du plâtre retardé qu'on ne trouve pas en stock partout. Le transport pneumatique ne nécessite qu'une cuve à pression.

Nous avons acheté un mélangeur « Sapromine » et commandé une pompe « Mohno ». Nous avons mis notre personnel au courant de l'emploi de cet appareillage. Nous pensons aussi essayer ce procédé pour la projection de plâtre sur les parois de galerie en utilisant une lance « Atlas Copco » prévue pour projeter du crépi de plâtre sur les murs en construction.

10. RELATIONS EXTERIEURES

A. Réunions du Comité C.C.R. des Chefs de Service Sécurité

Le Comité C.C.R. des Chefs de Service Sécurité s'est réuni quatre fois au cours de l'année 1968. Chaque fois les résultats des exercices ont été discutés et toutes les décisions importantes concernant l'activité du C.C.R. y furent prises de commun accord.

B. Réunions du Comité des Ingénieurs Chefs de Service Sécurité des Charbonnages de Campine

Le Comité des Ingénieurs Chefs de Service Sécurité des Charbonnages de Campine s'est réuni quinze fois au cours de l'année 1968. A chaque réunion les accidents importants sont analysés, les problèmes de lutte contre les poussières examinés, de même que toutes les autres questions actuelles en rapport avec la sécurité. Quinze des accidents importants, rapportés au cours des réunions, ont servi d'exemple d'analyse d'accidents au cours des séminaires de sécurité donnés au personnel de surveillance des services du fond des mines de Campine.

C. Réunions de l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes

Le Directeur du C.C.R. a assisté aux réunions de divers groupes de travail et a fait rapport au Comité

mund/Duitsland, uitwezen dat bij gebruik van vloeibare gips de dikte van de gipsdammen met 1/3 kon verminderd worden.

Nadelig is het feit dat de apparatuur voor hydraulisch transport duurder in de aankoop is dan dit voor de pneumatische aanvoer. Een speciale menger, een aangepaste wegperspomp en twee motoren (één voor de menger en één voor de wegperspomp) zijn nodig, terwijl daarenboven het gewone gips met deze apparatuur niet voldoet en derhalve steeds vertraagde gips moet gebruikt worden, die niet overal verkrijgbaar is.

Door het C.C.R. werd een « Sapromine »-menger voor gebruik met vertraagde gips aangekocht. Hij zal uitgerust worden met een « Mohno »-wegperspomp. Wij zullen in de loop van het dienstjaar 1969 het gebruik van deze apparatuur aan ons personeel en aan de Kempische redders aanleren en deze machine ook beproeven op het gebied van spuiten van gips als afdichtingsmiddel op galerijwanden, zulks met gebruik van een « Atlas-Copco »-spuitlans van het type zoals in de bouwnijverheid gebruikt voor het spuiten van gipsap op muren.

10. UITWENDIGE RELATIES

A. Vergaderingen van het « Comité C.C.R. der Hoofden van de Veiligheidsdiensten »

Het « Comité C.C.R. der Hoofden van de Veiligheidsdiensten » vergaderde vier keren in de loop van het dienstjaar 1968. Telkens werden de resultaten van de trainingen besproken en alle belangrijke beslissingen betreffende de werking van het C.C.R. werden in deze vergaderingen in onderling overleg en met algemeen akkoord getroffen.

B. Vergaderingen van het « Komitee van de Ingenieurs Hoofden van de Diensten voor Veiligheid » van de Kempische Steenkolenmijnen

Het « Komitee van de Ingenieurs Hoofden van de Diensten voor Veiligheid » van de Kempische steenkolenmijnen vergaderde vijftien keren in de loop van het dienstjaar 1968. Op iedere vergadering werden leerrijke ongevallen en problemen in verband met de stofbestrijding besproken, alsmede allerhande andere kwesties betreffende de veiligheidsproblematiek. Van de menigvuldige besproken leerrijke ongevallen werden er vijftien bij wijze van voorbeeld behandeld bij gelegenheid van veiligheidsseminaries voor het toezichthoudend personeel van de ondergrondse diensten van de Kempische steenkolenmijnen.

C. Vergaderingen van het « Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen » van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen

Dhr. Directeur van het C.C.R. woonde de vergaderingen van diverse werkgroepen van het « Permanent

C.C.R. des Chefs de Service Sécurité des principaux problèmes discutés.

Désigné par la Fédération Charbonnière de Belgique comme représentant patronal belge au sein de l'Organe Permanent, il a assisté aux réunions plénières et en a fait rapport à la Fédération Charbonnière de Belgique.

D. Réunions du Conseil Supérieur pour la Sécurité dans les Mines de Houille institué par le Ministère des Affaires Economiques et de l'Energie

En qualité de secrétaire de la section « Sauvetage » du Conseil Supérieur pour la Sécurité dans les Mines de Houille, le Directeur du C.C.R. est membre de l'assemblée plénière de ce Conseil.

Ni l'assemblée plénière, ni la section « Sauvetage » n'ont eu de réunion en 1968.

E. Réunions du Comité de Direction du Centre National Belge de Coordination des Centrales de Sauvetage

Le Directeur du C.C.R. est resté membre du comité de direction de cet organisme à titre d'expert. Ce comité n'a pas eu de réunion en 1968.

F. Représentation dans le sein de divers organismes

Le C.C.R. est représenté :

- par son Directeur dans le « Comité pour Recherches Techniques » du Comité d'Etudes des Producteurs de Charbon de l'Europe Occidentale.
- par son Directeur dans le « Comité pour Normalisation et Standardisation du Matériel de Sécurité » de l'Institut Belge de Normalisation.
- par son Directeur et son Secrétaire dans la « gestion journalière » du « Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg ».

G. Visites au C.C.R.

Au cours de l'année 1968 le C.C.R. accueille entre autres :

- Des délégations de pays étrangers : Pays-Bas, France, Allemagne, Angleterre.
- Des spécialistes étrangers du travail de sauvetage et du travail à haute température : France, Allemagne, Hongrie.

Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen » van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen bij en bracht over de meest belangrijke vraagstukken die er besproken werden telkens verslag uit voor het « Comité C.C.R. der Hoofden van de Veiligheidsdiensten ».

Door de Belgische Steenkoolfederatie aangeduid als Belgisch patronaal afgevaardigde bij de plenaire vergadering van dit Permanent Orgaan, bracht hij regelmatig schriftelijk verslag uit bij de Belgische Steenkoolfederatie.

D. Vergaderingen van de « Hoge Raad voor Veiligheid in de Mijnen » bij het Ministerie van Economische Zaken en Energie

In zijn hoedanigheid van Sekretaris van de sekte « Reddingswezen » van de Hoge Raad voor Veiligheid in de Mijnen, ingericht bij het Ministerie van Economische Zaken en van Energie, is dhr. Directeur van het C.C.R. lid van de plenaire vergadering van deze Hoge Raad. Noch de plenaire vergadering, noch de sekte « Reddingswezen » werden in 1968 bijeengeroepen.

E. Vergaderingen van het « Direktie-Comité » van het Belgisch Nationaal Coördinatiecentrum van de Reddingscentrales

Dhr. Directeur van het C.C.R. is lid van het « Direktie-Comité » van het Belgisch Nationaal Coördinatiecentrum van de Reddingscentrales. Dit « Direktie-Comité » werd in 1968 geen enkele maal bijeengeroepen.

F. Vertegenwoordiging in de schoot van diverse organismen

Het C.C.R. is vertegenwoordigd :

- door zijn Directeur, in het « Comité voor Technisch Onderzoek » van het Studiecomité van de West-Europese Steenkolenproducenten.
- door zijn Directeur, in het « Comité voor Normalisatie en Standardisatie van Veiligheidsmaterieel » van het Belgisch Instituut voor Normalisatie.
- door zijn Directeur en zijn Sekretaris, in het « Dageelijks Bestuur » van het Verbond van Veiligheidstechnici en Bedrijfsgeneesheren van Limburg.

G. Bezoeken aan het C.C.R.

Evenals in de loop der vorige jaren, ontving het C.C.R. ook in 1968 meerdere bezoeken, waarvan wij als de meest voorname aanstippen :

- Delegaties uit het buitenland : Nederland, Frankrijk, Duitsland, Engeland.
- Buitenlandse specialisten inzake reddingswerk en arbeid in verhoogde klimatologische omstandigheden : Frankrijk, Duitsland, Hongarije.

— Une délégation de l'Université de Liège, etc... etc...

H. Voyages d'Etudes et Congrès

Le C.C.R. est resté en contact étroit avec les organisations de sauvetage, les centres de recherches et autres organismes apparentés belges et étrangers. Le Directeur du C.C.R. a rendu visite à ces centres pour échanges d'idées et assister à des expérimentations.

Sur invitation des « Charbonnages de France », il assista en octobre 1968, comme expert, aux réunions du « Groupe d'Etudes Feux ».

En juin 1968 il participa, comme membre du groupe de travail « Sauvetage, Feux et Incendies » de l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Commission des Communautés Européennes, à la visite des centrales de sauvetage de Friedrichsthal (Bassin de la Sarre) et de Merlebach (Bassin de Lorraine).

I. Publications

- « Coördinatiecentrum Reddingswezen van het Kempische Steenkolenbekken » : Rapport d'Activités de l'année 1967. Article de MM. Hausman et Sikivie, publié dans les Annales des Mines de Belgique, n° 5 de l'année 1968.
- Etanchement des parois de galeries de mines et contrôle simple de l'incombustibilité des produits utilisés. Article de M. Hausman, publié dans les Annales des Mines de Belgique, n° 12 de l'année 1968.
- Aptitude à l'exercice musculaire sous contrainte thermique. Article de MM. Hausman, Pirnay, Petit et Deroanne, publié dans les Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie, n° 76 de l'année 1968.
- Résistance inspiratoire et tolérance à l'exercice musculaire chez l'homme normal. Article de MM. Hausman, Deroanne, Juchmes, Pirnay et Petit, publié dans les Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie, n° 76 de l'année 1968.
- « Utesnovani boku dulnich del a jednoducha kontrola nehorlavosti pouzivanych materialu ». Article de M. Hausman sur l'emploi et le contrôle de divers produits d'étanchement des parois de galeries de mines, publié dans la revue Tchécoslovaque « Technicko-Ekonomicky Mesicnik Ministerstva Hornictvi », n° 7 de l'année 1968.

Documentations.

N° 61 : Compte rendu succinct d'une visite effectuée à la centrale de sauvetage de Friedrichsthal

— Een delegatie van de universiteit van Luik, enz... enz...

H. Studiereizen en Kongressen

Het C.C.R. bleef zeer nauw contact houden met diverse binnen- en buitenlandse koolmijnreddingsorganisaties, onderzoekscentra en aanverwante organismen, naar dewelke dhr. Directeur van het C.C.R. regelmatig afreisde voor het voeren van besprekingen allerhande en voor het bijwonen van meerdere proefnemingen.

Op uitnodiging van de « Charbonnages de France », nam hij in de loop van de maand oktober 1968 tevens als waarnemer-deskundige deel aan de vergaderingen van de Franse « Groupe d'Etudes Feux », terwijl hij in de loop van de maand juni 1968 met de werkgroep « Reddingswezen - Mijnvuren en Mijnbranden » van het Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvoorwaarden in de Steenkolenmijnen van de Kommissie van de Europese Gemeenschappen een werkbezoek bracht aan de reddingscentrales van de steenkolenbekkens van Friedrichsthal/Saarland en van Merlebach/Lotheringen.

I. Publikaties

- Coördinatiecentrum Reddingswezen van het Kempische Steenkolenbekken : Aktiviteitsverslag 1967. Artikel van de hand van dhrn. Hausman en Sikivie, gepubliceerd in de Annalen der Mijnen van België, 5e Aflevering van het jaar 1968.
- Afdichting van galerijwanden en controle van de onbrandbaarheid van afdichtingsprodukten. Artikel van de hand van dhr. Hausman, gepubliceerd in de Annalen der Mijnen van België, 12e Aflevering van het jaar 1968.
- « Aptitude à l'exercice musculaire sous contrainte thermique ». Artikel van de hand van dhrn. Hausman, Pirnay, Petit en Deroanne, gepubliceerd in de « Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie », Nummer 76 van het jaar 1968.
- « Résistance inspiratoire et tolérance à l'exercice musculaire chez l'homme normal ». Artikel van de hand van dhrn. Hausman, Deroanne, Juchmes, Pirnay en Petit, gepubliceerd in de « Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie », Nummer 76 van het jaar 1968.
- « Utesnovani boku dulnich del a jednoducha kontrola nehorlavosti pouzivanych materialu ». Artikel van de hand van dhr. Hausman over het gebruik en de controle van diverse afdichtingsprodukten voor ondergronds koolmijngebruik, gepubliceerd in het Tsjecho-Slowaakse technische tijdschrift « Technicko-Ekonomicky Mesicnik Ministerstva Hornictvi », Aflevering 7 van het jaar 1968.

Dokumentaties.

Nr 61 : Beknopt verslag over een bezoek aan de reddingscentrale van Friedrichsthal (Saarland) en

(Sarre) et au poste central de secours de Merlebach (Lorraine).

aan de centrale hulppost van Merlebach (Lotharingen).

Notes du C.C.R.

Nota's C.C.R.

N^o 35 : « Samenvattende vertaling van de nota's « Untersuchung von unbeschichteten Polyurethan-Schaum in Hinblick auf seine Brandgefährlichkeit » en « Untersuchung von mit Calco überzogenen Polyurethan-Schaum », onder deze betiteling uit het Engels vertaald door de « Versuchsgrube Tremonia » van Dortmund/Duitsland (origineel van D.G. Wilde van S.M.R.E.) ».

N_r 35 : Samenvattende vertaling van de nota's « Untersuchung von unbeschichteten Polyurethan-Schaum in Hinblick auf seine Brandgefährlichkeit » en « Untersuchung von mit Calco überzogenen Polyurethan-Schaum », onder deze betiteling uit het Engels vertaald door de « Versuchsgrube Tremonia » van Dortmund/Duitsland (origineel van D.G. Wilde van S.M.R.E.).

11. DIRECTION ET PERSONNEL

11. BEHEER EN PERSONEEL

— Membres : A la date du 31-12-1968 étaient membres de l'association sans but lucratif « Coördinatiecentrum Reddingswezen van het Kempische Steenkolenbekken » :

- la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen ».
- ir. A. Volders.
- ir. P. de Marneffe.

— Brigades de sauvetage : Le bassin houiller de Campine disposait en date du 31-12-1968 de six brigades de sauvetage, notamment à :

- Beringen.
- Eisden.
- Houthalen.
- Waterschei.
- Winterslag.
- Zolder.

— Administration :

- Président : ir. A. Volders.
- Vice-Président : ir. P. de Marneffe.

— Administrateurs :

- ir. L. Lycops.
- ir. C. Vesters.

— Personnel :

- un directeur.
- un médecin (part-time).
- un secrétaire.
- un chef moniteur et un moniteur.
- un chimiste.
- deux employés.
- un préposé à l'entretien des appareils de sauvetage.
- un surveillant pour le personnel ouvrier.
- un magasinier-chauffeur.
- un jardinier.
- trois manœuvres.

— Leden : Op datum van 31.12.1968 waren lid van de vereniging zonder winstgevend doel « Coördinatiecentrum Reddingswezen van het Kempische Steenkolenbekken » :

- de N.V. Kempense Steenkolenmijnen.
- dhr. ir. A. Volders.
- dhr. ir. P. de Marneffe.

— Reddingsbrigades : Het Kempische steenkolenbekken telde op datum van 31.12.1968 zes reddingsbrigades, gevestigd te :

- Beringen.
- Eisden.
- Houthalen.
- Waterschei.
- Winterslag.
- Zolder.

— Beheer :

- Voorzitter : dhr. ir. A. Volders.
- Ondervoorzitter : dhr. ir. P. de Marneffe.

— Beheerders : dhr. ir. L. Lycops en dhr. ir. C. Vesters

— Personeel :

- een directeur
- een toezichhoudend geneesheer (part-time)
- een sekretaris
- een hoofdmonitor en een monitor
- een chemicus
- twee bedienden
- een aangestelde tot het onderhoud der reddingsapparaten
- een opzichter arbeiderspersoneel
- een magazijnier-chauffeur
- een hovenier
- drie handlangers

Le service au téléphone d'alerte est assuré à tour de rôle par sept des personnes susmentionnées (chaque service de garde dure une semaine).

Huit personnes, y compris le Directeur, habitent à proximité immédiate du C.C.R. Tous les autres habitent les environs. En cas d'alerte, elles peuvent prendre tout de suite les mesures qui s'imposent.

12. INVENTAIRE DU MATERIEL DE SAUVETAGE

Chaque charbonnage du bassin possède un minimum de matériel de sauvetage pour permettre une intervention immédiate, ainsi qu'un nombre plus que suffisant d'appareils respiratoires. Il peut obtenir très rapidement le surplus au C.C.R. dont les magasins comprennent entre autres :

A. Matériel pour la construction de barrages

- 500 matelas de laine de verre.
- 3 cuves à pression « Verpresskessel ».
- 25.000 sacs à sable.
- 40 tuyaux de barrage avec 10 tuyaux d'extrémité, 10 clapets de fermeture et 5 clapets de sécurité.
- 1 mélangeur « Pleiger ».
- 2 machines à remplir les sacs à sable, avec 6 appareils pour ligaturer ces sacs, et 25.000 ligatures.
- 1 canon souffleur.
- 6 appareils pour aspirer les gaz à analyser derrière les barrages.
- Matériel nécessaire pour la construction de 2 barrages au moyen de plâtre.
- 2 cuves à pression avec tuyaux et pistolets pour étancher des parois au moyen d'une solution de latex.
- 800 m tuyaux « Plastidry » de Ø 45 mm.
- 4 tuyaux de pulvérisateurs pour créer des zones coupe-feu.
- 2 mouflages à deux poulies pour charges de 2.000 kg.
- 1 machine « Sapromine » pour la projection de plâtre, avec lances de projection adéquates.
- 2 agrafeuses pour la fixation de la toile de jute et autres.
- 5 rouleaux de toile de jute.
- 5 rouleaux de toile d'aération.
- 1 palan pour charge de 2.000 kg.
- 1 machine pour la projection de mousse de polyuréthane, avec pièces de rechange et un stock réduit de produits.

De wachtdienst aan de alarmtelefoon wordt door zeven dezer personeelsleden in beurtrol verzekerd (telkens voor de duur van een gehele week).

Met inbegrip van dhr. Directeur, wonen acht dezer personeelsleden in de onmiddellijke omgeving van het C.C.R., terwijl al de anderen alleszins in de nabije omstreken hun woonplaats hebben. In geval van eventuele alarmoproep kunnen zij aldus ook na de normale diensturen ogenblikkelijk de nodige maatregelen treffen.

12. INVENTARIS VAN HET REDDINGSMATERIEEL

Iedere Kempische steenkolenmijn bezit ten minste al het voor een eerste interventie noodzakelijk materieel plus een meer dan voldoende hoeveelheid ademhalings-toestellen. Bijkomend materieel kan op ieder ogenblik en in een minimum van tijd op het C.C.R. bekomen worden. Het reddingsmaterieel van het C.C.R. omvat onder meer :

A. Materieel voor de oprichting van dammen en voor de uitvoering van afdichtingswerken

- 500 glaswolmatrassen.
- 3 persketels « Verpresskessel ».
- 25.000 zandzakjes.
- 40 dambuizen met 10 eindstukken, 10 sluitdeksels, en 5 veiligheidssluitkleppen.
- 1 mengmolen « Pleiger ».
- 2 zandzakvulmachines met 6 zandzakafbindapparaatjes en 25.000 zandzakafbindijertjes.
- 1 blaaskanon.
- 6 apparaten om gassen van achter afdammingen op te zuigen.
- 2 volledige ensembles met benodigheden voor de bouw van gipsdammen.
- 2 drukketels voor de verstuiving van afdichtingslatex, met de nodige aansluitstukken en spuitpistolen.
- 800 m Plastidry-slang van Ø 45 mm.
- 4 buizen, voorzien van waterverstuivers, om vuurwerende zones te scheppen.
- 2 stellen met dubbele katrol (draagvermogen = 2.000 kg).
- 2 nietjesmachines voor het vasthechten van jute-doek en dergelijke.
- 5 rollen jute-doek.
- 5 rollen ventilatie-doek.
- 1 katrol (draagvermogen = 2.000 kg).
- 1 polyurethaanschuimsputmachine met de nodige vervangstukken en met een kleine voorraad spuitproducten.
- 1 « Sapromine »-gipssputmachine met de nodige aangepaste gipssputlansen.

B. Matériel pour la ventilation**lors de la lutte contre un feu ou incendie**

- 200 m de canars en plastique de \varnothing 500 mm, avec 20 colliers d'accouplement rapide.
- 160 m² de toile ignifugée.
- 1 ventilateur à air comprimé de \varnothing 600 mm, avec divergent pour raccord sur tuyaux de \varnothing 700 mm.
- 50 m de canars en plastique incombustible de 700 mm \varnothing , avec 13 colliers d'accouplement rapide.
- 130 m² de toile recouverte de PVC et d'aluminium.

C. Appareils respiratoires et accessoires

- 20 appareils pour doubles filtres à CO, avec 60 filtres pour dito.
- 9 appareils respiratoires à air comprimé « Dräger PR 65 ».
- 1.000 cartouches de régénération « Dräger 6 x 18 - 24 ».
- 400 cartouches de régénération « Dräger 9 x 18 - 28 ».
- 1 appareil de réanimation « Dräger Pulmotor ».
- 2 appareils de réanimation « Dräger Resutator ».
- 1 appareil respiratoire à air comprimé « Loosco Airbox ».
- 26 appareils respiratoires « Dräger » à circuit fermé, dont 31 pour l'entraînement des sauveteurs et 5 pour intervention.
- 4 caisses avec pièces de rechange pour appareils respiratoires à circuit fermé « Fenzy 56 », « Dräger BG 170/400 », « Dräger BG 160 A ».
- 5 appareils respiratoires à circuit fermé « Fenzy 56 ».
- 1 pompe de transvasement d'oxygène (type Corblin) avec tous les accessoires.
- 1 pompe de transvasement d'oxygène (type Dräger) avec tous les accessoires.
- 4 appareils respiratoires à oxygène liquide.
- 2 appareils respiratoires à air comprimé « Airmagic ».
- 120 kg de chaux pour appareils respiratoires « Fenzy 56 ».
- 40 coussins dorsaux pour réfrigération des appareils respiratoires au moyen de la glace carbonique.
- 3 appareils de contrôle « Dräger RZ-22 ».
- 2 masques respiratoires avec téléphone de sauvetage « Fernsig » incorporé.
- 5 auto-sauveteurs à oxygène « Dräger Oxy-SR 30 » avec 5 bouteilles d'oxygène de réserve.

D. Appareils d'analyse, de détection et de mesure

- 2 détecteurs de CO « Auer ».
- 4 détecteurs de gaz « Dräger » avec compteurs.
- 3 psychromètres à aspiration et 2 psychromètres frondes.
- 1 grisoumètre enregistreur « Mono-Maihak ».
- 4 détecteurs de CO « M.S.A. ».
- 1 détecteur de CO « Electrofact ».
- 2 analyseurs « Robert Müller ».
- 2 appareils « Fyrite » de mesure de O₂.

B. Materieel voor de ventilatie**tijdens de bestrijding van vuren of branden**

- 200 m plastieken luchtkokers van \varnothing 500 mm, met 20 snelkoppelingen.
- 160 m² onbrandbaar ventilatiedoek.
- 1 persluchtventilator van \varnothing 600 mm, met divergent voor aankoppeling op buizen van \varnothing 700 mm.
- 50 m onbrandbare plastieken luchtkokers van \varnothing 700 mm, met 13 snelkoppelingen.
- 130 m² met PVC en aluminium bedekte doek.

C. Ademhalingsapparaten en bijhorigheden

- 20 dubbele CO-filter-apparaten met 60 CO-filters.
- 9 ademhalingsstoestellen « Dräger PR 65 » met perslucht.
- 1.000 regeneratiepatronen « Dräger 9 x 18 — 24 ».
- 400 regeneratiepatronen « Dräger 9 x 18 — 28 ».
- 1 heropwekkingstoestel « Dräger Pulmotor ».
- 2 heropwekkingstoestellen « Dräger Resutator ».
- 1 ademhalingsstoestel « Loosco Airbox » met perslucht.
- 36 ademhalingsstoestellen « Dräger » met gesloten omloop, waarvan 31 voor de training der redders en 5 voor de interventie.
- 4 koffers met vervangstukken voor ademhalingsstoestellen met gesloten omloop « Fenzy 56 », « Dräger BG 160 A », « Dräger BG 170/400 » en « Dräger 172 BG ».
- 5 ademhalingsstoestellen « Fenzy 56 » met gesloten omloop.
- 2 vollegelaatsmaskers met ingebouwde « Fernsig »-reddingstelefoonapparatuur.
- 1 elektrische zuurstofovervulpomp « Corblin » met alle bijhorigheden.
- 1 elektrische zuurstofovervulpomp « Dräger » met alle bijhorigheden.
- 3 universele controletoestellen « Dräger RZ 22 ».
- 4 ademhalingsstoestellen met vloeibare zuurstof.
- 2 ademhalingsstoestellen « Airmagic » met perslucht.
- 120 kg kalk voor de regeneratiepatronen van ademhalingsstoestellen « Fenzy 56 ».
- 40 verkoelingsrugkussens (koolzuurijs) voor gebruik op ademhalingsstoestellen.
- 5 zuurstofzelfredders « Dräger OXY-SR 30 » met 5 reserve-zuurstofflessen.

D. Analysators - Detektors - Meettoestellen

- 2 CO-detektors « Auer ».
- 4 gasdetektors « Dräger » met pomp-slagentellers.
- 3 psychrometers met aanzuigventilator en 2 slinger-vochtigheidsmeters.
- 1 registrerende mijngasmeter « Mono-Maihak ».
- 4 CO-detektors « M.S.A. ».
- 1 CO-detektor « Electrofact ».
- 2 analysators « Robert Müller ».
- 2 « Fyrite »-toestellen voor meting van O₂.

- 1 appareil « Fyrite » de mesure de CO₂.
- 2 analyseurs « Wösthoff ».
- 1 analyseur « Infrared ».
- 1 thermocompenseur avec 2 thermocouples.
- 5 grisoumètres « Verneuil V 54 ».
- 2 chronomètres.
- 4 montres de poche.
- 2 anémomètres.
- 1 baromètre.
- 1 Volt-Ampère-mètre.
- 2 explosimètres « Verneuil EV 58 ».
- 1 polymètre pour mesures de température.
- 1 bouteille de methylmercaptan.

E. Divers

- 15 vêtements ignifuges.
- 1 installation de téléphone « Généphone » et 3 téléphones de sauvetage « Fernsig ».
- 3 civières.
- 2 échelles de corde de 5 m de longueur.
- 1 installation pour base de départ des sauveteurs (20 paillasses, 3 cruches à eau, 12 thermos, 6 boîtes à pain, 1 coffre avec matériel et médicaments de premier secours pour sauveteurs, 1 table de travail pour travaux de réparation et d'entretien des appareils respiratoires).
- 1 équipement de sauvetage hydraulique « Blackhawk Enerpac ».
- 1 appareil photographique « Polaroid ».
- 1 pompe « Stork ».

- 1 Fyrite-toestel voor meting van CO₂.
- 2 analysators « Wösthoff ».
- 1 analysator « Infrared ».
- 1 thermokompensator met 2 thermokoppels.
- 5 mijngasmeters « Verneuil V 54 ».
- 2 chronometers.
- 4 zakuurwerken.
- 2 anemometers.
- 1 barometer.
- 1 Volt-Ampère-meter.
- 2 explosiometers « Verneuil EV 58 ».
- 1 polymeeter voor temperatuurmetingen.
- 1 fles methylmercaptan.

E. Verscheidenen

- 15 stellen onbrandbare kledingsstukken.
- 1 Généphone-telefooninstallatie en 3 Fernsig-red-dingstelefoon-apparaturen.
- 3 draagbaren voor transport van zieken en gekwetsten.
- 2 touwladders van ieder 5 meters lengte.
- 1 installatie voor de vertrekbasis voor redders (20 strozakken, 3 waterkruiken, 12 thermosbussen, 6 brooddozen, 1 koffer met allerhande verzorgingsbenodigdheden voor de redders, 1 apparatenwerktafel).
- 1 volledig hydraulisch hijs- en trektuig « Blackhawk-Enerpac ».
- 1 Polaroid-kodak.
- 1 Stork-pomp.

Les Sablières de la Province de Hainaut et de la partie wallonne de la Province de Brabant

G. MIGNION,

Ingénieur Principal Divisionnaire au Corps des Mines

RESUME

L'industrie de l'extraction du sable se caractérise par une grande dispersion des exploitations. Au cours de l'année 1968, l'auteur a parcouru les nombreuses sablières de la province de Hainaut et de la partie wallonne de la province de Brabant. Il s'y est informé des différents aspects de l'exploitation, il a rassemblé et coordonné des renseignements épars et en a fait une synthèse constituant l'objet de la présente étude.

Celle-ci comporte deux parties. Dans la première partie, l'auteur énumère les critères de qualité des sables et donne quelques détails pratiques sur la détermination de ceux-ci; il donne ensuite la répartition des gisements de sable de la région considérée et met en regard du faciès géologique des gisements les caractéristiques techniques des sables qui y sont extraits. Il s'intéresse également aux réserves de gisement et expose les difficultés rencontrées par les exploitants pour reconstituer ces réserves. Il considère enfin l'aspect urbanistique de la question.

Dans la deuxième partie, l'auteur dresse une synthèse des méthodes d'exploitation et de traitement mécanique des sables, tant métallurgiques que de construction, pratiquées dans la province de Hainaut et la partie wallonne de la province de Brabant, en indiquant les tendances de leur évolution. Il considère séparément les méthodes classiques à front d'abatage et les méthodes par dragage. Au chapitre du traitement mécanique, il décrit la technique, d'introduction relativement récente et en voie de développement, du lavage des sables de construction.

SAMENVATTING

De zandindustrie wordt gekenmerkt door een sterke spreiding van de ontginningen. De schrijver heeft gedurende het jaar 1968 talrijke zandgroeven van de provincie Henegouwen en het waals gedeelte van de provincie Brabant bezocht. Hij heeft inlichtingen genomen in verband met de verschillende aspecten van de exploitatie, deze losse gegevens gecoördineerd en er een synthese van gemaakt die onderbavige studie uitmaakt.

Deze studie bevat twee delen. In het eerste gedeelte geeft de schrijver een opsomming van de kwaliteitskenmerken van zand en enkele praktische bijzonderheden over de bestemming ervan; vervolgens geeft hij de verdeling der zandafzettingen van de beschouwde streek en bespreekt bij de technische kenmerken van het ontgonnen zand in verband met de geologische facies van de afzettingen. Hij behandelt eveneens de reserve-afzettingen en spreekt over de moeilijkheden die de exploitanten ondervinden om deze reserven aan te leggen. Tenslotte handelt hij over het urbanistisch aspect van deze kwestie.

In het tweede gedeelte geeft de auteur een overzicht van de methoden in verband met de ontginning en de mechanische behandeling van het zand, zowel voor de metallurgie als voor de bouwnijverheid, die toegepast worden in de provincie Henegouwen en het waals gedeelte van de provincie Brabant, met inbegrip van de te verwachten ontwikkeling. Hij wijdt een afzonderlijke bespreking aan de klassieke methode met winfront en de baggermethode. Inzake mechanische behandeling geeft hij een technische beschrijving van de onlangs ingevoerde en nog in ontwikkeling zijnde methode van het wassen van zand voor bouwwerk.

INHALTSANGABE

Ein besonderes Merkmal des Betriebes der Sandgruben in Belgien ist ihre weite Streuung. Der Verfasser hat im Jahre 1968 zahlreiche Gruben im Hennegou und im wallonischen Teil der Provinz Brabant besucht und sich dort mit ihrem Betrieb unter den verschiedensten Gesichtspunkten bekannt gemacht.

Der vorliegende Aufsatz gibt einen systematischen und zusammenfassenden Überblick über die gesammelten Auskünfte und Eindrücke.

Er zerfällt in zwei Teile. Im ersten behandelt der Verfasser die Merkmale der Sandqualität und gibt einige praktische Hinweise für ihre Bestimmung. Es folgt ein Überblick über die Sandlagerstätten des behandelten Gebietes mit einer Gegenüberstellung der geologischen Fazies und der technischen Eigenschaften der gewonnenen Sandarten. Weiter geht der Verfasser der Frage der Sandreserven nach und weist auf die Schwierigkeit ihrer Ergänzung hin. Auch Fragen der Raumordnung werden in diesem Zusammenhang berücksichtigt.

Der zweite Teil der Arbeit gibt einen Überblick über die Verfahren der Gewinnung von Sand und seiner Aufbereitung für metallurgische Zwecke oder für Verwendung als Baustoff und Hinweise auf die Entwicklungstendenzen. Der Verfasser behandelt getrennt voneinander die herkömmlichen Gewinnungsverfahren mit frontalem Abbau und die Baggermethoden. Im Abschnitt über die Sandaufbereitung beschreibt er die verhältnismässig neue und noch in Entwicklung befindliche Technik der Nassaufbereitung von Bausand.

SUMMARY

The sand extracting industry is characterized by a great dispersal of the workings. During 1968, the author visited the many sandpits in the province of Hainaut and the Walloon part of the province of Brabant. He acquainted himself with the various aspects of working, collected and co-ordinated the scattered facts and made a synthesis of them, which constitutes the subject of the present report.

This includes two parts. In the first part, the author lists the criteria of the quality of the sands and gives some practical details concerning their classification; he then gives the distribution of the sand deposits in the region under consideration and draws a connection between the geological aspect of the deposits and the technical characteristics of the sands extracted from them. He is also interested in the reserve deposits and explains the difficulties encountered by managers in reconstituting these reserves. Lastly, he considers the question from a town-planning point of view.

In the second part, the author makes a synthesis of the working methods and the mechanical treatment of the sands, both for the metallurgical and building industries, as practiced in the province of Hainaut and the Walloon part of the province of Brabant, and he indicates the evolutionary tendencies. He considers separately the orthodox methods with a winning face and deeding methods. In the chapter on mechanical treatment, he describes the technique of washing sands for building; this technique was introduced fairly recently and is now being developed.

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE.

Destination des sables.

Qualités des sables

A. Sables de construction.

B. Sables métallurgiques.

C. Sables de verrerie.

Contrôle des sables.

Répartition des gisements.

Réserves.

Entraves à la reconstitution des réserves.

Aspects urbanistiques de l'exploitation des sablières.

DEUXIEME PARTIE.

Méthodes d'exploitation

A. *Méthodes classiques à front d'abattage.*

Rappel historique des méthodes anciennes d'abattage.

Méthodes modernes d'abattage

a) Abattage par le pied du front.

b) Abattage par le sommet du front.

Caractéristiques et performances des engins d'abat-tage.

Comparaison entre grues et engins chargeurs.

Modes de séparation des bancs de sable de qualités différentes.

Exécution de la découverte.

Exhaure.

Chargement et triage du sable.

Déchets de triage.

Expédition du sable.

Lavage du sable.

B. *Exploitations par dragage.*

Principe.

Dispositif de pompage.

Bassins de décantation.

Chargement en camions.

Personnel.

En annexe : une remarque.

PREMIERE PARTIE

Destination des sables

Les sables exploités dans le Hainaut et le Brabant wallon ont deux usages principaux :

- a) la construction au sens large : maçonnerie, béton, routes;
- b) la métallurgie.

Le premier usage prédomine largement sur le second.

Accessoirement, le sable exploité est destiné à la verrerie. Je n'ai toutefois noté que deux exploitations de quelque importance produisant du sable de verrerie :

- l'une située à Chaumont-Gistoux produit du sable fin (à seulement 0,8 % d'argile) destiné au doucissage des glaces;
- l'autre située à Tertre produit du sable de dragage dont les portions les plus siliceuses sont destinées à la fabrication de verre vert de bouteille.

Qualités des sables

Les qualités auxquelles doivent répondre les sables varient évidemment avec l'usage auquel ils sont destinés.

A. Sables de construction.

Tout d'abord on appelle sable (suivant R. Van Ganse, Ingénieur-Chef de Service au Centre de Recherches Routières) des granulats pierreux composés principalement de grains de dimensions comprises entre 2 mm et 0,074 mm, mais pouvant contenir aussi :

- des grains compris entre 4,76 mm et 2 mm jusqu'à concurrence d'une teneur pondérale de l'ordre de 30 %;
- des grains inférieurs à 0,074 mm, jusqu'à concurrence d'une teneur pondérale d'environ 10 % pour les sables naturels ou d'environ 25 % pour les sables artificiels.

Nous ne nous arrêtons pas aux sables artificiels qui sont constitués par les sables de laitier et les sous-produits du concassage des roches (Lessines, Quenast, Opprebais et bientôt Mont-sur-Marchienne) et n'envisagerons que les sables naturels.

Les grains inférieurs à 0,074 constituent un mélange de filler (farine de roche) et d'argile; leur ensemble représente la fraction du sable que l'on désigne communément sous le vocable « argile ».

L'analyse essentielle des sables de construction est l'analyse granulométrique. Elle est effectuée sur les tamis normalisés A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials). Les tamis utilisés sont les suivants :

Numéro	Ouverture des jours
4	4,76 mm
8	2,38 mm
16	1,19 mm
30	0,59 mm
50	0,297 mm
100	0,149 mm
200	0,074 mm

A partir de la détermination des pourcentages de refus aux divers tamis, on détermine un module de finesse. Les refus aux tamis n° 4 et n° 8, représentant des éléments non sableux par définition, ne sont pas pris en considération pour le calcul du module de finesse. Le module de finesse se définit dès lors comme suit : c'est la centième partie de la somme des refus *cumulés* en % aux tamis A.S.T.M. n° 16, 30, 50 et 100. Les essais doivent évidemment être effectués suivant normes (élimination de la fraction inférieure à 0,074 mm par lavage sur le tamis n° 200; pesées sur éléments secs).

Ci-dessous un exemple de calcul de module de finesse.

Numéro du tamis	Ouverture des jours	Refus partiels en % de poids	Refus cumulés en % de poids
16	1,19 mm	0	0
30	0,59 mm	0,06	0,06
50	0,297 mm	77,80	77,86
100	0,149 mm	19,29	97,15
200	0,074 mm	2,54	99,69

Le module de finesse de ce sable vaut :

$$(0,06 + 77,86 + 97,15) : 100 = 175,07 : 100 = 1,75$$

Sa teneur en filler et argile est d'autre part de $100 - 99,69 = 0,31 \%$.

Un sable est fin lorsque son module de finesse est inférieur à 1,2, moyen lorsque son module de finesse est compris entre 1,2 et 1,65 et gros lorsque son module de finesse est supérieur à 1,65.

A partir de l'analyse granulométrique, on peut également définir :

- a) Le diamètre moyen des grains désigné par la notation x_{50} : ce diamètre moyen est l'ouverture de la maille d'un tamis fictif refusant exactement 50 % en poids du sable (il est nécessaire de dessiner la courbe granulométrique pour obtenir x_{50}).
- b) Le coefficient d'uniformité $U = x_{10}/x_{60}$, x_m désignant l'ouverture de la maille d'un tamis fictif refusant exactement m % du sable.

Le coefficient d'uniformité est évidemment supérieur à 1; il est d'autant plus proche de l'unité que la granulométrie est plus uniforme. Il varie couramment de 1,4 à 2,4.

N.B Le coefficient d'étendue $E = x_{15}/x_{85}$ est lié au coefficient d'uniformité U par la relation *approximative* :

$$\log E = 1,3 \log U.$$

- c) Le coefficient de perméabilité (à saturation complète, ramené à 10° et à la porosité 0,4 suivant méthode du Centre de Recherches Routières à Bruxelles). Ce coefficient de perméabilité se détermine expérimentalement, mais il peut également se calculer par la formule approximative (donnée par R. Van Ganse précité) :

$$k = 25 \times x_{50}^2 \times 10^{-8}$$

où k = coefficient de perméabilité en cm/s
 x_{50} = diamètre moyen des grains en microns.

La formule n'est valable que pour des sables dont la teneur en éléments inférieurs à 20 microns ne dépasse pas 3 % (ce qui correspond à une teneur maximale en éléments inférieurs à 74 microns d'environ 4 %).

Un sable très perméable a un coefficient k supérieur à 10^{-2} cm/s; des sables dont le coefficient de perméabilité est compris entre 10^{-3} et 10^{-2} cm/s ont cependant toujours des propriétés drainantes et peuvent être utilisés pour certaines sous-fondations.

Au-delà d'une teneur de 3 % en éléments inférieurs à 20 microns (ou de 4 % en éléments inférieurs à 74 %), il est évident que la perméabilité diminue avec l'augmentation de la teneur en argile. La présence de glauconie en teneur notable (la glauconie est un minéral ferreux donnant une couleur verdâtre à certains sables) a, à longue échéance, une influence défavorable sur la perméabilité; il a, en effet, été remarqué que la perméabilité des sables glauconifères peut diminuer assez rapidement lorsque ces sables subissent des immersions intermittentes dans l'eau.

Outre les essais granulométriques permettant le calcul des coefficients caractéristiques cités ci-dessus, on procède également parfois à des analyses chimiques :

- a) Détermination de la teneur en matières organiques par attaque à l'eau oxygénée.
 Cette teneur en matières organiques est, dans les exploitations de la région étudiée, toujours inférieure à 0,5 % et en général ne dépasse pas 0,2 à 0,3 %.
- b) Détermination de la teneur en matière calcaireuse par attaque à l'acide chlorhydrique.
 Cette teneur ne dépasse pas en général 0,3 % dans les exploitations de la région étudiée; à Archennes, on trouve cependant une teneur de 0,6 %. Par contre, près de Bruxelles, à Sterrebeek, la teneur en matière calcaireuse d'une couche de sable est de 10,4 %.

Comme à l'exception de la région proche de Bruxelles (où il existe des sables calcaireux), les sables examinés

ne contiennent ni matière organique, ni matière calcaireuse, ces sables peuvent être caractérisés à suffisance par les deux paramètres suivants découlant de l'analyse granulométrique :

- la teneur en éléments plus petits que 74 microns (filler et argile) qui représentent ce qu'on appelle communément l'« argile »;
- le module de finesse.

De manière générale, un sable à béton sera d'autant meilleur qu'il contient moins d'argile et que son module de finesse est plus élevé, c'est-à-dire que la dimension moyenne de son grain est plus grande. Pratiquement un bon sable à béton ne contient pas plus de 2 % d'argile, certains bons sables à béton ont même une teneur en argile inférieure à 0,5 %.

Quant au module de finesse minimal d'un bon sable à béton, il se situe autour du module de finesse charnière de 1,65 entre sables à grains moyens et sables à grains gros. Evidemment, il y a des bétons de toute qualité et on peut imaginer un béton acceptable avec une teneur en argile de 3 % et un module de finesse de 1,4 (sable à grains moyens).

Quant aux sables drainants pour fondations de route, ils doivent répondre aux mêmes qualités que les sables à béton. Parfois même, on exige un module de finesse supérieur à 1,65 correspondant à des sables à grains gros. La qualité principale des sables drainants est en effet la perméabilité qui est d'autant meilleure que le sable contient moins d'argile et que la dimension moyenne de son grain (x_{50}) est plus forte.

Les sables de qualité sont des sables à béton ou drainants. Les sables de construction qui ne répondent pas à leurs caractéristiques sont dits sable de qualité « maçon ». Les moins gras sont des sables de maçon proprement dits; les plus gras sont des sables de plafonneur. Un bon sable de maçon a une teneur en argile comprise entre 3 à 6 %; un sable de plafonneur a une teneur en argile de 6 à 8 %. Quant au module de finesse, il peut devenir inférieur à 1,2 (sable fin). Il est évident qu'un sable de maçon est également d'autant meilleur qu'il contient moins d'argile et que son module de finesse est plus grand; mais il devient en même temps moins facile à travailler à la pelle et à étendre à la truelle en sorte qu'on voit couramment des petits entrepreneurs préférer à prix égal un sable très gras et à grains très fins à un sable plus maigre et plus rude, permettant cependant d'obtenir une maçonnerie de meilleure résistance.

D'un sable de maçon il est possible de faire un bon sable à béton par élimination, par lavage dans un cyclone, de la fraction inférieure à 74 microns, pour autant évidemment que le module de finesse de la partie restante soit suffisamment élevé.

Je dirai finalement quelques mots des sables utilisés par les asphaltés. Les caractéristiques granulométriques

ques exigées pour ces sables sont extrêmement sévères. Elles se déterminent et se contrôlent au diagramme triangulaire dont les sommets correspondent à respectivement 100 % de grains fins, 100 % de grains moyens, 100 % de gros grains, les grains fins moyens et gros étant définis comme suit :

- grains fins : de 74 à 177 microns
- grains moyens : de 177 à 420 microns
- grains gros : de 420 à 2000 microns.

N.B. Pour l'établissement du diagramme, on suppose éliminés le gravillon (grains supérieurs à 2 mm) et la fraction inférieure à 74 microns (qui est faible pour les sables destinés à l'asphaltage).

Le diagramme triangulaire se lit comme indiqué à la figure 1.

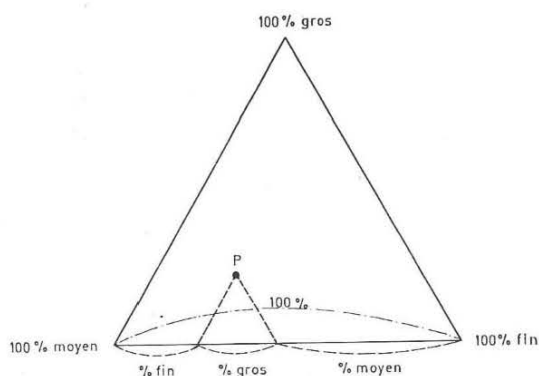


Fig. 1.

P = point représentatif d'un sable.

Un réseau de droites parallèles aux côtés du triangle équilatéral et repérées en % facilite l'utilisation du diagramme. La plage du triangle correspondant aux sables asphaltiques est étroite en sorte qu'il n'existe dans la région visitée aucun sable pouvant convenir directement à cet usage. Un tel sable peut être obtenu par mélange de sables de granulométries différentes.

B. Sables métallurgiques.

Les sables métallurgiques sont principalement caractérisés par :

- 1) *La résistance au feu* qui dépend du point de début de fusion. Le point de fusion est d'autant plus bas que le sable contient plus d'oxyde de fer, d'oxydes alcalinoterreux (chaux) et d'oxydes alcalins. Cette propriété liée à la nature du gisement ne peut pas être améliorée.
- 2) *La teneur en argile.* Le pouvoir agglutinant et donc la résistance du sable moulé augmentent avec la teneur en argile; par contre la perméabilité diminue avec l'augmentation de la teneur en argile. Il est à noter qu'on reprend sous le vocable « argile », non seulement l'argile proprement dite, mais également le filler (farine) de quartz, feldspath et mica qui

s'élimine avec l'argile lors de la lixiviation. L'argile du sable doit être uniformément répartie et contenir des substances colloïdales; les boulettes d'argile plastique qui se mêlent parfois au sable ne contiennent pas de matières colloïdales, n'ont pratiquement pas de pouvoir agglutinant et jouent un rôle plutôt néfaste.

Au point de vue de la teneur en argile, on peut classer les sables comme suit :

- sables maigres : 8 % et moins d'argile
- sables mi-maigres : de 8 à 15 % d'argile
- sables gras : 15 % et plus d'argile.

3) *La granulométrie.* Pour établir la granulométrie des sables, on fait usage du jeu de tamis normalisés A.F.A. (American Foundrymen's Association).

Ce jeu de tamis est le suivant :

Numéro du tamis et nombre de mailles/pouce	Ouverture de maille mm
6	3,36 mm
12	1,68 mm
20	0,84 mm
30	0,59 mm
40	0,42 mm
50	0,297 mm
70	0,21 mm
100	0,149 mm
140	0,105 mm
200	0,074 mm
270	0,053 mm

A partir de l'analyse granulométrique, on définit un indice de finesse A.F.A. L'indice de finesse A.F.A. est la centième partie du nombre obtenu en faisant le somme des produits : (% de refus à un tamis) X (n° du tamis précédent).

L'indice A.F.A. est d'autant plus grand que le sable est de granulométrie plus fine (contrairement au module de finesse utilisé en construction qui est d'autant plus grand que le sable est de granulométrie plus grosse). Une valeur moyenne de l'indice de finesse A.F.A. est 50.

Outre l'indice de finesse, on prend également en considération en aciérie de moulage l'uniformité de la granulométrie en traçant un diagramme donnant les pourcentages de refus partiels sur tamis normalisés en fonction du n° du tamis (fig. 2).

La perméabilité est évidemment d'autant meilleure que la granulométrie est plus uniforme.

Le choix de l'indice de finesse A.F.A. et de la teneur en argile dépend de la nature et des dimensions de la pièce à couler.

Il est à noter que les sables de moulage naturels sont actuellement concurrencés par des sables de moulage

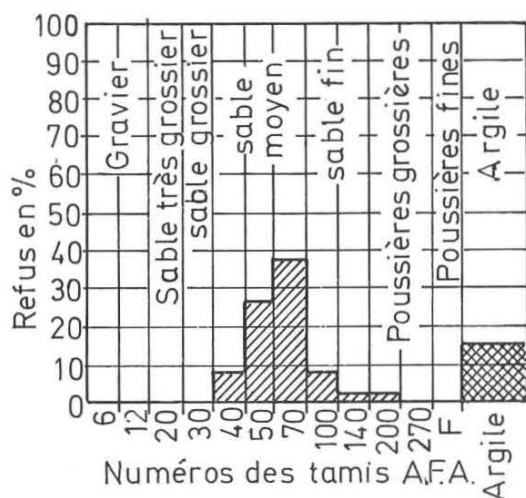


Fig. 2.

artificiels. Ceux-ci sont un mélange de sable quartzueux très pur de granulométrie bien déterminée et d'un agglutinant (bentonite par exemple); l'utilisation de sables artificiels permet au fondeur en quête du meilleur sable de moulage pour une application donnée d'agir indépendamment sur la granulométrie et la teneur en matière agglutinante. L'utilisation de sables de moulage artificiels ouvre évidemment un débouché nouveau pour les producteurs de sable de construction de qualité; toutefois le sable artificiel coûtant plus cher que le sable naturel, son utilisation n'a pas entraîné jusqu'à présent une régression sensible de la production de sable naturel de moulage.

C. Sables de verrerie.

Je n'ai pas approfondi ce point étant donné la faible importance des sables de verrerie dans la région examinée (deux exploitants seulement).

Les sables de verrerie peuvent être destinés, soit à la fusion, soit au doucissage des glaces.

Un sable destiné à la fusion doit évidemment être quartzueux et dépourvu au maximum de matières étrangères. Notamment, la présence d'oxydes ferreux ou ferriques donne au verre une teinte verte ou brune. Ceci n'est pas un obstacle pour la bouteille et c'est ainsi qu'une sablière de Terre produit un sable, sans doute chargé de glauconie, convenant très bien pour la fabrication de verre vert de bouteille. L'aptitude du sable à la fusion (fonction de la granulométrie et du bris de ses grains suivant clivages lors du chauffage) joue également un rôle; un sable ayant une bonne aptitude à la fusion réalisera sa fusion avec consommation minimale de combustible.

En ce qui concerne les sables de doucissage des glaces, l'avenir est incertain. Il est évident que, si les tolérances sur l'épaisseur à la coulée de glace sont faibles, le sable utilisé (sable quartzueux très pur) doit être de granulo-

métrie fine. Il m'a été signalé qu'un nouveau procédé de coulée permettrait d'éviter l'opération de doucissage au sable. Dans un autre procédé, le doucissage serait maintenu, mais le fabricant de glace broierait lui-même au degré de finesse le plus adéquat le sable acheté à la sablière; dans ce cas, la granulométrie naturelle du sable perdrait de son importance.

Il a déjà été signalé que la production de sables de verrerie est peu importante dans la région étudiée qui produit surtout des sables de construction et secondairement des sables métallurgiques.

Contrôle des sables

Le contrôle des sables produits n'est pratiqué que par quelques exploitants.

Chez la plupart, le contrôle de la production est laissé à l'appréciation de l'acheteur qui a recours à un laboratoire industriel (Office de Contrôle et de Recherches Expérimentales concernant l'art de construire, dit OREX, et Centre de Recherches Routières) ou à un laboratoire universitaire.

Il est vrai que, sur une trentaine d'entreprises occupant du personnel, une douzaine d'entre elles seulement occupent plus de trois ouvriers et, parmi ces dernières il n'y en a qu'environ la moitié qui occupe plus de 5 ouvriers; la statistique de l'Administration des Mines ne renseigne, d'autre part, que trois entreprises occupant à l'exploitation des sablières plus de 10 ouvriers, à savoir la S.A. d'Exploitation de Sablières à Mont-St-Guibert, la S.P.R.L. Sablières de Sambre et Dyle à Charleroi et la S.P.R.L. Sablières du Marouset à Braine-le-Comte.

Pourtant, le contrôle des sables ne nécessite pas un matériel important :

a) Pour les sables de construction, il suffit de disposer du jeu de tamis normalisés A.S.T.M. et d'un bon trébuchet, le tamisage avec lavage du plus petit que 74 microns sur tamis 200 et le séchage de la partie restante ne nécessitant pas de matériel spécial complémentaire.

Encore plus simplement, le contrôle de la constance d'une qualité donnée peut se faire par lévigation. Dans ce but, on remplit de sable et d'eau, une éprouvette en verre graduée. L'éprouvette étant bouchée, on agite pour mettre l'argile en suspension. On laisse ensuite reposer. Le gros sable se dépose au fond, tandis que l'argile avec le filler se déposent en dernier lieu au sommet. Après décantation complète, on peut facilement mesurer le pourcentage en volume d'argile + filler (en volume un sable à béton de très bonne qualité contient moins de 3 % d'argile + filler, tandis qu'un bon sable de maçon en contient moins de 10 %). Par comparaison avec le contenu d'éprouvettes précédemment

traitées, on peut également avoir une idée de l'évolution de la granulométrie.

b) *Pour les sables métallurgiques*, on utilise en général le lixiviateur qui est constitué par un vase d'environ 0,6 litre de capacité, posé sur support, dans lequel on introduit un agitateur mécanique.

L'échantillon de sable est additionné de l'eau versée dans le vase. Après avoir fait bouillir cette eau, on l'agite au lixiviateur. On laisse ensuite reposer pendant 8 minutes de manière à obtenir le dépôt des grains de sable. On siphonne alors l'eau qui est chargée de l'argile et du filler. On recommence l'opération jusqu'à ce que l'eau soit parfaitement limpide. Le sable est recueilli sur filtre, séché et soumis à l'analyse granulométrique sur le jeu de tamis A.F.A. La teneur en argile s'obtient par différence de poids avant et après lixiviation.

Une telle analyse nécessite évidemment quelque matériel : le lixiviateur, le jeu de tamis et une balance de précision adéquate.

Répartition des gisements de sable dans les provinces de Hainaut et Brabant (partie wallonne)

Pour la partie géologique de cet examen, je me suis référé à l'étude qu'a faite M. Gulinck, Ingénieur-Géolo-

gue Principal au Service Géologique de Belgique, à la demande du Centre de Recherches Routières et qui a été publiée dans le n° 4/1966 du périodique « La Technique Routière » sous le titre « Aperçu Général sur les gisements de sables de la Belgique, utilisables dans la construction routière ».

En annexe de son étude, M. Gulinck fournit une carte schématique des principaux gisements sableux dont un extrait est donné à la figure 3.

L'examen de cette carte montre qu'on peut diviser en deux parties principales les gisements de sables du Hainaut et du Brabant (partie wallonne) :

- A. Les sables bruxelliens (zone hachurée).
- B. Les sables landéniens (zone en pointillé).

A. Les sables bruxelliens.

M. Gulinck distingue au point de vue géologique cinq faciès :

- 1) *Zone nord du Bruxellien située à l'est de Bruxelles* (hachures obliques descendant vers la droite) : le faciès y est qualifié de mixte, tantôt siliceux, tantôt calcaireux. Des exploitations y sont notamment ouvertes à Sterrebeek et à Woluwé-St-Lambert. Il s'agit de sables fins à module de finesse inférieur à 1 et perméabilité inférieure à 10^{-2} cm/s.

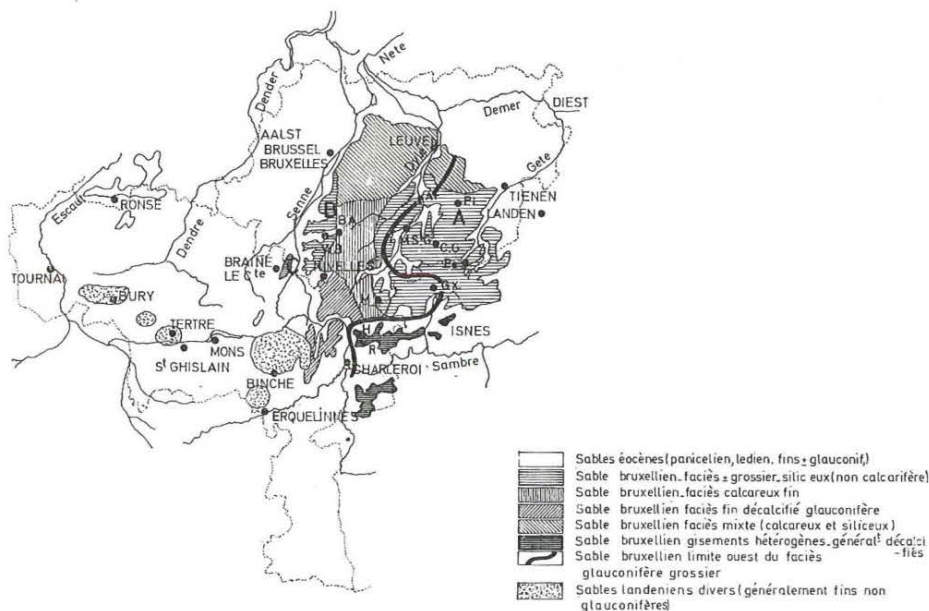


Fig. 3.

Répartition des gisements de sable de la province de Hainaut et de la province de Brabant (extrait d'une carte dressée par M. Gulinck, Ingénieur-Géologue Principal au Service Géologique de Belgique).

- Ar = Archennes
- B.A = Braine-l'Alleud
- C.G. = Chaumont-Gistoux
- M St G = Monst-St-Guibert
- W.B. = Wauthier-Braine
- Gx = Gembloux

- M = Marbais
- E. = Erquennes
- H = Heppignies
- R = Ransart
- Pi = Pietrebaix
- Pe = Perwez

La teneur en éléments inférieurs à 74 microns est variable, fréquemment supérieure à 3 %, mais pouvant aussi n'être que de 0,4 %. Localement, la teneur en calcaire est élevée (jusqu'à 10 %). Il s'agit donc en général d'un sable de la qualité « maçon ».

- 2) *Zone centrale du Bruxellien, parties ouest et est* (hachures horizontales) : le faciès y est qualifié de plus ou moins grossier et siliceux, non calcarifère. En principe, c'est donc dans cette zone qu'on doit trouver les bons sables drainants et à béton et pratiquement c'est également le cas.

Nous diviserons cette zone en trois parties :

- a) *Partie A, à l'est du massif bruxellien* : on y trouve des sables très purs pouvant contenir moins de 1 % d'éléments inférieurs à 74 microns; le module de finesse est souvent supérieur à 1,2, avoisine 1,65 dans de nombreux cas et monte même jusqu'à 2,1 (à Archennes); la perméabilité est fréquemment supérieure à 10^{-2} cm/s et est parfois proche de 3×10^{-2} cm/s (sablères de Mont-St-Guibert et d'Archennes notamment). Evidemment, tous les sables n'ont pas une composition aussi favorable et on trouve dans les mêmes régions, selon la couche exploitée, à la fois le sable à béton ou drainant de qualité et le sable maçon plus ou moins ordinaire.

Il existe une tendance à la diminution du diamètre moyen du grain lorsqu'on remonte vers le nord en direction de Bruxelles. Les sables les plus glauconifères sont situés dans les zones inférieures de la partie orientale du massif bruxellien; c'est dans cette zone qu'on trouve également les sables les plus grossiers (c'est le cas d'Archennes).

Parmi les zones d'exploitation intéressantes, citons :

- La région d'Archennes : le module de finesse du sable lavé y atteint 2,1.
- La région de Chaumont-Gistoux : on y trouve des sables très purs contenant moins de 1 % d'éléments inférieurs à 74 microns avec des modules de finesse variant de 1,1 à 1,85. Les sables les plus fins peuvent être utilisés pour le doucissage en glacerie, tandis que les sables les plus gros peuvent servir pour les bétons de qualité.
- La région de Mont-St-Guibert-Héவில் : on y trouve des sables dont la teneur en éléments inférieurs à 74 microns est voisine de 1 % et dont le module de finesse peut atteindre de 1,6 à 1,8. On y trouve donc de bons sables drainants et à béton. La granulométrie augmente dans cette région en allant du nord vers le sud.
- La région de Limal-Céroux-Mousty où il n'y a pas actuellement d'exploitations importantes, mais

où on peut trouver d'excellents sables à béton et drainants ayant des modules de finesse de 1,7 à 1,8.

- La région de Marbais, Tilly, Villers-la-Ville, Melbery, située à l'extrémité S.W. de la partie A de la zone considérée. C'est une zone où traditionnellement on exploite le sable. On y trouve toute la gamme des sables depuis le sable de plafonneur à 8 % d'éléments inférieurs à 74 microns jusqu'au sable à béton à 0,5 % d'éléments inférieurs à 74 microns et module de finesse de 1,59 en passant par le sable à maçon doux (4 % d'éléments inférieurs à 74 microns et module de finesse inférieur à 1) et le sable de maçon rude (4 à 5 % d'éléments inférieurs à 74 microns, mais module de finesse de 1,55).

A Marbais, une sablière extrait un sable à béton ou drainant, de qualité supérieure (0,45 % d'éléments en dessous de 74 microns et 1,83 de module de finesse).

En dehors des principales zones citées appartenant à la partie A du massif bruxellien considéré, signalons que l'on exploite sporadiquement dans la région de Perwez et qu'il existe à Piétrebais une sablière de quelque importance quoique n'occupant pas de personnel salarié. Signalons également l'extension du gisement considéré dans le nord de la Province de Namur (région de Gembloux).

- b) *Partie B à l'ouest du massif bruxellien* : la zone d'exploitation a son centre à Wauthier-Braine et englobe Braine-l'Alleud, Ittre, Clabecq, Oisquerq. On y trouve en général des sables dont la teneur en éléments inférieurs à 74 microns ne dépasse pas 3 % (on trouve cependant également du sable maçon et même plafonneur); le module de finesse est variable allant de 0,946 (pour le lapidaire d'Alconval qui est un sable de fonderie à grain très fin et teneur en éléments inférieurs à 74 microns de moins de 1 %) à 1,81 pour le sable à béton de Sart-Moulin. La perméabilité est couramment supérieure à 10^{-2} cm/s; elle peut dépasser 4×10^{-2} cm/s à Sart-Moulin.

La granulométrie moyenne devient de plus en plus fine au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers le nord en direction de Halle et Alsemberg et vers l'est en direction de Waterloo.

- c) *Partie C* : c'est le massif du Bois de la Houssière, dit encore massif du Marouset à l'est de l'agglomération de Braine-le-Comte; ce massif se présente sous forme d'un mont de sable bruxellien émergeant au-dessus de l'yprésien qui l'entoure de toute part. Les sables de ce massif ont une teneur en éléments inférieurs à 74 microns de 1 à 4 %; le module de finesse varie de 1,2 à 1,55; la perméabilité est supérieure à 10^{-2} cm/s et peut dépasser 2×10^{-2} cm/s. Il s'agit donc d'un sable perméable de granulométrie moyenne. Ce

sable autillisé pour la construction du plan incliné de Ronquières; le massif du Marouste constitue, d'autre part, la source d'approvisionnement la plus proche en sable de construction de qualité pour le Hainaut occidental qui ne possède que des sables fins. La partie supérieure du gisement est constituée de 2 à 3 m de sable métallurgique à environ 15 % d'argile, résultant de la percolation dans le sable sous-jacent d'éléments argileux provenant de la couche limoneuse de couverture; l'indice de finesse A.F.A. de ce sable est de l'ordre de 50.

N.B. Il existe également une petite tache de Bruxellien dans la région du Rœulx mentionnée pour mémoire; en outre au S.E. de cette tache, il y a une autre tache minuscule de sables wealdiens (jurassique, siliceux) également mentionnée pour mémoire.

3) *Zone centrale du Bruxellien, partie médiane* (hachures verticales).

Le faciès y est qualifié par M. Gulinck de calcareux et fin. On n'y trouve vraisemblablement que du sable de qualité inférieure (sans doute maçon). Je n'y connais pas d'exploitation notable. Sans doute, la qualité s'améliore-t-elle progressivement en allant vers l'ouest et l'est en direction des zones A et B précédemment décrites.

4) *Zone sud-ouest du Bruxellien* (hachures obliques descendant vers la gauche).

Cette zone s'étend du sud de Nivelles jusque dans la région d'Anderlues en passant par Obaix et Piéton. M. Gulinck qualifie son faciès de fin décalcifié, glauconifère. Il ne s'agit donc pas non plus d'un sable de haute qualité, sans doute d'un sable de qualité maçon. Je ne connais pas non plus d'exploitation notable dans cette zone.

5) *Zone sud du Bruxellien* comportant deux massifs bordant respectivement au nord et au sud le Houiller de la région de Charleroi; cette zone est repérée au plan par un quadrillage.

M. Gulinck qualifie le gisement d'hétérogène et généralement décalcifié. Au nord de Charleroi, on exploite actuellement sur la commune d'Heppignies, traditionnellement consacrée à l'exploitation des sables, et sur la commune voisine de Ransart.

Le gisement est surmonté de sable métallurgique à environ 15 % d'argile résultant de la percolation dans le sable sous-jacent de la couche limoneuse de couverture; le gisement de sable métallurgique qui paraît être lié à des alluvions fluviales est irrégulier; où le sable métallurgique est exploitable, son épaisseur varie de 2 à 4 m. Sous le sable métallurgique, on trouve de 5 à 8 m de sable de maçon à 6 % d'argile en général, mais pouvant atteindre 8 à 10 % (sable de plafonneur). Le sable de maçon le plus maigre est parfois utilisé comme sable à béton, mais il est évident qu'il ne peut s'agir que

d'un béton de qualité inférieure pour linteaux et hourdis légers de petites maisons particulières.

Au sud de Charleroi, il n'y a pas actuellement d'exploitation notable.

Citons la commune de Nalinnes où on a déjà exploité à échelle notable du sable de construction, mais où la production est actuellement tombée à un niveau négligeable; citons également quelques petites exploitations de sable métallurgique et d'argile plastique dans la région de Gerpennes-Acoz. Ici encore, le sable métallurgique peut être dû à la percolation d'argile de couverture dans le sable bruxellien sous-jacent, mais il existe également dans la région des glaises plastiques provenant de dépôts continentaux oligocènes (donc postérieurs au Bruxellien éocène).

La bande de Bruxellien située au nord de Charleroi se prolonge vers l'est dans la province de Namur sous forme de petits massifs isolés (Jemeppe-sur-Sambre, Spy, Les Isnes). Aux Isnes, on a extrait du sable contenant 3,5 % d'éléments inférieurs à 74 microns (1,6 % d'éléments inférieurs à 20 microns) et possédant un module de finesse de 1,59 (grains moyens à gros).

B. Les sables landéniens :

B. *Les sables landéniens* : représentés au plan par un pointillé.

M. Gulinck caractérise comme suit ces sables.

« Ils comprennent des sables blanchâtres, parfois très purs (Leval), souvent contaminés par des intercalations argilo-ligniteuses, de granulométrie variable (Landénien supérieur) et des sables glauconifères meubles et fins (Landénien marin). D'autre part, les sables blancs ont souvent une granulométrie proche de celle des sables glauconifères voisins.

» Cependant, on rencontre dans la masse sableuse du Landénien supérieur des zones à granulométrie grossière, notamment dans la région de Landen (grain moyen : $\pm 0,300$ mm) et surtout dans la région d'Erquelines. Ces faciès grossiers se localisent dans d'anciens chenaux de delta ou d'estuaires ».

N.B. Un grain moyen de 0,300 mm correspond à un module de finesse de l'ordre de 1,50 et à un indice de finesse A.F.A. de l'ordre de 50.

Cette description de M. Gulinck fait prévoir *qu'en dehors de la région d'Erquelines*, on ne trouvera que des sables fins à module de finesse inférieur à 1, à perméabilité inférieure à 10^{-2} cm/s et à teneur en argile variable de 2 à 10 %, en bref des sables de la qualité maçon ou plafonneur, les meilleurs étant utilisés pour la fabrication de bétons de qualité inférieure (linteaux, hourdis légers de petites habitations).

Les exploitations de ces sables sont assez nombreuses, mais aucune n'est très importante; elles se situent en général dans des localités proches des axes routiers

Binche-Mons (à partir de Leval-Trahegnies), Mons-St-Ghislain, St-Ghislain-Tournai (jusque Bury inclusivement) Il y a lieu cependant de mentionner séparément les deux sablières de Tertre qui exploitent par dragage dans une dépression marécageuse résultant des affaissements miniers. Le sable, lavé du fait même du dragage et ayant subi un certain classement granulométrique dans les bassins de décantation, présente un certain intérêt dans ses parties les plus grosses qui sont aussi les plus propres (0,4 % d'éléments inférieurs à 74 microns, module de finesse de 0,96, perméabilité voisine de 10^{-2} cm/s. Ces sables sont glauconifères surtout dans leur partie fine. Une partie des sables de Tertre est utilisée en bouteille pour la fusion du verre vert. M. Gulinck signale qu'on trouve les mêmes sables, sans argile, avec une teneur en glauconie très faible et une granulométrie favorable dans la région de Blaton (Tranchée du Mont des Groseillers); il précise également qu'à Tertre on enlève, outre le Landénien proprement dit, du sable pléistocène de couverture.

Revenons maintenant à la région d'Erquelinnes ou plus exactement à la région de Peissant-Grand-Reng couverte de Landénien supérieur. Il existe actuellement à Peissant deux exploitations importantes de sable métallurgique; la couche de sable métallurgique de 6 à 7,50 m d'épaisseur apparaît sur les hauteurs de la région. La teneur en argile est maximale à la partie supérieure de la couche (sable rouge à 18-22 % d'argile) et diminue vers le bas (sable jaune à 16-18 % d'argile). Le grain est gros et donne un indice de finesse A.F.A. convenant pour les usages métallurgiques.

M. Gulinck mentionne en outre qu'on a anciennement exploité à Grand-Reng et Erquelinnes des sables grossiers utilisés pour le sciage du marbre.

Signalons qu'outre la région d'Erquelinnes on trouve également des petits massifs de Landénien supérieur (L2 à la carte géologique) dans la région située au nord de Binche.

Pour être complet, indiquons enfin qu'à la limite du Hainaut et de la Flandre Orientale, il existe des massifs de sables éocènes paniséliens et lédiens que M. Gulinck qualifie de fins et plus ou moins glauconifères. Il s'agit de sables très fins (module de finesse le plus souvent inférieur à 0,7) contenant au moins 4 % d'éléments inférieurs à 74 microns; la perméabilité est en conséquence très inférieure à 10^{-2} cm/s. Ces sables, pour lesquels je ne connais pas d'exploitation notable, ne peuvent servir qu'à usage maçon ou plafonneur. Les massifs en question de sables lédiens et paniséliens sont délimités au plan de la figure 3 sans hachures ni pointillés.

En résumé, les sables de qualité (sables pour béton et sables drainants) se rencontrent dans les parties occidentale et orientale de la zone centrale du Bruxellien

(repérées par les lettres A, B et C au plan fig. 3). Les centres de gravité de l'exploitation dans cette zone sont Archennes, Chaumont-Gistoux, Mont-St-Guibert, Héவில், Marbais, Wauthier-Braine, Braine l'Alleud, Braine-le-Comte (bois de la Houssière). Citons également l'extension de la zone A dans la province de Namur (région de Gembloux).

Pour le sable métallurgique, les centres de production sont la région de Peissant, celle de Braine-le-Comte (bois de la Houssière), Heppignies, la région d'Acoz-Gerpennes.

Les sables maçon (et a fortiori plafonneur) ne peuvent être considérés comme des sables de qualité. Étant utilisés pour la construction de l'habitation petite et moyenne et la fabrication de blocs de cloison, ils n'en ont pas moins une importance économique certaine. Celle-ci est particulièrement marquée près des grandes agglomérations (Bruxelles, Charleroi, Mons) qui constituent de gros centres de consommation. Compte tenu de la valeur faible du produit au lieu de production et de la forte incidence du transport sur le prix du produit remis au lieu de consommation, des sablières situées à proximité d'un centre arrivent à vendre du sable maçon de qualité médiocre à environ 50 F/t départ sablière, c'est-à-dire à un prix égal ou même souvent supérieur à celui d'un sable de qualité « béton » ou « drainant ». Évidemment, le prix de revient de l'exploitation est souvent plus élevé dans le cas de la vente du sable maçon; cette vente qui se fait généralement à des petits entrepreneurs présente le caractère d'une vente au détail avec des temps morts importants entre l'arrivée des clients, ce qui postule un coefficient d'utilisation faible du matériel et un rendement également faible de la main-d'œuvre. À titre documentaire, je signale qu'on rencontre à l'opposé des sablières travaillant à pleine utilisation du personnel et pleine capacité du matériel, qui arrivent à réaliser un profit en vendant du sable routier drainant de qualité moyenne pour 25 F/t; plutôt que d'exploitants établis, il s'agit dans ce cas d'entrepreneurs réalisant une affaire et dont la sablière n'a qu'une durée de vie éphémère comme celle des travaux routiers qu'elle alimente.

Il résulte de ce qui précède que l'importance économique d'un gisement de sable ne dépend pas seulement de sa qualité envisagée sur base de critères techniques, mais également de sa situation par rapport à un centre de consommation, ce qui conduit à la prise en considération de gisements de sable maçon situés à proximité de grandes agglomérations.

Réserves

Un questionnaire à ce sujet a été envoyé en juin 1968 aux entreprises extractives de la division du Hainaut de l'Administration des Mines. Ce questionnaire demandait :

- 1) la durée des réserves dont les entreprises possèdent actuellement la faculté d'exploitation;

- 2) l'importance des réserves dont les entreprises ne disposent pas, mais qui seraient nécessaires à la continuation de l'exploitation après épuisement des réserves reprises sous 1).

Ce questionnaire est surtout adapté aux usines extractives ayant fait de gros investissements en installations fixes et qui ne peuvent économiquement exploiter qu'un gisement contigu ou très proche de ces installations fixes; c'est le cas des carrières de pierres possédant des installations de sciage, de concassage ou des fours.

Le matériel utilisé en sablière est un matériel mobile ou facilement déplaçable. La notion de réserve n'est plus en conséquence attachée à une parcelle cadastrale ou à un groupe de parcelles cadastrales contiguës, mais plutôt à une région plus ou moins vaste dans laquelle l'exploitant pourra déplacer son matériel de manière à continuer à produire le type ou les types de sable pour lesquels il s'est créé une clientèle. Ces régions ont été définies au chapitre précédent traitant de la répartition des gisements de sables.

La mobilité des exploitations de sable s'est encore accrue par la substitution ces dernières années du transport par route au transport par rail. L'entreprise a cessé d'être liée au raccordement au chemin de fer; elle n'exige plus qu'une liaison avec la route éventuellement par un chemin de terre plus ou moins carrossable accessible aux camions hauts sur roues.

C'est ce qui explique l'absence de réponse ou des réponses évasives au questionnaire. Là où elles sont plus précises, il apparaît que les réserves dont l'entreprise a la faculté d'exploitation ne représentent *en moyenne* qu'environ 5 ans d'exploitation. L'avenir dépend du résultat de négociations avec les propriétaires des terrains voisins de la sablière en activité; si ces négociations échouent, il n'en résultera toutefois pas automatiquement, comme en carrières de pierre, un arrêt prochain de l'exploitation; l'entreprise engagera simplement des négociations avec d'autres propriétaires en vue de s'établir à un autre endroit de la commune ou dans une commune voisine où l'on trouve un sable analogue.

Ceci montre que, si l'on veut sauvegarder les réserves de sable économiquement intéressantes, il faut envisager le problème non pas à l'échelle d'une sablière donnée, mais à l'échelle d'une région plus ou moins étendue, commune ou groupe de communes.

Je me dois toutefois de signaler que quelques sablières font mention de réserves *certaines* importantes pour 20 à 50 ans. Il s'agit de sablières faisant toujours ou ayant fait anciennement la majorité de leurs expéditions par chemin de fer, ou encore de sablières possédant des installations fixes importantes (installations de lavage et installations de classification et décantation du sable dragué).

Entraves à la reconstitution de réserves

En dépit de leur mobilité, les sablières rencontrent actuellement des obstacles à la constitution de réserves.

Il y a tout d'abord le prix des terrains. La multiplication des bungalows et villas dans certaines régions proches des grandes agglomérations (c'est notamment le cas du nord du Brabant wallon) a fait que du terrain, précédemment exclusivement destiné à usage agricole, a certaines chances de devenir du terrain à bâtir. Du terrain à 300.000 F/ha monte déjà à 500.000 F/ha lorsque le propriétaire sait qu'il y existe un gisement de sable intéressant, mais il atteint 1.000.000 F/ha lorsque le propriétaire décèle une possibilité, même lointaine, de valoriser son terrain comme terrain à bâtir. Dans un cas, le prix de 1.000.000 F/ha correspondait uniquement à la disposition du terrain pour l'exploitation, celui-ci devant être rendu après exploitation à son propriétaire, remis en état de culture ou de plantation. Si l'on tient compte que, dans le cas d'exploitation du terrain d'un tiers sous le régime de la redevance à la tonne extraite, celle-ci varie selon les circonstances de 5 à 12 F/t, on se rend compte qu'il faut être assuré d'un gisement intéressant pour pouvoir supporter 1.000.000 F à l'ha pour la disposition d'un terrain. Evidemment en cas d'achat et d'exploitation rationnelle, le terrain peut être revalorisé après exploitation par remise en état de culture et même lotissement si le fond de la sablière est resté au niveau du chemin. Quoi qu'il en soit, là où des lotissements se créent, le prix des terrains est en hausse considérable et devient parfois prohibitif pour l'exploitant de sablières. Dans le même ordre d'idées, des bourgmestres sont systématiquement hostiles à l'implantation de sablières, envisageant, parfois avec à-propos, de développer le caractère résidentiel de leur commune; pour s'opposer à l'implantation de sablières, ils émettent, par le canal des collègues échevinaux, des avis défavorables lors de l'enquête de commodo et, s'il est passé outre à leur avis, promulguent des interdictions de circulation des camions de fort tonnage sur certains tronçons de la voirie communale, qui ont pour résultat pratique de rendre l'exploitation impossible.

Ailleurs, sans s'opposer systématiquement à l'exploitation des sablières, les bourgmestres (ou les commissaires-voyers) imposent des itinéraires aux camions des clients et font parfois payer à l'exploitant la réfection des chemins. Lorsqu'on considère les dégâts que créent aux routes secondaires des camions lourds, souvent surchargés, on comprend les exigences des fonctionnaires communaux ou provinciaux surtout lorsqu'il s'agit d'exploitations de durée limitée qui n'apporteront à longue échéance aucun profit à la région où elles sont situées.

Le directeur de la firme la plus importante de la Division du Hainaut de l'Administration des Mines a également évoqué la situation grave dans laquelle peuvent se trouver des exploitants de sablières lorsque cer-

tains terrains contenant les gisements qu'ils exploitent et dont ils sont locataires, sont mis en vente par leurs propriétaires. Il estime que le droit de préemption ou de préférence d'achat devrait exister aussi bien pour les exploitants que pour les fermiers titulaires d'un bail à ferme. On touche ici à un aspect purement juridique et législatif du problème.

A tout ceci vient s'ajouter la crainte que, dans un avenir proche, des prescriptions urbanistiques manquant de souplesse viennent neutraliser, pour l'exploitation des sablières, de vastes régions riches en sable de qualité.

Une situation particulière doit être mentionnée. Il s'agit du massif forestier du Marouset (Bois de la Houssière près de Braine-le-Comte). Le Bois de la Houssière recèle du sable bruxellien de qualité; le gisement est, d'autre part, la source d'approvisionnement la plus proche en sable à béton de qualité pour le Hainaut occidental qui ne possède que des gisements de sable fin (la centrale à béton de Ghlin est alimentée en partie par du sable du Marouset et en partie par du sable du Rhin notamment, arrivant par voie d'eau). Mais le bois de la Houssière est classé par A.R. du 14 mars 1940 et pris en charge par la Commission Royale des Monuments et Sites et l'Administration des Eaux et Forêts. De plus, bien que les terrains appartiennent à des propriétaires privés, ces derniers n'ont pas la disposition des arbres qui restent la propriété de l'Etat Belge jusqu'en 1992 (clause imposée à la suite de l'expropriation après la guerre de 1914-18 des biens immeubles appartenant au Prince d'Arenberg). Jusqu'à présent, il a été toutefois admis que les exploitants en place puissent poursuivre les exploitations en cours.

Aspects urbanistiques de l'exploitation des sablières

L'exploitation du sable relève de l'industrie extractive et, comme elle, possède la caractéristique d'être liée à un gisement. S'il est possible d'imposer à un autre type d'industrie de s'installer dans un zoning industriel, il n'est pas possible d'agir de même pour une industrie extractive qui doit s'implanter aux endroits où la nature a disposé le gisement.

Toutefois, nous avons mis en évidence la mobilité des exploitations de sable et montré que la notion de gisement devait être envisagée à l'échelle d'une région plus ou moins vaste. Il en résulte que, *sauf exceptions*, on ne pourra dans des plans d'aménagement délimiter nettement des zones devant être réservées à l'exploitation des sablières; les exceptions dont il est question concernent les sablières pouvant dès maintenant faire mention de réserves importantes.

On déduira de ce qui précède que, si l'on veut sauvegarder l'industrie extractive en général et en particulier l'industrie de l'exploitation du sable, il sera nécessaire

de faire une place spéciale aux industries extractives dans les futurs plans d'aménagement régionaux et de secteur.

En ce qui concerne les sablières, il est notamment d'impérieuse nécessité que ces plans prévoient expressément la possibilité de leur existence dans les zones qualifiées d'agricoles. L'extraction du sable est une activité non polluante ne présentant que le seul inconvénient d'intensifier la circulation routière dans des régions naturellement paisibles; une symbiose exploitation du sable - activité agricole est parfaitement concevable d'autant plus que, moyennant un minimum de précaution, un terrain où l'on a extrait du sable peut être remis, en peu de temps et à peu de frais, en état de culture.

Du point de vue urbanistique, l'exploitation des sablières peut d'ailleurs présenter des aspects positifs, contrairement aux autres industries :

- a) Lorsqu'une exploitation est effectuée à flanc de coteau, avec fond de la sablière au niveau de la route, l'enlèvement du sable a pour résultat de créer du terrain à bâtir. Il y a donc valorisation du terrain. Il en est de même si le fond de la sablière est à pente très douce et que le drainage des eaux est assuré.
- b) En zone forestière, il est très facile de reboiser sur du sable au moyen de sapins du pays dont le plant ne coûte que 1,25 F/pièce environ. Si l'on a étendu après exploitation la découverte sur le sable, il est possible de planter d'autres espèces résineuses. Si la couche de découverte est suffisamment épaisse, on peut planter des espèces feuillues (peupliers notamment). Le coût d'un reboisement peut être estimé à seulement 25.000/ha, main-d'œuvre toutefois non comprise, le travail de reboisement pouvant être effectué à frais réduits en utilisant les temps morts du personnel de la sablière. Le reboisement peut être entrepris trois années après l'exploitation, ces trois années étant nécessaires pour la stabilisation des talus.
- c) En zone agricole, lorsque la découverte est suffisamment importante et que le terrain peut être drainé une exploitation rationnelle prévoyant le stockage de l'argile de découverte et son épandage en fin d'exploitation permet la remise du terrain en état de culture.
- d) Une excavation créée par une sablière peut parfois présenter un intérêt économique. A Heppignies, des excavations sont comblées avec des suies de centrale qui, en raison de prescriptions réglementaires, ne peuvent être mises à teruil; le terrain est alors recouvert d'argile. S'il ne pourra avant longtemps permettre la construction, il est au moins remis en état de culture. A Mont-St-Guibert, on remblaie une sablière avec des immondices de la région bruxelloise; il ne s'agit cependant pas d'un déversement

sauvage du genre de ceux qui sont dénoncés par la presse, mais d'un déversement organisé, sous le contrôle du Ministère de la Santé Publique, les lits d'immondices alternant avec les lits isolants d'argile. Ici encore, si le terrain ne pourra avant longtemps permettre la construction, il est au moins remis en état de culture.

- e) Un cas spécial également favorable peut être cité. Les exploitations par dragage de Tertre ont créé, à la place d'une dépression marécageuse résultant des affaissements miniers, un vaste étang. Le maintien d'un rideau d'arbres autour de l'étang crée un cadre reposant; un café avec petite plage est établi en bordure de l'étang. Il est évidemment nécessaire dans ce cas que l'étang possède un exutoire pour éviter la stagnation de l'eau.

Il faut toutefois constater qu'en dépit de ces exemples favorables, l'exploitation des sablières souffre d'un certain discrédit. Ce discrédit est le résultat de l'activité de certains *petits* exploitants peu scrupuleux qui ont littéralement maltraité le terrain dont ils disposaient

pour l'exploitation. Je citerai quelques exemples de leurs déprédations : talus instables trop raides ne pouvant supporter de végétation avant plusieurs années, talus s'ébouyant en entamant les propriétés voisines, fond de la sablière non nivelé (abandon de massifs, tas de pierres), apparition de mares d'eau stagnante par exploitation à un niveau trop bas (mares qui auraient pu être comblées par des pierres et autres déchets), non remise en état de culture par épandage de la découverte judicieusement stockée. Il s'agit en général dans ces cas de terrains loués et cette manière de procéder porte souvent préjudice au propriétaire auquel l'exploitant ne rend qu'un terrain dégradé et impropre à tout usage, sauf frais importants; les propriétaires avertis prévoient d'ailleurs dans leurs contrats de location des clauses précises concernant la remise en état du terrain.

Dans l'intérêt même des exploitants sérieux, qui y gagneraient en crédit, il serait souhaitable que les administrations intéressées découragent les petits exploitants, sans scrupules, en usant à leur égard d'une sévérité accrue et en contrôlant de manière effective la remise en état du terrain après exploitation.

DEUXIEME PARTIE

Méthodes d'exploitation

Les méthodes d'exploitation peuvent être classées en deux grandes catégories.

- A. Les méthodes classiques à front d'abattage.
- B. L'extraction du sable par dragage.

A. Méthodes classiques à front d'abattage

Rappel historique des méthodes anciennes d'abattage

Avant 1940, l'abattage du sable se faisait encore de manière courante manuellement à la pelle.

La façon la plus simple, mais aussi la plus dangereuse, d'opérer était d'attaquer le pied du front avec une pelle à long manche (2 m de longueur) et de laisser s'ébouler le sable mis en léger surplomb; éventuellement, on accélérerait la chute du sable en surplomb en secouant la base du surplomb avec une pelle à manche encore plus long. Pour être mise en œuvre sans danger, une telle méthode nécessitait une découverte soigneusement exécutée à l'avance, un sable naturellement meuble, une retraite facile assurée à tout moment et une vigilance constante. Le sable éboulé était, soit poussé au pied d'une sauterelle de chargement, soit chargé en wagon-

nets qui le conduisaient jusqu'à une estacade de chargement en wagons de chemin de fer ou camions. Les wagonnets étaient, soit poussés à la main sur une courte distance, soit tractés à plat sur longue distance par locomotive Decauville à vapeur (plus tard par locomotive Diesel), éventuellement remontés le long de plans inclinés dans le cas d'exploitations en défoncement. Le triage des pierres de sable se faisait souvent de manière rudimentaire à la fourche.

En dehors de la méthode simple mais dangereuse d'exploitation par éboulement, il existait une manière plus rationnelle d'abattage manuel du sable par ouvriers disposés suivant le talus. Pour expliquer cette dernière méthode, je rappellerai que, lorsqu'on parle de talus de sable, il faut distinguer le talus naturel du sable en place du talus naturel du sable abattu. Le talus naturel du sable en place se situe autour de 60° par rapport à l'horizontale (il varie suivant la teneur en argile du sable, la pente naturelle du talus diminuant ou augmentant avec la teneur en argile). Le talus naturel du sable abattu est de l'ordre de 45°. Le talus naturel du sable en place se rapproche progressivement du talus naturel du sable abattu au fur et à mesure de l'action des intempéries; la stabilisation du talus est en général acquise après trois hivers. Imaginons maintenant un front taluté suivant la pente naturelle du sable *en place*; supposons que le pied du talus ait été entamé sur une faible épaisseur; le sable en surplomb ne glissera pas de lui-même; il ne glissera que s'il est abattu

à la pelle et au fur et à mesure de cet abattage; en effet, du fait de l'attaque à la pelle du sable, on substitue au talus naturel du sable en place le talus naturel du sable abattu.

Ainsi un ouvrier peut monter sans danger le long du front en abattant le sable; il a au-dessus de lui du sable en place suivant talus naturel (60°) et le sable qu'il abat glisse sous lui pour se mettre suivant un talus naturel plus faible (45°), ainsi que le montre le croquis 4. Théoriquement il n'y a aucun danger pour l'ouvrier; pratiquement, il faut veiller à ce que la brèche montante prise par l'ouvrier ne soit pas trop épaisse (1 m de

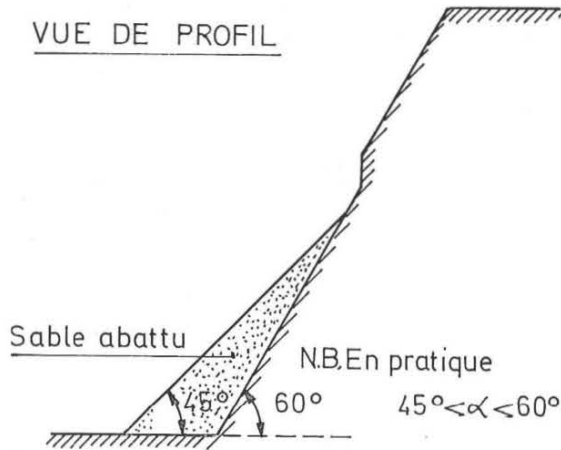


Fig. 4.

hauteur en moyenne). La sécurité du travail est également d'autant meilleure que la différence entre le talus naturel du sable en place et le talus naturel du sable abattu est plus marquée; si le talus du sable en place est proche du talus naturel du sable abattu (sable coulant facilement), il est prudent de diminuer la hauteur de brèche; à la limite, si le talus naturel du sable en place est égal au talus naturel du sable abattu (sable dépourvu d'argile sans cohésion), la première méthode décrite (par éboulement) devient la seule possible, le sable s'écoulant de manière continue au fur et à mesure de l'attaque du pied du front. Si la marge entre talus naturel du sable en place et talus naturel du sable abattu est importante, on peut en profiter pour diminuer la pente du front (qui toutefois doit rester supérieure à celle du talus naturel du sable abattu), ce qui augmente la sécurité et facilite le travail de l'abatteur.

Imaginons maintenant que, sur la hauteur du front incliné suivant talus naturel du sable en place ou suivant une pente quelque peu inférieure ainsi qu'il vient d'être dit, une saignée ait été pratiquée sur l'épaisseur de la brèche montante dont l'exécution vient d'être décrite. Le front se présente dès lors comme indiqué au croquis 5. L'ouvrier peut dès lors attaquer la brèche en se tenant latéralement à celle-ci et donc sans sable en surplomb au-dessus de lui; évidemment, la progression

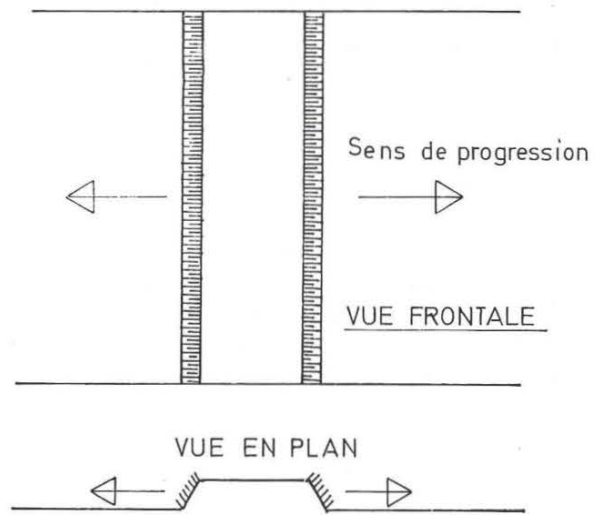


Fig. 5.

latérale de la brèche se fera par passes successives prises en montant suivant indications du croquis 6.

Si avec la méthode décrite on veut occuper plusieurs ouvriers sur le même front, il faut décomposer celui-ci en plusieurs gradins renversés, ainsi qu'indiqué au croquis 7. Dans ce cas l'ouvrier a du sable en surplomb au-dessus de lui, mais cette situation ne présente pas de danger dans une exploitation bien conduite si la pente du front est bien calculée et si l'épaisseur de brèche est suffisamment faible; d'autre part, le sable en surplomb au-dessus de l'ouvrier se situe dans l'angle rentrant du gradin renversé qui est la zone la plus stable du front.

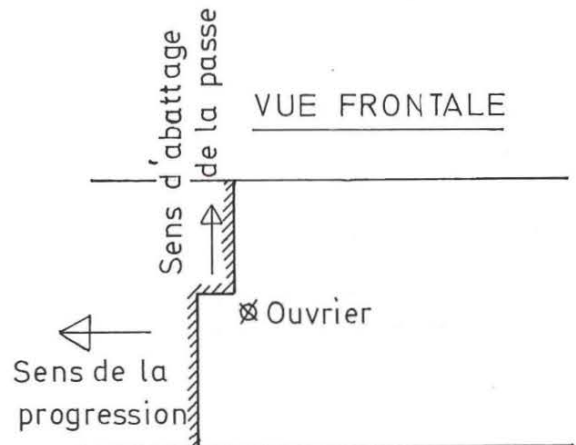


Fig. 6.

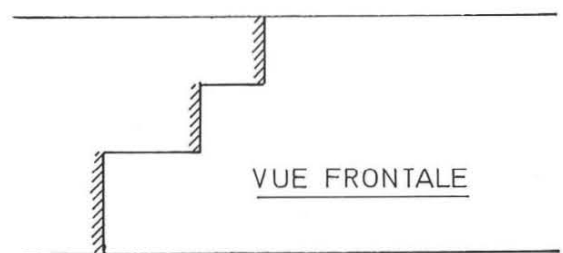


Fig. 7.

Si le front comporte plusieurs bancs superposés de sables de qualités différentes, on peut réaliser une séparation très précise des différentes qualités de sable en faisant coïncider les gradins avec les divers bancs.

Le sable abattu glisse, en se mettant à talus naturel, au pied du front, sous chacun des abatteurs. Ce sable, avant 1940, était souvent chargé en wagonnets qui le conduisaient jusqu'à une estacade de chargement en wagons et camions. Dans une importante sablière de Mont-St-Guibert, la reprise du sable abattu se faisait au moyen d'une grue à vapeur roulant sur des rails disposés tout le long du front. La grue déversait le sable dans une trémie-silo surmontée d'une grille et d'un tamis (pour élimination des pierres), trémie-silo sous laquelle on faisait avancer les wagons de chemin de fer; la trémie-silo avec grille et tamis pouvait se déplacer sur rails (croquis 8); les deux rails de la trémie-silo et les deux rails des wagons de chemin de fer

formaient un ensemble de 4 rails parallèles au front qui étaient ripés simultanément. Des précautions devaient être prises pour éviter l'enfoncement du railage dans le sable; sous la grue notamment, les billettes étaient remplacées par des plateaux de plus large assise.

Le mode d'exploitation qui vient d'être décrit a presque complètement disparu; en effet, s'il permettait une séparation précise des différentes qualités de sable, il nécessitait en contre-partie un personnel relativement nombreux et difficile à trouver. Il subsiste cependant encore, mais à échelle très réduite (les méthodes modernes d'exploitation y étant simultanément appliquées), à la sablière précitée de Mont-St-Guibert. Toutefois, depuis 1950, l'ancienne grue à vapeur, avec à l'arrière sa trémie-silo sur rails, a été remplacée par une excavatrice d'esel à godets également sur rails, excavatrice sur laquelle est montée un trommel de séparation des pierres (croquis 9); d'autre part, le chargement sous le

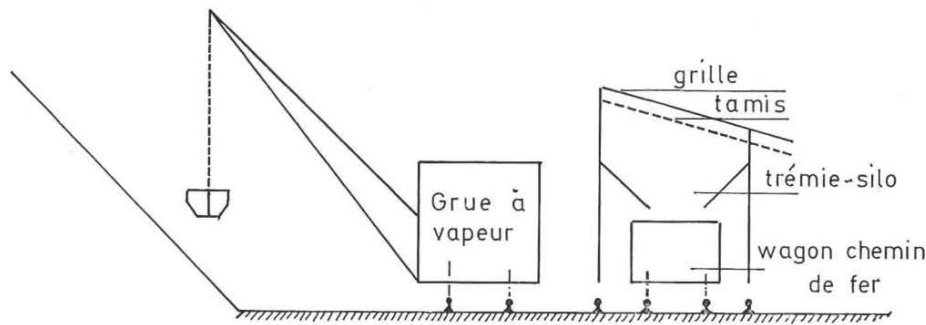


Fig. 8.

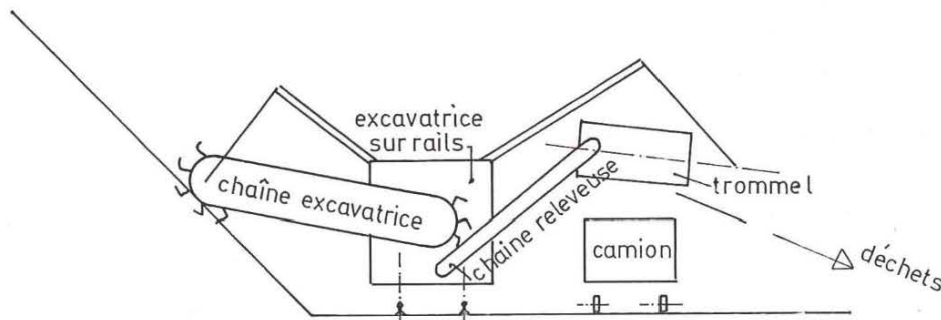


Fig. 9.

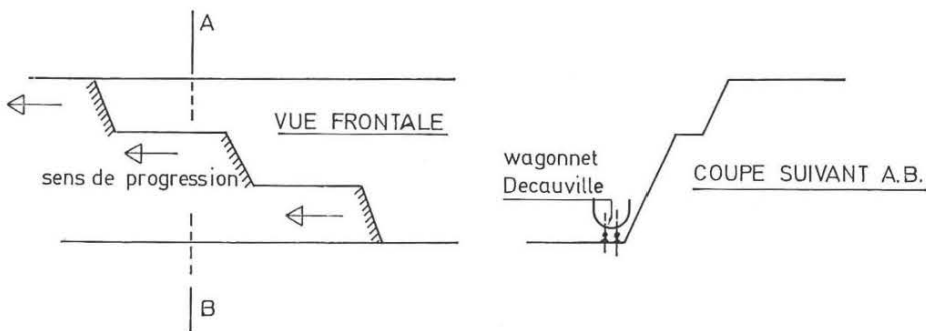


Fig. 10.

trommel se fait exclusivement en camions; il n'y a plus ainsi qu'un seul jeu de rails (celui de l'excavatrice) à déplacer, ce qui a permis une économie de main-d'œuvre. L'excavatrice amorce au pied du front les brèches montantes des ouvriers et reprend en vue de son chargement le sable qu'ils abattent.

La découpe du front en brèches dessinant des gradins renversés était autrefois appliquée pour l'abattage du sable de construction maigre. Dans le cas du sable métallurgique gras de forte résistance et d'abattage plus difficile, on faisait usage d'une méthode correspondante mais avec *gradins droits* (fig. 10).

Dans cette méthode, l'ouvrier prend un appui ferme sur le gradin droit et fait tomber le sable sous lui. Au pied du front, sous chaque ouvrier, stationnait un wagonnet à benne Decauville recueillant le sable abattu. Comme la méthode par gradins renversés, la méthode par gradins droits permet de disposer plusieurs abatteurs le long du front; elle permet également de faire une séparation précise des qualités de sable, en faisant coïncider les gradins avec les divers bancs. Etant donné la faible épaisseur des couches de sables métallurgiques (résultant souvent de la percolation du limon de couverture dans le sable sous-jacent), les gradins droits avaient une faible hauteur (2 m).

Méthodes modernes d'abattage

L'abattage manuel a actuellement presque complètement disparu. Il a été remplacé par l'abattage mécanique à la grue ou à l'engin-chargeur. La substitution de l'abattage mécanique à l'abattage manuel a provoqué une réduction drastique du personnel occupé en sablières. Dans la plus grosse société d'exploitation de sablières de la région étudiée, la réduction de l'effectif de personnel a été de 2/3 de 1962 à 1967 en dépit d'une augmentation inévitable du personnel d'entretien mécanique.

Nous diviserons les méthodes d'abattage mécanique en deux catégories.

a) Abattage par le pied du front.

Après la guerre, c'est-à-dire vers 1947-1948, l'utilisation de grues a remplacé l'abattage manuel. La grue utilisée pour l'abattage au pied du front est la grue classique à grappin (fig. 11). Actuellement, la grue est progressivement supplantée par l'engin-chargeur. Il existe des engins chargeurs de différentes marques, mais tous identiques dans leur ligne générale; l'engin possède au devant de lui une large benne pouvant être manipulée avec grande aisance par vérins hydraulique; la benne peut attaquer le front à la manière d'une énorme pelle, elle peut soulever la charge et la basculer sur camion ou dans une trémie-silo; utilisée comme bouclier, elle peut également pousser les produits à la manière d'un bull-dozer.

Grue comme engin-chargeur, en attaquant le pied du front, provoquent le glissement du sable en surplomb. C'est ce qu'on appelle le travail à la butte par éboulement, en enlevant au mot éboulement tout sens péjoratif.

Un tel travail postule un sable suffisamment maigre pour glisser avant que ne se soit créé un surplomb dangereux. Elle exige au préalable un enlèvement soigneux de la découverte; c'est en effet souvent l'argile compacte de découverte qui accroche le sable sous-jacent et l'empêche de s'ébouler progressivement lors de l'attaque du pied; le plus fréquemment, l'existence de pentes exagérées du front d'abattage résulte du non-enlèvement régulier de la découverte.

L'abattage à la butte par éboulement est pratiquement sans danger lorsqu'on utilise une grue ayant une flèche de hauteur adéquate. Le machiniste de grue se trouve en effet à une distance suffisante du front pour être à l'abri d'un glissement massif de sable.

En outre, lorsque le surplomb du sable devient trop important, il est loisible au machiniste de l'ébranler en lançant le grappin de la grue contre le front. Même si le grappin ne mord pas, le choc de celui-ci (obtenu éventuellement par une rotation rapide de la grue) suffit fréquemment à déclencher l'éboulement souhaité

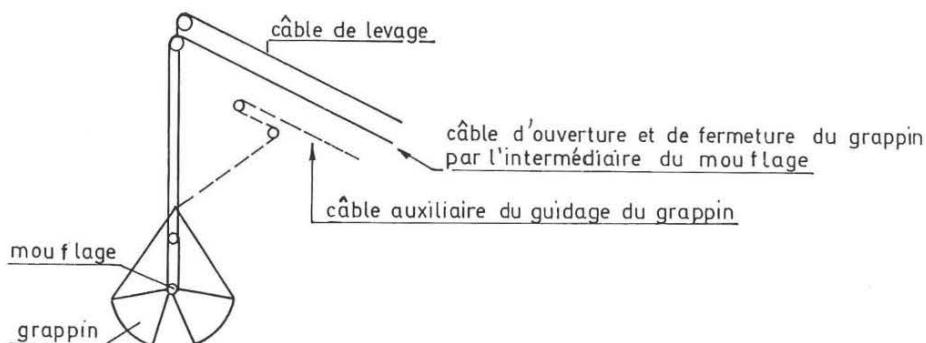


Fig. 11.

Principe du câblage d'une grue à grappin.

du sable en surplomb. Les conditions idéales au point de vue sécurité sont obtenues lorsque le sommet de la flèche de la grue se trouve à une hauteur voisine de celle du front.

L'abattage à l'engin-chargeur ne se présente pas de manière aussi favorable au point de vue sécurité. En effet, le machiniste n'est plus séparé du front par une longue flèche et est relativement près de la benne pelle-teuse; celle-ci ne peut être levée qu'à une hauteur relativement faible (correspondant au chargement d'un camion ou d'une trémie). Par contre, sa mobilité permet une retraite plus rapide de l'engin en cas d'amorce de glissement. Quoi qu'il en soit, la vigilance s'impose lors de l'usage de l'engin-chargeur, surtout lorsque le banc exploité est truffé de concrétions gréseuses résistantes empêchant le sable de glisser progressivement et ne se brisant elles-mêmes qu'en gros blocs. En outre, lorsqu'on fait usage d'engins-chargeurs, il faut plus que jamais veiller à un enlèvement préalable soigneux de la découverte et limiter la hauteur du front lorsque le sable relativement gras ne s'écoule pas facilement lors de l'attaque du pied.

Les hauteurs de front les plus couramment pratiquées dans la région étudiée, lors de l'abattage à la butte par éboulement, varient de 8 à 15 m aussi bien lors de l'utilisation de grues à grappin que lors de l'utilisation d'engins-chargeurs; pour ces derniers d'ailleurs, une hauteur de front d'une dizaine de mètres paraît optimale. Toutefois, la hauteur de front atteint parfois une vingtaine de mètres; il est par ailleurs piquant de constater qu'en cette circonstance il était fait usage d'engins-chargeurs. Dans une sablière à grande hauteur de front exploitée par engin-chargeur, des intercalations gréseuses, se brisant heureusement très facilement pour un porte-à-faux limité, gênaient de surcroît l'écoulement régulier du sable; bien que la découverte y fut soigneusement exécutée et que le sable fut pratiquement dépourvu d'argile, la plus grande vigilance y était requise. En fait, on peut même dire qu'il n'existe pas de relation pratique entre le choix de l'engin d'abattage et la hauteur du front; la hauteur du front résulte de la situation topographique et géologique (par exemple, le fond de la sablière est la base du banc de sable exploitable ou coïncide avec le niveau de la nappe aquifère, et le sommet du front correspond au relief du terrain; ou encore le fond de la sablière est déterminé par le niveau de la voie publique proche); quant au choix de l'engin d'abattage, il est déterminé par des considérations de débit horaire ou de facilités de maintenance. C'est ainsi que l'engin-chargeur à gros débit et d'un maniement facile et rapide est souvent préféré à la grue, même lorsque les conditions géologiques ou topographiques imposent une grande hauteur de front. Une hauteur de front de 25 m paraît cependant constituer une limite maximale pour la sécurité, même lorsque sont réunies les conditions optimales pour l'abattage à la butte par éboulement. Lorsque la hauteur du banc exploitable atteint 20 m, il est souhaitable de le diviser

en deux gradins exploités simultanément ou successivement, desservis par des rampes d'accès pour camions.

N.B. Dans un seul cas d'abattage par le pied d'un front de faible hauteur de sable métallurgique, il était fait usage d'une grue excavatrice à câbles se mouvant sur chenilles (fig. 12). La grue excavatrice mord évidemment plus énergiquement un front de sable dur qu'une grue à grappin classique.

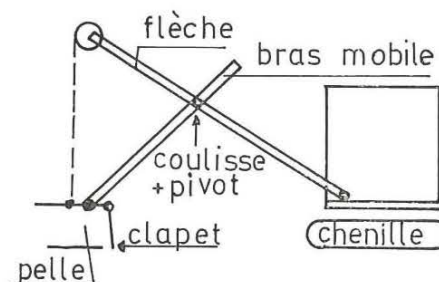


Fig. 12.

Silhouette de l'excavatrice à câbles (câble de levage, câble du bras mobile, câble du clapet).

b) Abattage par le sommet du front.

L'engin le plus généralement utilisé est la grue équipée en dragline (fig. 13 et 13bis). Toutes les grues à grappin peuvent être équipées à peu de frais en dragline; le mécanisme est le même, les seules différences portant sur l'enroulement des câbles et les guide-câbles. Dans la grue à grappin, la plus connue, il y a deux câbles hauts guidés par les poulies de sommet de flèche; dans la grue équipée en dragline, il n'y a plus qu'un câble haut, le second câble étant un câble bas guidé par un guide-câble fixé à un niveau voisin de celui du plancher de la cabine et à peu de distance de cette dernière. Le croquis de la figure 13 donne le schéma du montage des câbles d'une dragline; on remarque l'existence d'un câble auxiliaire dont on règle la longueur pour obtenir l'orientation adéquate du bac. Le bac est un bac de scrapage raclant le front; le déchargement du bac peut se faire à un niveau inférieur à celui du sommet du front ou à un niveau quelque peu supérieur, suffisamment élevé pour permettre le déversement du sable dans la benne d'un camion ou dans la trémie d'alimentation d'une sauterelle de chargement.

La dragline est l'engin idéal pour le travail en défoncement pur sans présence d'aucun engin au fond de l'excavation (la grue, les sauterelles de chargement et les camions stationnant au sommet du front). Je n'ai vu que dans un seul cas de défoncement pur préférer la grue à grappin à la grue dragline; dans ce cas, le sable était truffé de plaquettes siliceuses très dures sur lesquelles le bac de raclage de la dragline s'accrochait; il en résultait des efforts violents sur les câbles et une mise hors service rapide de ceux-ci; avec la grue à grappin, on utilisait le grappin à la manière d'un mouton pour provoquer le bris des plaquettes de pierre; cela

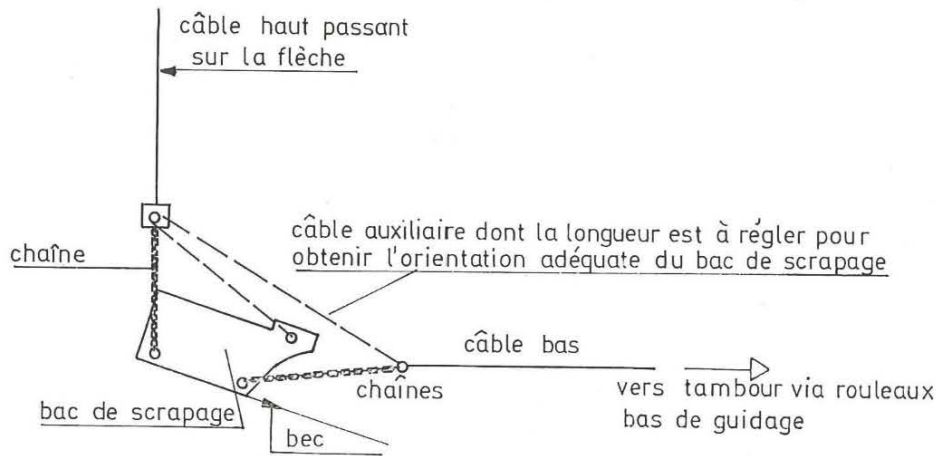


Fig. 13.

Principe du câblage d'une grue montée en dragline.

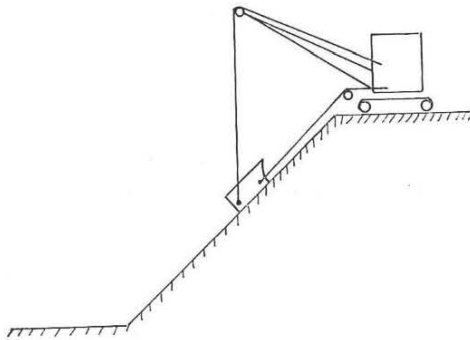


Fig. 13bis.

Silhouette d'une grue dragline travaillant en défoncement.

se faisait au détriment des becs des mâchoires du grappin, mais la réparation des becs était jugée moins onéreuse que le remplacement de câbles lors du travail en dragline.

Le travail en dragline présente divers avantages :

- 1^o) Une dragline judicieusement manipulée permet d'obtenir un front régulièrement taluté et dont la pente est voisine de la pente naturelle du sable abattu. La dragline prend ainsi appui sur un terrain parfaitement stable; comme, d'autre part, aucun personnel n'est présent au fond du défoncement, l'abatage s'opère en parfaite sécurité.
- 2^o) Le raclage sur toute la hauteur du front permet un mélange des sables de qualités variables des divers lits. Il en résulte une parfaite homogénéité et une qualité constante du sable déversé sur les engins de chargement. A l'opposé, dans la méthode d'abatage à la butte par éboulement, on recueille éventuellement des sables de qualités différentes suivant qu'on attaque le pied du front ou qu'on recueille le sable éboulé subséquemment.

3^o) Dans le cas de l'abatage du sable métallurgique consistant, le raclage du front réalise un corroyage et par suite un ameublissement du sable qui peut rendre sans objet tout démontage ultérieur.

Dans un cas, j'ai vu utiliser une dragline pour l'abatage à la butte par éboulement; mais dans ce cas, la dragline réalisait simultanément l'abatage du sable d'un petit défoncement (défoncement de 2,50 m de hauteur compris entre le niveau d'accès des camions à la sablière et le niveau de la nappe aquifère).

L'abatage par le sommet du front ne se réalise pas seulement à la dragline. On peut également mettre en œuvre cette méthode d'exploitation en faisant usage d'un engin-chargeur travaillant à la manière d'un bulldozer ou en utilisant un bulldozer proprement dit (fig. 14). L'engin raclé dans ce cas le sommet du front et pousse le sable enlevé en bas du front; le sable se met à talus naturel contre le front. Cette méthode pratiquée par un machiniste qualifié est sûre; elle se généralise d'ailleurs pour les travaux d'enlèvement de terrils (dans ce cas un chemin serpentant autour du terril doit être préalablement aménagé au bulldozer, de manière à permettre l'accès de l'engin au sommet du terril). Le sable basculé en bas du front doit être repris par un engin-chargeur en vue de son chargement en camions. Parfois, c'est le même engin-chargeur qui travaille en bulldozer au sommet du front et reprend au pied le sable abattu; pour éviter un va-et-vient continu de l'engin entre le sommet et le pied du front (via une rampe d'accès), l'engin ne quitte le sommet du front qu'après avoir accumulé à son pied un important stock de sable. Remarquons que la méthode décrite ci-dessus d'abatage à l'engin-chargeur par le sommet du front est parfois combinée avec l'abatage à la butte par éboulement au moyen du même engin; dans ce cas, l'engin-chargeur ne monte au sommet du front que de temps à autre lorsque l'éboulement ne suit pas l'attaque du pied; la sécurité exige dans ce cas qu'on n'attende pas qu'un surplomb dangereux se soit produit au pied du front

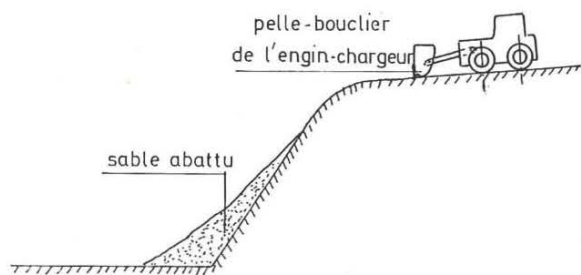


Fig. 14.

Silhouette d'un engin-chargeur travaillant au sommet du front.

pour intervenir au sommet et que l'engin-chargeur (attaquant le sommet du front perpendiculairement à celui-ci) ne s'approche pas trop près de l'arête supérieure du front. Dans un cas, le sable raclé au sommet du front au moyen d'un engin-chargeur était basculé directement dans la trémie d'une sauterelle de chargement; mais il s'agissait d'une puissante sauterelle de 800 mm de largeur de bande, d'une longueur de 16 m et équipée d'un moteur Diesel d'une puissance de 22 cv (alors que les sauterelles couramment utilisées n'ont qu'une puissance voisine de 4 cv.).

Caractéristiques et performances des engins d'abattage

Les grues utilisées (tant à grappin que draglines, ou éventuellement excavatrices) sont actionnées par moteurs Diesel dont la puissance varie entre 32 et 65 cv. La puissance moyenne mise en jeu est de 45 cv. La plupart des grues se meuvent sur chenilles.

Les engins-chargeurs utilisés sont actionnés par moteurs Diesel d'une puissance variant de 80 cv à 180 cv; la puissance moyenne mise en jeu est de 120 cv. Les bennes des engins-chargeurs ont des capacités comprises entre 1200 et 2.400 litres; la capacité moyenne est de 1600 litres. La plupart des engins-chargeurs sont montés sur gros pneus, ce qui leur confère une grande mobilité en même temps qu'une surface d'appui suffisamment importante.

Tant les grues que les engins-chargeurs ne sont utilisés que pendant des durées limitées au maximum de leur capacité. Il existe dans le travail de nombreux et longs temps morts entre les arrivées des camions des clients; ainsi qu'il a déjà été dit, la vente du sable présente certaines caractéristiques de la vente en détail; il existe des moments de pointe dans la vente; par contre, en fin de journée ne se présentent plus que les camions des clients les plus proches qui peuvent encore transporter leur charge avant la fin des heures de travail. En hiver, la vente du sable diminue en raison du ralentissement de la construction. Une utilisation soutenue des engins à pleine capacité ne se constate que pour les sables de route; et encore cette activité ne dure-t-elle bien souvent que pendant quelques mois,

c'est-à-dire pendant la période du planning de construction de la route consacrée à l'épandage du sable drainant. Quoiqu'il en soit, les engins d'extraction doivent être dimensionnés pour satisfaire aux moments de pointe.

La production journalière *moyenne* de sable métallurgique enlevé par une grue (à grappin ou dragline) est de 80 à 120 t; pour le sable de construction, elle est de 120 à 200 t. Toutefois, en pointe, une grue abattant du sable de construction peut réaliser une production journalière dépassant 400 t.

La production journalière *moyenne* de sable de construction abattue par un engin-chargeur varie de 200 à 600 t/jour; une production *moyenne* de 400 t/jour a été plusieurs fois notée. En pointe, on peut facilement monter jusqu'à une production de 1000 t/jour. Il m'a même été cité pour de gros engins-chargeurs une production de 1500 t/jour lorsque le sable est vendu sans tamisage préalable, le produit abattu étant directement chargé dans la benne du camion stationnant à proximité du front. La surcapacité des engins-chargeurs apparaît nettement; toutefois, il ne faut pas déduire des chiffres ci-dessus que le coefficient d'utilisation d'un engin-chargeur ne soit que de 40 %. La surcapacité de l'engin-chargeur est notamment mise à profit dans les buts suivants :

- espacer les déplacements coûteux en main-d'œuvre des engins de tamisage et chargement en camions; l'engin-chargeur très mobile peut effectuer des va-et-vient rapides et de longueur relativement grande entre le front et la trémie de la sauterelle de chargement;
- l'engin-chargeur assure la manutention des déchets de criblage et tamisage;
- l'engin-chargeur peut servir à l'aménagement de rampes d'accès et à des manutentions de terres de découverte.

Compte tenu de ce qui précède, le coefficient d'utilisation d'un engin-chargeur peut monter à 65 %. La marge de capacité restante de l'engin peut être utilisée aux moments de pointe.

N.B. Les productions journalières moyennes citées ci-dessus postulent un travail à un seul poste d'une durée de 9 heures.

Comparaison entre grues et engins-chargeurs

Des renseignements que j'ai obtenus, il apparaît que la grue, tant à grappin que dragline, est de loin plus économique que l'engin-chargeur au point de vue des frais d'entretien; il en est de même pour la quotité d'amortissement dans le cas d'une extraction faible (moins de 200 t de production journalière moyenne).

Par contre, les engins-chargeurs sont capables d'une productions journalières *moyennes* comprises entre 200 de celle des grues couramment utilisées.

On en déduira le domaine d'utilisation de ces deux types d'engins. Pour des productions journalières moyennes inférieures à 200 t (avec pointes éventuelles de 400 t), la grue paraît la plus intéressante. Pour des productions supérieures à 400 t/jour (avec pointes éventuelles de 1000 t), l'engin-chargeur s'impose. Pour des productions journalières moyennes comprises entre 200 et 400 t, il y a lieu de mettre en balance, d'une part, l'économie d'emploi de la grue et, d'autre part, la souplesse de l'engin-chargeur et ses variétés d'emploi. N'étant pas praticien et m'étant contenté de confronter les renseignements souvent évasifs des exploitants, je ne puis préciser davantage le domaine d'application des engins d'abattage, mais constate que la tendance est à l'utilisation d'engins-chargeurs au-delà d'une production journalière moyenne de 200 t/jour. J'ai d'autre part constaté que la plupart des grues utilisées sont des engins datant de quelques années. Dans les très petites exploitations, il s'agit d'ailleurs d'engins de réemploi.

Pour l'extraction du sable métallurgique, l'engin-chargeur ne doit être utilisé qu'avec circonspection. Il enlève en effet ce type de sable par grosses mottes, ce qui nécessite l'utilisation d'installations fixes de démottage. Si on veut éviter ces installations fixes de démottage, il est nécessaire de faire effectuer par l'engin-chargeur un travail de corroyage, ce qui en diminue le débit (pour effectuer ce travail de corroyage, la pelle de l'engin-chargeur, qui n'a pas pénétré trop profondément dans le front, laisse tomber le sable abattu, puis le reprend, et ceci éventuellement plusieurs fois). Par contre, si le gisement de sable métallurgique se présente en amas de qualités différentes, l'engin-chargeur permet d'obtenir une qualité moyenne en attaquant alternativement différents points du front; on met dans ce cas à profit la grande mobilité caractéristique des engins-chargeurs. Remarquons, d'autre part, que les performances des engins-chargeurs signalées plus haut ne sont valables que pour du sable de construction de faible consistance, se pelletant aisément et s'écoulant facilement lors de l'attaque du pied du front. Ces performances sont, comme d'ailleurs pour les grues, de très loin plus faibles lors de l'abattage du sable métallurgique de forte consistance, se pelletant avec difficulté et requérant pour des raisons de sécurité un front de seulement quelques mètres de hauteur lorsque l'attaque se fait par le pied; le prix de vente du sable métallurgique est d'ailleurs en compensation plus de deux fois plus élevé que le prix de vente du sable de construction.

Modes de séparation des bancs de sable de qualités différentes

On peut procéder comme suit pour réaliser la séparation de bancs de sable de qualités différentes :

1. Lors de l'abattage à la butte, l'engin attaque la partie inférieure du front et enlève la qualité de sable correspondante; lorsque l'éboulement se produit,

l'engin ramasse le sable constituant la partie supérieure du front d'une autre qualité que la partie inférieure. En multipliant les points d'attaque du front, il est toujours possible de fournir immédiatement au client du sable de l'une ou l'autre qualité. Il ne s'agit évidemment ici que d'une séparation grossière des qualités de sable, mais qui satisfait souvent le client petit entrepreneur de construction (par exemple, séparation du sable maçon assez gras du sable plus maigre pour bétons légers de linteaux et hourdis de petites habitations).

2. Une grue dragline extrait en défoncement depuis le sommet du front, mais au lieu de racler le sable à partir de la base du front, elle le racle à partir de la base du banc supérieur de sable. Quant au banc inférieur, il peut être raclé séparément au cours de passes ultérieures. La séparation des deux qualités de sables n'est pas encore très nette. Elle est cependant plus précise que dans le cas précédent, du moins pour le sable du banc supérieur.
3. La séparation de deux bancs de sable de qualités différentes peut être réalisée avec précision en divisant le front en deux gradins. Cette méthode de séparation présente plusieurs variantes :
 - a) Si le niveau intermédiaire est le niveau principal d'extraction accessible aux camions des clients, la grue, à grappin ou dragline, fonctionne à ce niveau intermédiaire et, pratiquement sans se déplacer, abat en défoncement le sable du gradin inférieur et à la butte le sable du gradin supérieur.
 - b) Les camions des clients ont accès au niveau du fond de la sablière pour l'enlèvement du sable du gradin inférieur, et au niveau intermédiaire (au moyen d'une rampe) pour l'enlèvement du sable du gradin supérieur. Les deux gradins sont alors exploités de manières totalement distinctes. Pour procéder de la sorte, il faut évidemment que le champ d'exploitation soit suffisamment vaste, pour permettre l'aménagement d'une rampe d'accès spacieuse pour les camions des clients. En variante, on pourrait également imaginer que le banc supérieur soit abattu en défoncement à la dragline à partir du sommet du front, le banc inférieur étant enlevé à la butte par un engin quelconque travaillant à son pied; il s'agit encore dans ce cas d'une exploitation par gradins, mais sans stationnement d'engin au niveau intermédiaire, les camions des clients ayant accès, soit au sommet de la sablière, soit au fond de celle-ci suivant la qualité de sable désirée.
 - c) Le plus souvent, les camions des clients n'ont accès qu'au niveau inférieur de la sablière, c'est-à-dire au fond de celle-ci. Au niveau intermédiaire, un engin quelconque (grue ou engin-chargeur) abat le sable du gradin supérieur et

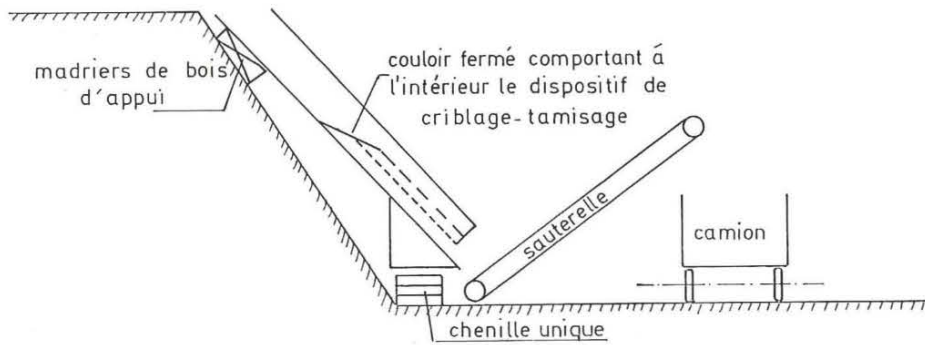


Fig. 15.

le bascule en bas du gradin inférieur en un endroit de ce gradin où l'abattage est temporairement arrêté; quant à l'abattage du gradin inférieur, il s'effectue de la manière habituelle à quelque distance du point de déversement du sable du gradin supérieur. Le sable de ce dernier gradin peut être déversé en talus contre le gradin inférieur; dans ce cas, il est le plus souvent repris par un autre engin en vue de son chargement en camion (éventuellement par le même engin qui attaque le gradin inférieur); dans un cas, il était déversé sur une sauterelle de chargement de grande largeur (800 mm) et de puissance relativement grande (22 ch).

Un couloir d'évacuation du sable du gradin supérieur peut également être aménagé contre le talus du gradin inférieur de manière à guider et régulariser l'écoulement de ce sable vers la sauterelle de chargement en camions. Dans deux exploitations, ce couloir, au lieu d'être réalisé par des moyens de fortune (madriers et tôles), était constitué par un caisson métallique adossé par l'intermédiaire de traverses en bois au talus du gradin inférieur et se mouvant sur une chenille (de réemploi) au niveau du fond de la sablière (fig. 15); le dispositif habituel de criblage et tamisage était inclus dans le caisson en sorte que la sauterelle placée au sortir de ce dernier ne véhiculait que du sable meuble prêt au chargement.

Les différentes méthodes de séparation des bancs de sable décrites ci-dessus peuvent être combinées. On peut ainsi imaginer deux groupes de deux gradins, le groupe des deux gradins supérieurs étant pourvu d'une rampe d'accès et l'exploitation s'effectuant dans chaque groupe de gradins comme expliqué plus haut.

Le choix des méthodes de séparation des bancs de sable est fonction des considérations suivantes :

a) degré de précision requis pour la coupure;

b) situation topographique de l'exploitation, superficie du champ d'exploitation, accès possibles pour les camions des clients;

c) nature du matériel dont on peut disposer.

Exécution de la découverte

La découverte représente en moyenne 10 % de la hauteur utile du front; dans des cas favorables, ce pourcentage tombe à quelques pourcents (il n'y a dans ce cas qu'une pelure de terre couverte de broussailles). Dans de nombreux cas, ce pourcentage est compris entre 10 et 20 %. Il ne dépasse qu'exceptionnellement 20 %. Il semble que, pour qu'une exploitation reste suffisamment rentable avec une découverte dont l'importance est supérieure à 20 % de la hauteur utile du front, il faille que le prix unitaire de vente du sable extrait soit particulièrement élevé (c'est le cas notamment lorsque le front comporte un banc de sable métallurgique). Dans un cas, un pourcentage de découverte supérieur à 20 % résultait de circonstances locales et temporaires; dans un autre cas où le pourcentage atteignait une trentaine de %, la découverte était réalisée dans des conditions sans doute intéressantes pour l'exploitant par un entrepreneur ayant besoin de terres de remblayage.

La tendance était jusqu'à ces derniers temps de faire effectuer la découverte par des entrepreneurs de travaux publics disposant d'engins puissants de déplacement des terres (bull-dozer principalement). Mais j'ai entendu plusieurs exploitants se plaindre du prix élevé réclamé pour de tels travaux.

Certains exploitants préfèrent effectuer eux-mêmes le travail avec les engins dont ils disposent en profitant des périodes d'extraction ralentie; il faut évidemment, dans ce cas, disposer d'un engin de réserve et que l'exploitation occupe au moins deux travailleurs (deux ouvriers ou patron plus un ouvrier), un des deux travailleurs assurant l'extraction ralentie pendant que l'au-

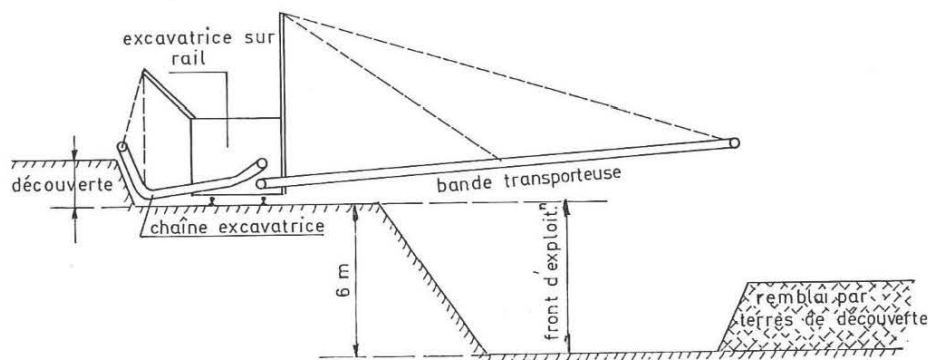


Fig. 16.

tre fait la découverte. La grue dragline travaillant en défoncement au sommet de la sablière convient parfaitement pour effectuer la découverte, mais celle-ci peut être également effectuée par une grue à grappin travaillant à la butte ou au moyen d'un engin-chargeur.

En général, la découverte n'est pas emportée. Elle est stockée en tas ou à talus contre le front en vue de servir ultérieurement à la remise en état de culture ou de reboisement du fond de la sablière et de ses talus. Dans un cas, la découverte était livrée à une entreprise de déversement d'immondices (alternance de lits d'immondices et de lits de terre isolante).

Lorsque le champ d'exploitation est suffisamment vaste, la découverte peut être traitée comme un gradin supplémentaire et être abattue suivant les mêmes méthodes que pour un tel gradin. Dans ce cas, les terres abattues sont chargées en camion de service intérieur circulant au sommet ou au pied du gradin de découverte et allant déverser celles-ci, soit à talus contre une partie du front mise définitivement à l'arrêt, soit au lieu de livraison à un tiers. Dans un cas, le transport des terres de découverte se faisait dans des remorques à benne basculante tirées par tracteur agricole (existence d'une liaison mécanique par arbre à cardan ou d'une liaison hydraulique permettant de commander le basculement de la benne à partir du tracteur); les tracteurs agricoles sont relativement lents, mais offrent l'avantage de ne pas patiner en terrain gluant.

Dans une exploitation de sable métallurgique de Peissant, il est fait usage d'une méthode originale d'enlèvement de la découverte (fig. 16). La découverte a une épaisseur de 1,50 m à 2 m pour une hauteur utile de front de 6 m environ. La découverte forme un gradin au pied duquel circule sur rails une excavatrice à chaîne à godets du type de celles qui sont utilisées en briqueteries. A cette excavatrice judicieusement lestée est adjoindue une longue bande transporteuse (dont l'infrastructure est soutenue par des câbles accrochés à une flèche); cette bande transporteuse enjambe le front d'exploitation et les engins d'abattage et de chargement et déverse

à l'arrière les terres enlevées par la chaîne à godets. De cette manière, le terrain est remis à l'arrière en état de culture au fur et à mesure de l'avancement du front.

L'importance de l'enlèvement préalable de la découverte a été soulignée précédemment. L'orsqu'on laisse venir le gradin d'exploitation du sable au droit du gradin de la découverte, l'enlèvement de la découverte en bordure du front par un bull-dozer ou un engin-chargeur devient dangereux (danger d'affaissement du sol sous le poids de l'engin circulant en bordure du front); l'enlèvement de la découverte par bull-dozer ou engin-chargeur ne peut, dans ce cas, se faire avec sécurité qu'en se tenant à une certaine distance du front; le bourrelet de découverte bordant le front doit alors être repris ultérieurement par un engin travaillant à distance (grues à câbles ou grues hydrauliques équipées en rétro). Ces complications se trouvent évitées si l'on maintient en permanence un avancement suffisant du gradin de découverte par rapport au gradin de sable.

Exhaure

Vu la valeur relativement faible de la matière extraite, une exhaure ne se conçoit pas en sablière. Dans plusieurs sablières, le niveau du fond de la sablière est établi un peu au-dessus du niveau de la nappe aquifère.

L'exploitation sous le niveau de la nappe aquifère ne peut se faire économiquement que par dragage. Mais le dragage crée un étang artificiel qui le plus souvent enlève toute valeur au terrain. Comme fréquemment le banc exploitable ne descend pas très profondément en dessous du niveau de la nappe aquifère, on préfère généralement sacrifier une partie du banc exploitable et rendre au terrain sa valeur en le reboisant ou en le remettant en état de culture.

Chargement et triage du sable

Le plus fréquemment, le sable est chargé (généralement en camions) au moyen d'une sauterelle au sommet

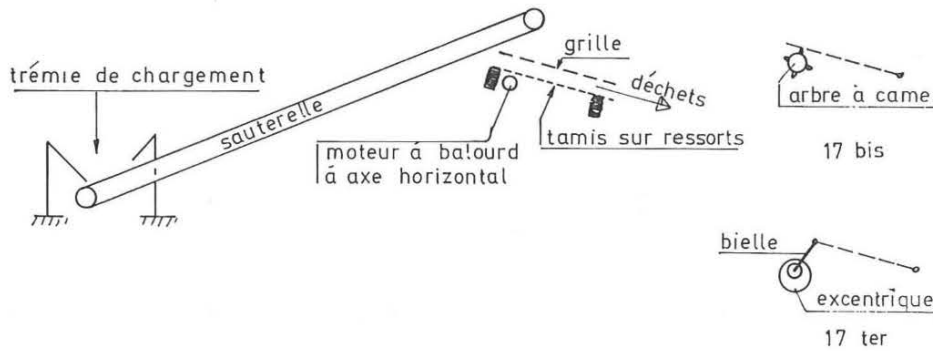


Fig. 17.

de laquelle sont fixés une grille fixe destinée à éliminer les grosses pierres et un tamis vibré destiné à éliminer les petits cailloux et les petites concrétions sableuses (fig. 17). Les bandes de sauterelles ont généralement une largeur de 50 cm; la puissance mise en jeu est d'environ 4 cv dont moins de 1 cv pour le vibrage du tamis. La grille précède obligatoirement le tamis et évite que celui-ci ne soit endommagé par la chute de grosses pierres. Fréquemment, sauterelle et tamis sont actionnés par moteurs électriques, sous tension de 220 V ou 380 V suivant les régions; généralement, il existe un moteur distinct pour le mouvement de la sauterelle et le moteur du tamis; mais on peut également n'utiliser qu'un seul moteur en provoquant le vibrage du tamis au moyen d'une transmission à courroie. Là où l'amenée du courant électrique est onéreuse, on actionne la sauterelle par un petit moteur à essence (ou par un moteur Diesel pour de fortes puissances); dans ce cas, c'est nécessairement le même moteur qui actionne la sauterelle et vibre le tamis.

Le tamis est le plus souvent monté sur ressorts et vibré grâce à un balourd (à écartement réglable) monté sur un axe horizontal (fig. 17); on engendre de la sorte des vibrations verticales. Là où le sable gras se laisse plus difficilement tamiser, on préfère le moteur à balourd à axe vertical, simplement accroché par une chaîne au sommet de l'infrastructure de la sauterelle, qui imprime au tamis un mouvement circulaire ample dans un plan horizontal (fig. 18). Parfois, le balourd à axe horizontal est remplacé par un dispositif artisanal à arbre à came qui impose au tamis un tressautement sec, d'ailleurs très efficace (fig. 17bis); dans un cas, le tamis était agité avec une efficacité relative par un dispositif bielle-excentrique (fig. 17ter). On fait rarement usage du trommel pour le criblage du sable; l'engin, tout en étant d'un débit relativement faible, est lourd et d'un déplacement difficile. Pour le sable de construction, il est certainement contre-indiqué; pour le sable métallurgique consistant, il peut se justifier par le fait qu'il réalise un certain corroyage du matériau; de toute manière dans ce dernier cas, il s'indique plus intégré à une installation fixe que comme engin déplaçable.

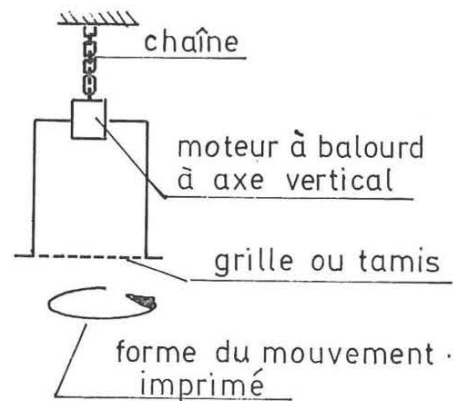


Fig. 18.

Au pied de la sauterelle est généralement aménagée une vaste trémie déplaçable (fig. 17) capable de recueillir sans risque de débordement le contenu du bac de l'engin-chargeur ou du grappin de la grue (ou du bac de la dragline); dans le cas de la grue, la trémie de par ses dimensions supprime les inconvénients de l'imprécision dans le centrage du bac ou du grappin. Dans un cas, la trémie était surmontée d'une grille éliminant les pierres susceptibles d'endommager la bande de la sauterelle. Dans un autre cas déjà cité (fig. 15), la trémie était constituée par un couloir métallique fermé, adossé au premier gradin du front et alimenté au niveau du sommet de ce gradin (couloir monté sur une chenille pour en faciliter le déplacement périodique); la grille et le tamis vibrant (par l'intermédiaire d'un arbre à came) étaient inclus dans le couloir en sorte que la sauterelle de chargement était alimentée par du sable meuble tamisé non susceptible d'endommager sa bande qui avait une grande longévité. Dans un autre cas, le fond de la trémie était constitué par un alimentateur linéaire (en l'occurrence, une large bande transporteuse de faible longueur (fig. 19) régularisant l'alimentation de la sauterelle); il faut remarquer qu'il s'agissait dans ce cas d'une installation quasi fixe conduisant le sable à une installation fixe de lavage; c'est le caractère semi-fixe de l'installation qui justifiait en outre l'utilisation d'un trommel au déversement de la sauterelle.

Dans certains cas, il était jugé utile, en vue d'accélérer le chargement en camions, de faire déverser la sauterelle dans une trémie de *stockage*. Deux positions sont possibles pour cette trémie de stockage.

- a) Trémie de stockage au niveau du sol (fig. 20) : dans ce cas, le sable stocké est repris par une deuxième sauterelle assurant le chargement en camion. Comme la trémie de stockage est destinée à accélérer le chargement des camions, il importe que la deuxième sauterelle soit à grand débit; dans un cas, la bande de la deuxième sauterelle était une bande en forme d'auge (de section rectangulaire) permettant, pour une même largeur, un débit plus important qu'une bande plate; une bande en forme d'auge est beaucoup plus coûteuse qu'une bande plate, mais alimentée par du sable criblé et tamisé elle ne s'use que peu.
- b) Trémie surélevée montée sur roues (fig. 21) sous laquelle peuvent stationner les camions. Le dispositif est encombrant et difficile à déplacer lorsqu'on

veut ménager l'accès aux camions de grande hauteur et en même temps disposer d'un stock significatif.

Lorsqu'il existe une trémie de stockage, le dispositif de tamisage est monté sur cette trémie. Lorsqu'on veut augmenter le volume stocké, la trémie devient rapidement encombrante et onéreuse à déplacer; la fréquence de ses déplacements doit être en conséquence réduite. Dans un cas limite, le stockage s'effectuait dans un véritable silo de grande capacité établi à poste fixe sur fondation; la capacité du silo permettait un chargement des camions en un temps record (facilité très appréciée par les camionneurs désirant effectuer le maximum de trajets au cours de leur journée) et éliminait en outre l'influence des incidents d'abattage sur le rythme du chargement en camions. Mais le silo fixe présente des inconvénients sérieux lorsque le front s'éloigne : réduction du débit des engins-chargeurs d'abattage obligés de faire la navette entre le front et la bande transporteuse d'alimentation du silo ou obligation d'organiser un transport entre le front et le silo (par camion, par bande transporteuse ou par sauterelles disposées en série).

Le stockage peut être réalisé simplement en faisant déverser la sauterelle sur un tas (fig. 22). Mais il faut alors envisager l'intervention d'un engin auxiliaire de reprise au tas et de chargement en camion : engin-chargeur ou grue hydraulique. Cette solution est adoptée dans plusieurs cas; c'est la seule méthode qui permette, en utilisant exclusivement des engins mobiles, de réaliser un stockage d'une réelle importance.

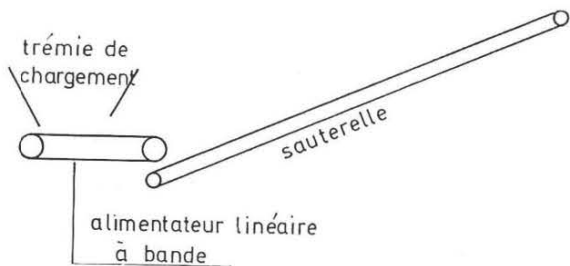


Fig. 19.

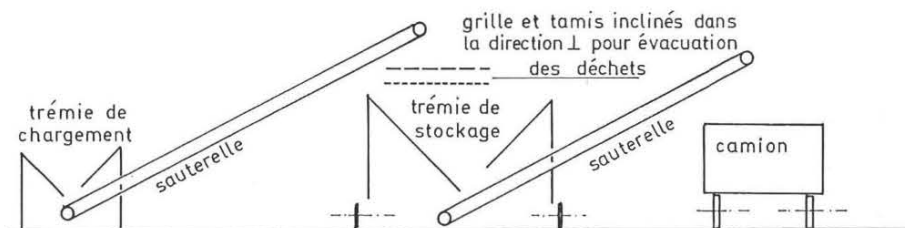


Fig. 20.

Trémie de stockage au niveau du sol.

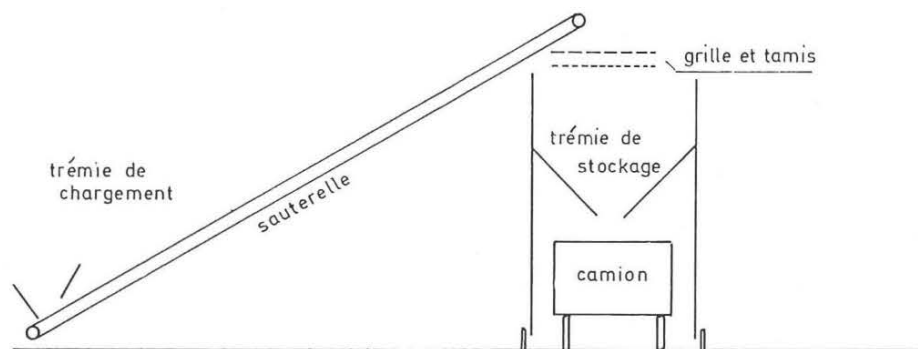


Fig. 21.

Trémie de stockage surélevée.

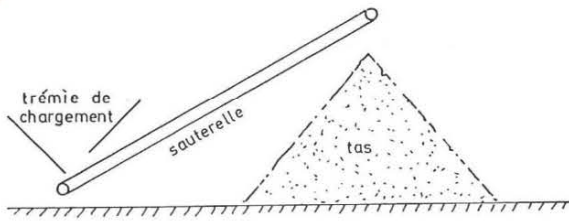


Fig. 22.

Stockage par simple mise au tas.

La préparation du sable métallurgique, de par sa plus forte consistance, constitue un cas particulier. Lorsque ce sable a été abattu à la dragline par un machiniste expérimenté, il est déjà fortement ameubli au moment de son déversement sur la sauterelle de chargement; il suffit alors d'un léger renforcement de l'efficacité des installations mobiles de triage pour mettre le sable sous sa forme définitive. Ce renforcement peut consister en l'emploi d'un tamis à oscillations horizontales circulaires (moteur à balourd à axe vertical suspendu par une chaîne à l'infrastructure de la sauterelle (fig. 18), en l'utilisation d'un tamis galopant (tamis sur ressort secoué par un dispositif à bielle et manivelle ou excentrique, à une vitesse de 1500 tr/min), en un doublage de l'installation de vibration (on vibre et le tamis et la grille au moyen du moteur classique à balourd à axe horizontal tournant à 3000 tr/min). On peut également, au lieu de tamis, faire usage d'un trommel, mais il a été dit précédemment que cet engin était encombrant et onéreux de déplacement. Dans un cas, le sable subissait un léger démottage (préalable à son criblage) sur la sauterelle elle-même; ce démottage était réalisé par un rouleau à dents et une fourche (fig.23). Le rouleau à dents, libre sur son axe (dont la hauteur était réglable), était entraîné par le sable, transporté par la sauterelle; l'espacement des dents doit être judicieusement choisi : si les dents sont trop rapprochées, le sable se colle entre les dents du rouleau qui se comporte alors comme s'il était lisse; par contre, si les dents sont trop espacées, elles ne réalisent aucun corroyage du sable. Quant à la fourche, elle est appliquée sur la sauterelle par un contre-poids; le profil des dents de la fourche est, d'autre part, tel qu'elles ne puissent blesser la bande transporteuse.

Lorsque le sable métallurgique a été abattu en grosses mottes, ce qui est fréquemment le cas lorsque l'abattage se réalise par grue à grappin ou engin-chargeur, il est nécessaire de faire usage d'installations fixes de démot-

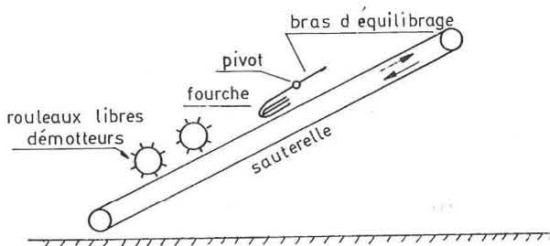


Fig. 23.

tage. Dans un cas, on faisait usage d'un puissant crible actionné par un moteur électrique à balourd à axe horizontal d'une puissance d'une quinzaine de cv (à deux tamis, l'un à maille de 50 mm et l'autre à maille de 15 mm); ce crible était alimenté régulièrement au moyen d'un transporteur métallique jouant le rôle d'un alimentateur linéaire. Le refus du crible constitué par des boulettes d'argile pure, pratiquement dépourvues de sable, n'était pas recyclé. Dans un autre cas, le sable était démotté au moyen d'un démotteur constitué de deux rouleaux à dents tournant en sens inverse (rouleaux entre lesquels étaient déversées les mottes de sable).

Les installations fixes de démottage sont établies au point de vente du sable ou à son point d'expédition (gare de chemin de fer). Un hall de stockage du sable préparé peut être adjoint à l'installation fixe de démottage. Le transport du front à l'installation fixe de démottage se fait par camion; dans un cas où l'installation de démottage était établie à la gare très proche du front, le transport front-gare était réalisé au moyen d'un chemin de fer Decauville; le culbutage des wagonnets Decauville se faisait dans ce dernier cas sur une passerelle surplombant la voie de chemin de fer et la démotteuse était montée sous l'infrastructure de la passerelle (fig.24).

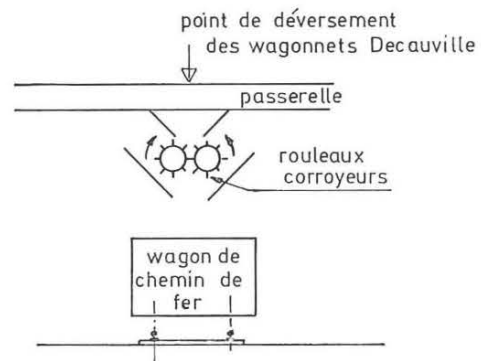


Fig. 24.

Déchets de triage

Dans le cas du sable de construction ou routier, ils sont constitués par des pierres (silex ou concrétions gréseuses) ou par des boulettes de sable durci. Dans le cas du sable métallurgique, ils sont constitués par des boulettes d'argile ne contenant que peu de sable, plutôt nuisibles pour le mouleur.

Les pierres sont en partie commercialisables; elles peuvent servir à empierrer des allées de jardins ou à créer des jardins de rocaille.

Une partie des pierres peut également servir à un empierrage sommaire des chemins de sablière destiné à éviter les profondes ornières provoquées par le passage des camions lourds.

Les pierres qui ne sont ni vendables ni utilisables sur place, ainsi que les autres déchets, peuvent être jetés dans un trou créé dans le fond de la sablière (par extraction du sable sous-jacent) au droit du point de déversement des refus de la grille et du tamis de la sauterelle. Certains exploitants établissent systématiquement le fond de la sablière un peu plus haut que la base du banc de sable exploitable et abattent légèrement en défoncement au pied du front; le défoncement ainsi créé est comblé par les déchets (fig. 25). Plus simplement, les déchets peuvent être stockés en tas et étendus en fin d'exploitation au fond de la sablière préalablement à l'épandage de la terre arable destinée à la remise du terrain en état de culture.

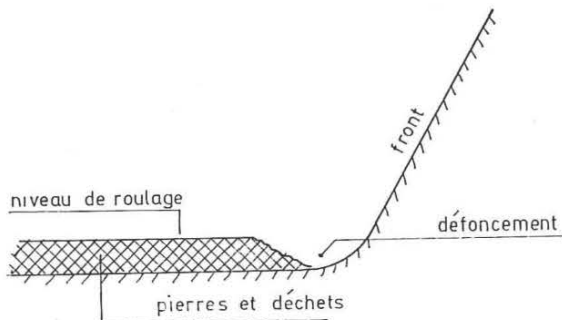


Fig. 25.

Expédition du sable

L'expédition du sable peut se faire par camions ou chemin de fer.

Pour le sable de construction ou routier, le transport par camions a presque complètement supplanté le transport par chemin de fer. Il en résulte que, si auparavant la possibilité d'un raccordement au chemin de fer déterminait l'implantation de la sablière, actuellement c'est la proximité de la grand-route et le voisinage relatif d'un centre de consommation qui déterminent cette implantation. Une sablière importante (de Mont-St-Guibert) qui précédemment faisait ses expéditions quasi uniquement par chemin de fer, à partir d'une sablière unique, bien située pour ce mode de transport, s'est adaptée aux expéditions par camions en se décentralisant, c'est-à-dire en créant plusieurs sièges d'exploitation très éloignés l'un de l'autre, chacun étant bien situé pour la livraison du sable à un centre de consommation déterminé. La substitution du transport par camions au transport par chemin de fer a également conduit à la suppression des engins de transport en sablière (Decauville, aériens), le camion pénétrant dans la sablière jusqu'à proximité du front. Un pourcentage faible d'expéditions par chemin de fer subsiste dans certains cas; des camions assurent alors une navette entre le front de la sablière et le quai du raccordement au chemin de fer ou le quai de la gare la plus proche.

Pour le sable métallurgique, l'expédition par chemin de fer semble être restée prédominante, du moins pour les grosses exploitations (notamment celles de la région de Peissant). Le transport du sable entre le front et la gare la plus proche se fait par camion-navette. Toutefois, dans un cas où le front était très proche d'un raccordement au chemin de fer, le transport entre le front et le point de chargement en wagons de chemin de fer se faisait par wagonnets Decauville tractés par une petite locomotive Diesel.

Lavage du sable

L'opportunité du lavage du sable n'est apparue que depuis quelques années en raison des exigences de plus en plus sévères des cahiers de charges imposés par les Administrations aux entrepreneurs de travaux publics. Accessoirement, en fonderie, une tendance se manifeste en faveur des sables de moulage reconstitués, obtenus par mélange d'un sable maigre de granulométrie bien déterminée à un liant (bentonite).

Trois installations de lavage sont en fonctionnement dans la région examinée (Sablière de Mont-St-Guibert de la S.A. d'Exploitation de Sablières, Sablière Orléans et Conard à Chaumont, Sablières Hesbignones à Archennes). Le lavage consiste dans les trois cas en l'élimination de la presque totalité de l'argile et du filler par voie hydraulique. Son principe est le suivant : le sable est mis en suspension dans de l'eau; la suspension est pompée dans un cyclone où par centrifugation sont séparés, d'une part, les grains de sable et, d'autre part, l'eau boueuse contenant l'argile et le filler. Le principe du cyclone hydraulique est le même que celui du cyclone assurant le dépoussiérage de l'air ou des fumées : l'eau contenant le sable est injectée à grande vitesse tangentielle au cyclone; cette eau tourbillonne; par effet de force centrifuge, les grains de sable se dirigent contre la paroi, tandis que l'argile et le filler restent en suspension dans l'eau qui quitte l'appareil par son centre; les grains de sable recueillis à la pointe du cyclone sont dirigés vers un crible égoutteur. Ce cyclone dont le principe est rappelé ci-dessus a subi des aménagements technologiques; il semble que toutes les installations en service (qui toutes ont été fournies par la même firme) donnent actuellement entière satisfaction.

Une installation de lavage comporte les parties suivantes (fig. 26) :

- 1°) Un alimentateur régularisant l'arrivée du sable à laver : l'alimentateur peut être simplement constitué par une sauterelle précédée d'une trémie dans laquelle le camion-navette ou l'engin-chargeur déverse le sable brut.
- 2°) Une cuve contenant la suspension eau-sable brut. La cuve est surmontée d'un tamis sur lequel se déverse l'alimentateur et sur lequel est également

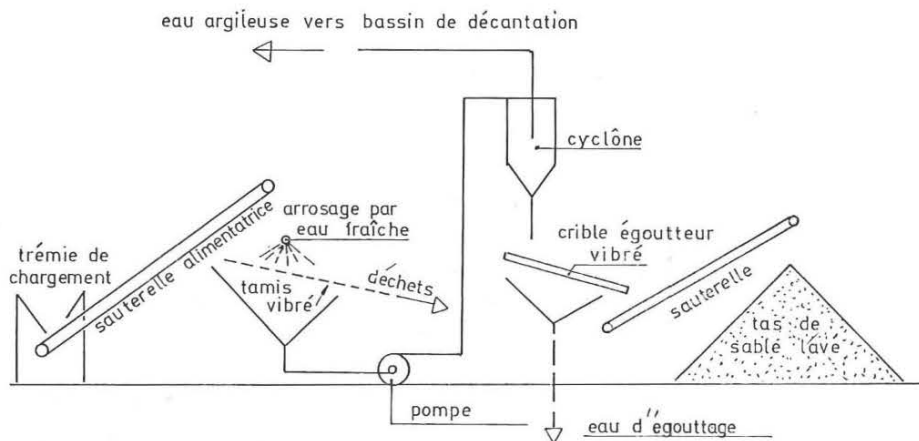


Fig. 26.

Schéma d'une installation de lavage de sable.

dirigé un jet d'eau dont le débit est proportionné à celui du sable. Le tamis élimine les petites pierres ou agglomérés de sable; ce tamis peut être fixe ou vibré par moteur à balourd.

- 3°) Une pompe aspirant la suspension eau-sable brut et la refoulant dans le cyclone.
- 4°) Le cyclone.
- 5°) Un crible égoutteur du sable lavé monté sur blocs de caoutchouc et vibré par moteur à balourd; le crible est constitué par des lamelles en matière synthétique.

La puissance mise en jeu pour actionner une telle installation est d'environ 35 cv.

L'eau nécessaire au fonctionnement de l'installation peut être prélevée au ruisseau s'il en existe un à proximité. Plus simplement, si le fond de la sablière est établi un peu plus haut que le niveau de la nappe aquifère, il suffit pour obtenir l'eau nécessaire de creuser à la grue un petit étang artificiel au fond de la sablière. Si l'eau est prélevée au ruisseau, il est nécessaire de créer un bassin de décantation de l'eau usée. Si l'eau est prélevée à la nappe aquifère, le problème se simplifie; il suffit de rejeter l'eau usée dans un second petit étang artificiel analogue au premier où se fait la décantation. Dans ce second étang, le niveau de l'eau reste celui de la nappe aquifère; en principe c'est la même eau qui passe du second étang au premier après filtration naturelle au travers du terrain; évidemment, il faut vider de temps en temps le second étang de l'argile et du filler déposé pour éviter le colmatage de son fond et le débordement de l'eau rejetée.

Le sable lavé peut être stocké en tas. Pratiquement dépourvu d'argile, il sèche rapidement. Il faut veiller à ce que l'humidité de séchage s'évacue facilement par la base du tas; cette condition est naturellement réalisée si le sable constituant le fond de la sablière est très perméable; dans le cas contraire, il faut asseoir le tas

sur une dalle de béton entourée d'un dispositif de drainage.

Dans un cas, le sable lavé était stocké en silos (dans lesquels il s'égouttait). Une sauterelle pivotante autour de la base de son infrastructure dirigeait le sable sortant du crible égoutteur vers l'un ou l'autre silo.

Pour qu'une installation de lavage se justifie économiquement, il faut évidemment que ses frais de fonctionnement et d'amortissement soient inférieurs aux frais supplémentaires de transport que doivent supporter des sables naturels de qualité équivalente à celle des sables lavés, pour leur amenée depuis un lieu de production parfois très éloigné du lieu de consommation (à ce propos, il convient de noter qu'on utilise en Belgique beaucoup de sables importés, notamment des sables du Rhin).

Dans une des sablières citées, on a tenté de combiner le lavage proprement dit du sable avec une séparation granulométrique en deux catégories (grains fins et grains gros). Cette séparation était réalisée au moyen d'un trommel dont le tamis à maille fine plongeait, à sa base, dans l'eau d'une cuve. En dépit des précautions prises (alimentation régulière du trommel à partir d'une trémie vibrée à ouverture de sortie réglable, pulvérisation d'eau sous pression à l'intérieur du trommel en direction du tamis), l'essai a dû être abandonné en raison des colmatages incessants du tamis du trommel et l'on ne procède plus actuellement qu'au lavage simple au cyclone tel qu'il a été décrit plus haut.

Suivant l'ouvrage de R. Van Ganse (Inventaire des sables naturels et artificiels disponibles sur le marché belge en 1965), il existe dans le Limbourg des installations de lavage du sable par trommels-laveurs. D'autre part, aux sablières de Mol (exploitées par dragage), il existe des installations importantes d'élutriation permettant le classement des sables extraits en une dizaine de types ayant des granulométries bien définies.

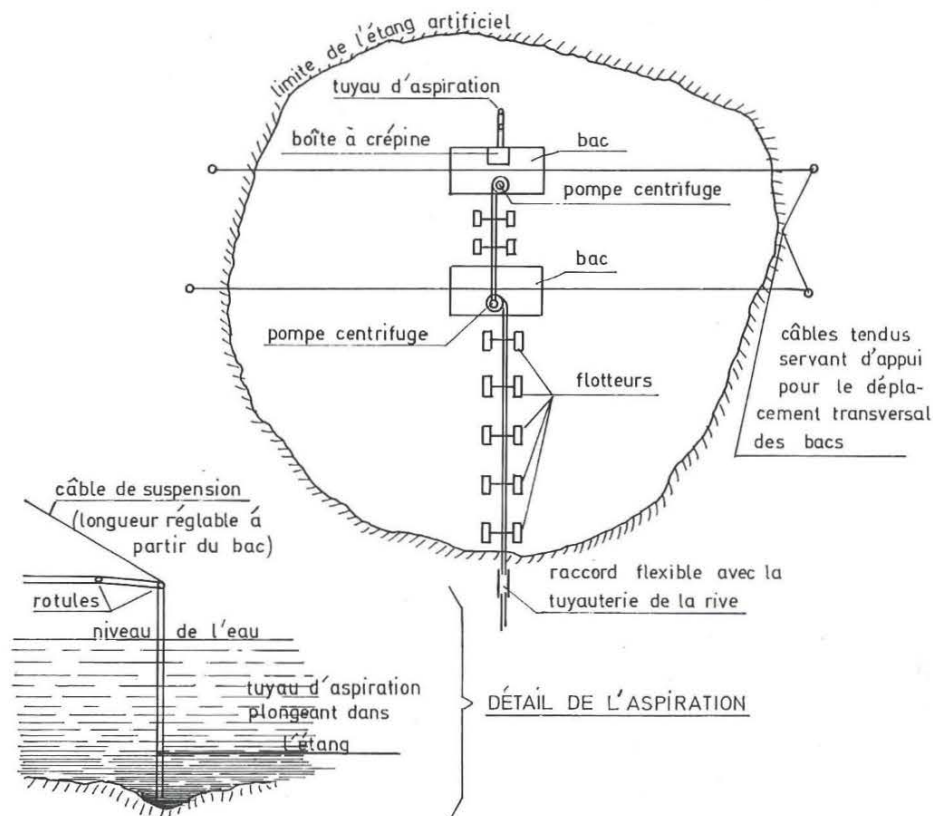


Fig. 27.

Principe d'une exploitation par dragage.

B. Exploitations par dragage

Il n'existe dans la région étudiée que deux exploitations de ce type, situées à Tertre et voisines l'une de l'autre.

Principe

Au cours de travaux préparatoires, on crée un étang artificiel. Cet étang est approfondi et élargi par aspiration, au moyen d'un dispositif de pompage, d'un mélange eau-sable. Autour du point d'aspiration, le sable ne reste pas inerte; gorgé d'eau, il s'éboule comme du sable bouillant en direction du cône d'aspiration. Cette propriété du sable permet de ne déplacer qu'à intervalles le point d'aspiration; il permet en outre l'élargissement par éboulement des berges de l'étang initial.

Le mélange eau-sable pompé est dirigé vers des bassins de décantation.

Dispositif de pompage (fig. 27)

Dans la sablière la plus rationnellement exploitée, la pompe est installée sur un bac. Le tuyau d'aspiration, retenu par câble s'enroulant sur treuil, présente deux articulations par rotules; en agissant sur la lon-

gueur du câble, on règle la profondeur d'aspiration en même temps qu'on peut obtenir un léger déplacement longitudinal du point d'aspiration. La profondeur d'aspiration atteignait 25 m. La crépine, située sur le bac près de la pompe, constitue une des faces d'une boîte métallique recueillant les pierres entraînées par le sable; cette boîte est pourvue d'un couvercle (hermétiquement fermé en cours de pompage) permettant l'extraction des pierres éventuellement entraînées. La pompe utilisée était une pompe centrifuge électrique (puissance : 14 cv) du type pompe à schlamm (à seulement quelques aubages largement espacés). L'entreprise possédait les plans de la pompe et les modèles en bois pour fonderie de ses différents éléments, ce qui lui permettait d'obtenir le remplacement de ceux-ci au prix de revient minimum par commande directe à la fonderie.

Une seconde pompe fonctionnait en série avec la pompe principale; elle avait les mêmes caractéristiques que la précédente et était installée sur un second bac.

La tuyauterie de refoulement rigide s'appuyait sur des flotteurs constitués de cylindres métalliques fermés (fûts). Le câble électrique d'alimentation des pompes courait le long de la tuyauterie de refoulement.

Au droit de chaque bac, un câble était tendu entre les deux rives latérales de l'étang; ce câble servait de

point d'appui pour un déplacement rectiligne transversal des bacs au moyen d'une roulette (roulette du passeur d'eau). Le déplacement longitudinal des bacs postulait évidemment le déplacement concomitant des câbles.

La tuyauterie de refoulement sur l'étang étant rigide, son raccord avec la tuyauterie également rigide de la rive se faisait au moyen d'un flexible en caoutchouc permettant d'espacer les opérations de démontage et remontage de la tuyauterie de la rive.

Dans la tuyauterie de refoulement, l'écoulement à grande vitesse était turbulent, ce qui assurait un brassage efficace de l'eau et du sable.

Un seul ouvrier normalement installé sur le bac principal assurait la surveillance des pompes et le déplacement des bacs.

Une telle installation permettait le dragage d'une quantité de sable atteignant 100 t par jour.

Dans la seconde sablière visitée, exploitée de manière moins systématique, l'aspiration du sable se faisait au moyen d'un éjecteur à air comprimé monté sur l'orifice d'aspiration (principe de la pompe mammoth (fig.28)). L'aspiration était moins puissante et se faisait avec à-coups. Un tel mode de pompage élimine les frais de remplacement des éléments de pompe rapidement usés par l'abrasion du sable, mais il exige par contre une assez forte consommation d'air comprimé, fluide moteur très coûteux. Dans la sablière précitée, les articulations à rotules étaient remplacées par des raccords

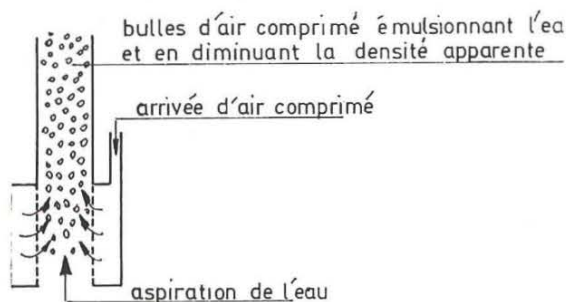


Fig. 28.

Principe de l'éjecteur à air comprimé.

flexibles en caoutchouc qui ont l'inconvénient, lorsqu'ils sont fortement pliés, de créer des pertes de charge supplémentaires.

Bassins de décantation (fig. 29)

Plutôt que des bassins de décantation, il s'agit de bassins d'alluvionnement réalisant à la fois le lavage et le classement granulométrique du sable extrait.

Un bassin d'alluvionnement a une longueur d'une trentaine de mètres. Le mélange eau-sable est déversé à une extrémité; à l'autre extrémité, se fait le débordement de l'eau boueuse contenant la plus grande partie de l'argile incluse dans le sable. Le seuil de débordement de l'eau boueuse est relevé au fur et à mesure du remplissage du bassin de décantation par placement de haussettes. Avant son déversement en tête du bassin, le mélange eau-sable passe sur un tamis retenant les matières grossières (autres que les pierres retenues par la crépine de la pompe). De la tête à l'extrémité du bassin d'alluvionnement, le sable se classe suivant une granulométrie décroissante; on recueille ainsi successivement des types de sable allant du sable à béton ou drainant en tête de bassin (il s'agit en réalité d'un sable pour béton léger ou à qualité drainante limitée du fait de la granulométrie moyenne naturellement faible du sable extrait) au sable de plafonneur en fin de bassin (en fin de bassin, une partie de l'argile mise en suspension se redépose); il est ainsi possible, en prélevant en différents points du bassin, de fournir au client un sable de la granulométrie désirée. Il faut toutefois reconnaître que le classement granulométrique n'est pas extrêmement précis; ainsi qu'il a été dit plus haut, il existe aux sablières de Mol des installations beaucoup plus élaborées de classement du sable extrait par dragage.

Dans l'une des deux sablières visitées, il existait trois bassins d'alluvionnement : un bassin en cours de remplissage, un bassin rempli de sable en cours de séchage et un bassin en cours de vidange. Dans l'autre sablière, il n'y avait qu'un seul bassin; le long de ce bassin, du sable était mis au stock en tas et séchait dans cette situation; l'existence d'un seul bassin implique l'arrêt de l'extraction pendant sa vidange et postule l'existence

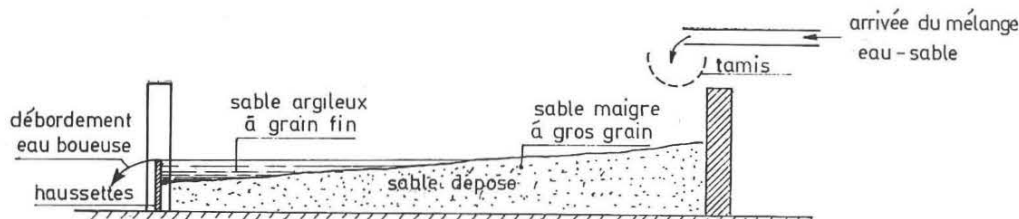


Fig. 29.

Bassin d'alluvionnement.

d'un stock permettant de poursuivre la vente pendant cette période.

La surveillance de l'opération d'alluvionnement exigeait dans les deux cas la présence d'un homme nettoyant régulièrement le tamis et plaçant les hausses destinées au relèvement du seuil de déversement au fur et à mesure du remplissage du bassin.

L'eau de débordement est rejetée dans l'étang à une distance suffisante du point d'exploitation pour éviter de recycler l'argile éliminée au cours de l'opération d'alluvionnement.

Chargement du sable en camions

Dans la première sablière examinée, ce chargement s'effectuait au moyen d'un pont-portique se mouvant au-dessus et dans l'axe des bassins d'alluvionnement (fig. 30). Le chariot du pont, au lieu du grappin habituel, comportait un élévateur à godets puisant le sable dans le bassin et le déversant sur une bande transporteuse installée sur la longueur du pont. La bande transporteuse déversait latéralement le sable sur les camions stationnant en bordure des bassins, par l'intermédiaire d'une trémie.

Dans l'autre sablière, une grue à grappin (capacité 500 kg) circulait sur rails entre le bassin unique et un stock de sable s'étendant sur la longueur du bassin. Cette grue assurait les fonctions suivantes :

- a) extraction du sable du bassin et mise au tas en vue de son séchage;
- b) reprise du sable au tas et chargement en camions.

Dans les deux sablières, la vidange du bassin et le chargement du sable en camions étaient assurés par un seul ouvrier.

Personnel

Ainsi qu'il vient d'être expliqué, le personnel nominal des deux sablières était de 3 ouvriers :

un au pompage,
un à la surveillance de l'alluvionnement,
un au chargement en camions et à la vidange des bassins.

En réalité, en activité normale, l'entreprise occupait seulement deux ouvriers full-time et un pensionné. D'autre part en période d'hiver, le personnel se réduisait dans une des deux sablières à un seul ouvrier aidé du patron.

La production annuelle des deux sablières, de respectivement 15.000 t et 11.000 t, était manifestement inférieure à la capacité de leurs installations. La première sablière produisait du sable de construction ainsi que du sable de verrerie (bouteillerie) d'un prix de vente relativement élevé et d'un écoulement sensiblement constant au fil de l'année. La seconde sablière ne produisait que du sable de construction dont l'écoulement subissait des variations saisonnières.

Remarque

Dans l'une des deux sablières, j'ai remarqué une petite installation de fabrication de wet-sand.

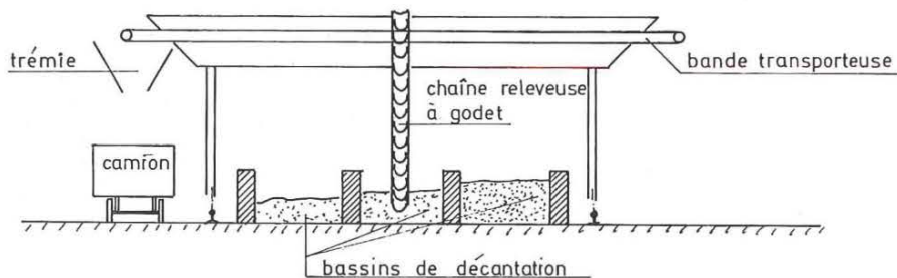


Fig. 30.

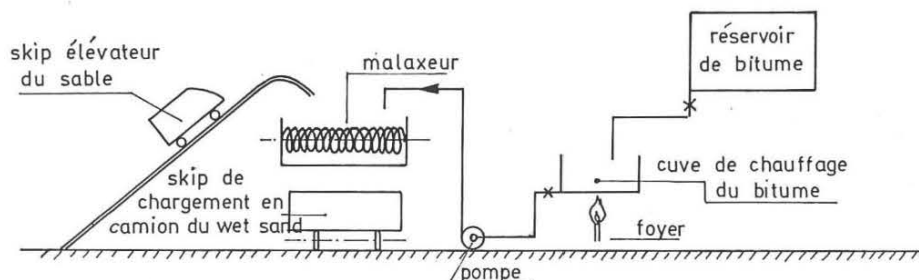


Fig. 31.

Le wet-sand est du sable enrobé de bitume. Il est obtenu en mélangeant le sable à 6 % en poids de bitume.

Le bitume utilisé est liquide (mais assez visqueux); il doit être chauffé préalablement à son mélange avec le sable pour obtenir un bon enrobage.

Le wet-sand est utilisé pour obtenir un durcissement superficiel de sols seulement soumis à un trafic léger. Son écoulement paraît toutefois très limité.

Une installation de fabrication de wet-sand comporte les appareils suivants (fig. 31) :

- a) un réservoir de bitume;
- b) une cuve de chauffage de celui-ci;
- c) une pompe refoulant le bitume chauffé dans un malaxeur;

- d) un petit skip (type skip de bétonnière) élevant le sable et le déversant dans le malaxeur;
- e) un malaxeur sable-bitume (deux arbres à palettes tournant en sens inverse dans une cuve);
- f) un petit skip reprenant le wet-sand sous le malaxeur et le chargeant en camions.

BIBLIOGRAPHIE

Centre de Recherches routières, à Bruxelles — Inventaire des sables naturels et artificiels disponibles sur le marché belge en 1965, par R. VAN GANSE — Publication F 34/66.

La Technique Routière — n° 4/1966 — Aperçu général sur les gisements de sables de la Belgique, utilisables dans la construction routière, par M. GULINCK.