

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE



Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES
INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

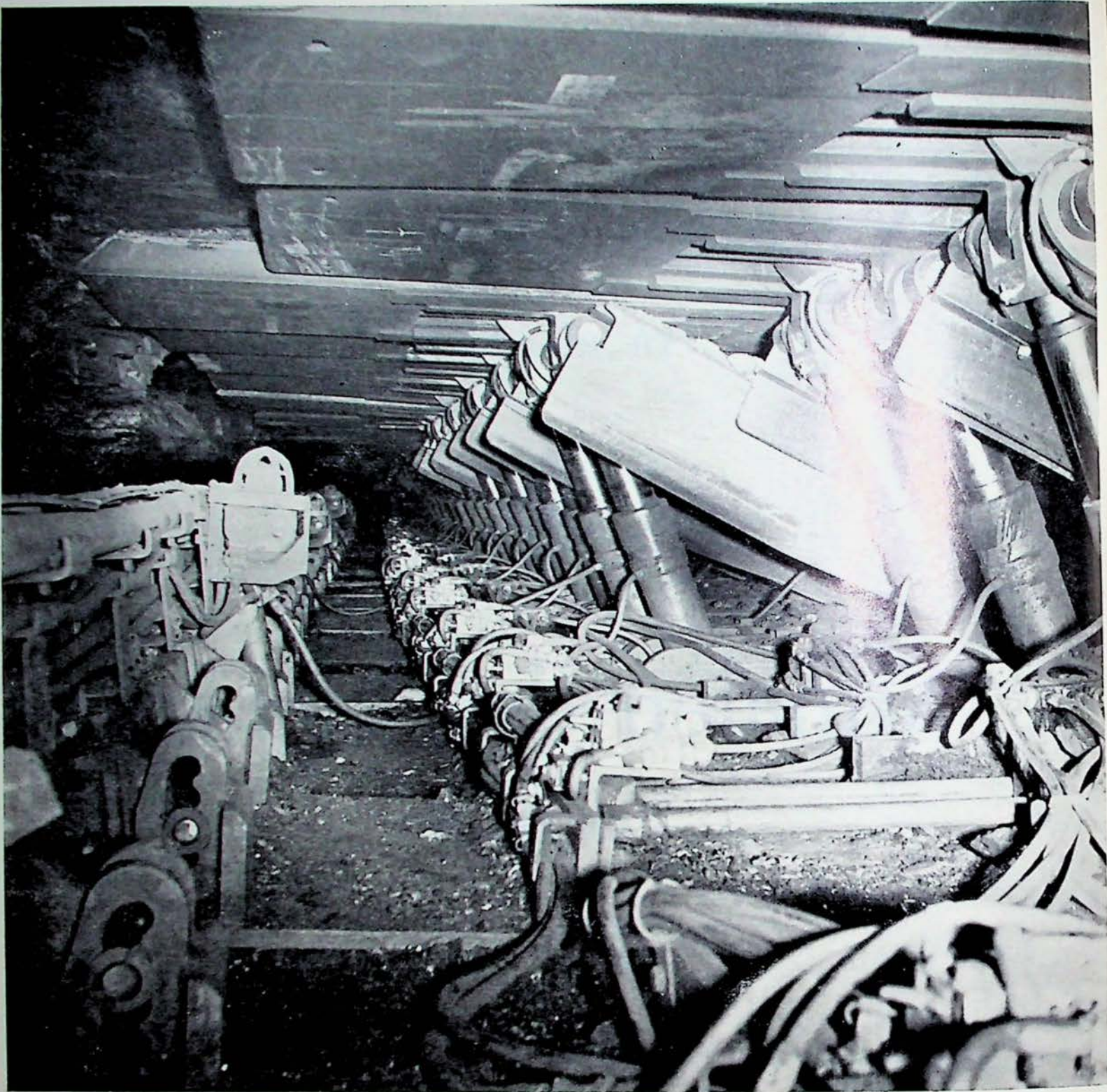
4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

P. STASSEN et H. van DUYSE : Evolution du soutènement dans les galeries au rocher du bassin de Campine. - Evolutie van de ondersteuning in de steengangen van het Kempens bekken. — A. HAUSMAN et J.M. PETIT : Travail physique en ambiance chaude dans les charbonnages. - Lichamelijke arbeid in een warme omgeving in de steenkolenmijnen. — J. ME-
DAETS : Statistique des accidents 1977. - Statistiek van de ongevallen 1977. — INIEX : Revue de la littérature technique.

NOVEMBRE 1978

Mensuel — N° 11 — Maandelijks

NOVEMBER 1978



le **SCHILD Hemscheidt**

**Un soutènement moderne
sûr – rationnel – robuste**

Av. Hamoir 74 - 1180 Bruxelles S.A.



N.V. Tél. (02) 374 58 40 Telex 24008

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

n° 11 — novembre 1978

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

nr. 11 — november 1978

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL
DES INDUSTRIES EXTRACTIVES**

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

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT
VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN**

Sommaire - Inhoud

| | |
|--|------|
| P. STASSEN et H. van DUYSE : Evolution du soutènement dans les galeries au rocher du bassin de Campine. Evolutie van de ondersteuning in de steengangen van het Kempens bekken | 1083 |
| A. HAUSMAN et J.M. PETIT : Travail physique en ambiance chaude dans les charbonnages Lichamelijke arbeid in een warme omgeving in de steenkolenmijnen | 1109 |
| J. MEDAETS : Statistique des accidents survenus au cours de 1977 dans les mines de houille et dans les autres établissements surveillés par l'Administration des Mines. Statistiek van de ongevallen in de kolenmijnen en in de andere inrichtingen onder het toezicht van de Administratie van het Mijnwezen in 1977 | 1131 |
| INIEX : Revue de la littérature technique | 1153 |

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

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

Dépôt légal : D/1978/0168

Wettelijk Depot : D/1978/0168

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
SAHUT-CONREUR & C^{IE}

B. P. N° 27 - 59590 RAISMES

TÉL. 46.90.44 + - TÉLEX CONREUR-RAISMES 11847 F

Installations complètes

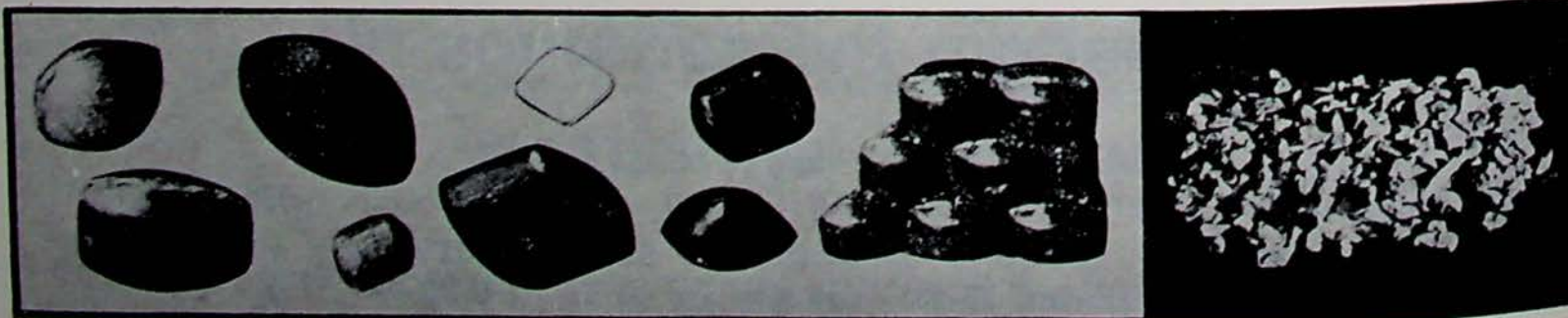
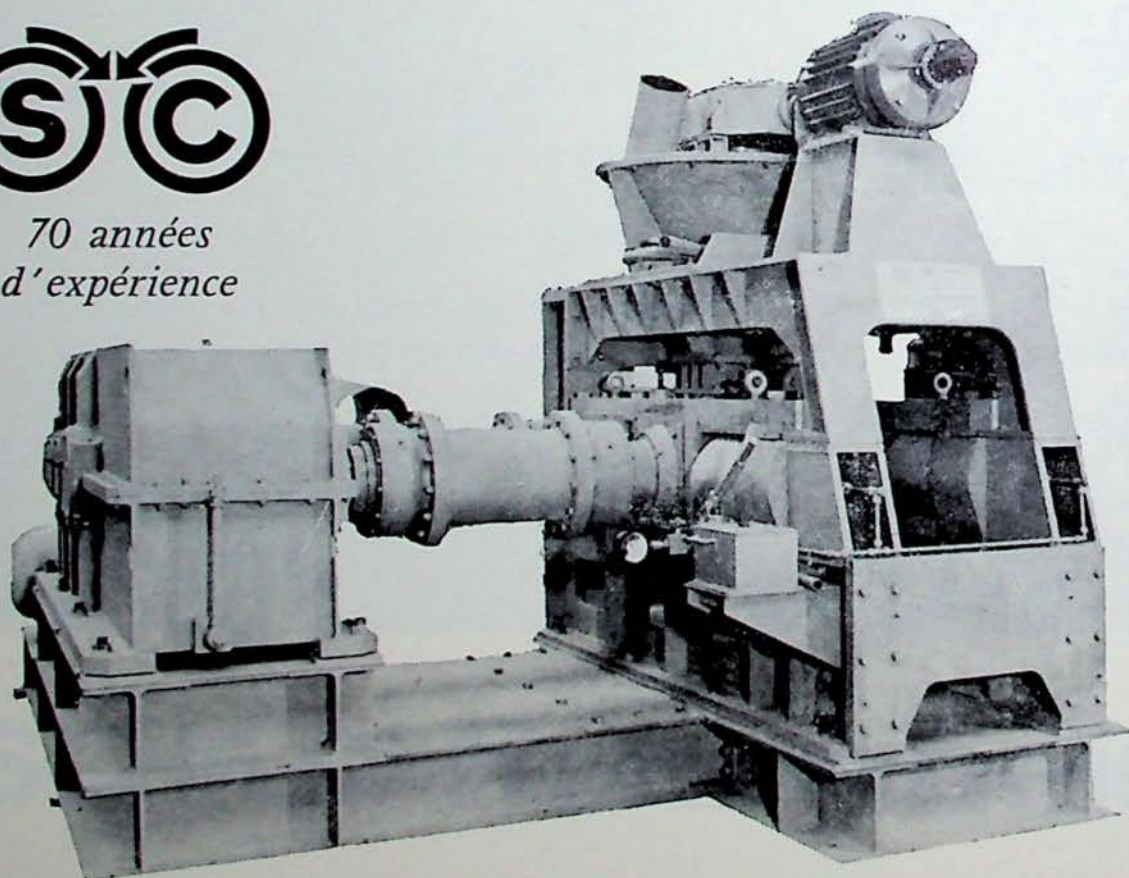
- Usines d'**AGGLOMÉRATION**
- Usines de **COMPACTAGE**
- Usines de **GRANULATION**

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

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



*70 années
d'expérience*



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

CATALOGUES SUR DEMANDE

Evolution du soutènement dans les galeries au rocher du Bassin de Campine *

Evolutie van de ondersteuning in de steengangen van het Kempens bekken *

Pierre STASSEN ** et Henry van DUYSE ***

RESUME

La présence de bancs de roches tendres dans le gisement houiller du bassin de la Campine, qui de plus est surmonté par des morts-terrains épais et aquifères, entraîne des pressions de terrains très importantes dans les chantiers d'exploitation et en particulier sur les voies d'ossature principale.

Les galeries au rocher ne peuvent être revêtues par les cadres coulissants habituels en forme de fer à cheval, mais doivent être creusées circulairement avec un soutènement constitué d'éléments préfabriqués en béton.

Ces éléments en panneaux étaient d'abord formés par des claveaux en béton non armé de 50 cm d'épaisseur avec plus de 150 blocs par mètre de galerie. Ces éléments ont été remplacés par des panneaux en béton armé de 20 cm d'épaisseur avec un nombre limité de 7,5 éléments par mètre de galerie.

De nombreux essais de laboratoire ont été effectués pour améliorer la résistance de ce dernier type de revêtement; ces essais ont été centrés, d'une part, sur l'amélioration de la qualité du béton et, d'autre part, sur le renforcement des armatures.

L'introduction des panneaux a permis de doubler au moins l'avancement réalisé précédemment avec les claveaux en béton.

SAMENVATTING

De aanwezigheid van zachte gesteentebanken in de steenkoolafzetting van het Kempens bekken, die bovendien bedekt is met dikke en waterhoudende dekterreinen, brengt een zeer hoge gesteentedruk mee in de winplaatsen en voornamelijk op de voornaamste skeletgalerijen.

De steengangen kunnen niet worden bekleed met de gewone meegeevende ramen in hoefijzervorm, maar moeten cirkelvormig worden gedolven met een ondersteuning bestaande uit geprefabriceerde betonnen elementen.

Die elementen in paneelvorm werden eerst gevormd door blokken van ongewapend beton met een dikte van 50 cm en met meer dan 150 blokken per meter galerij. Die elementen werden vervangen door panelen van gewapend beton met een dikte van 20 cm en met een beperkt aantal van 7,5 elementen per meter galerij.

Talrijke laboratoriumproeven werden uitgevoerd om de sterkte van dat laatste type bekleding te verhogen; die proefnemingen werden gericht op het verbeteren van de kwaliteit van het beton enerzijds, en op het versterken van de wapeningen anderzijds.

Door het aanwenden van panelen kon de vroeger met de betonblokken bereikte vooruitgang op zijn minst verdubbeld worden.

* Communication présentée à la « Sixth International Strata Control Conference », Banff, Alberta, Canada, septembre 1977.

** Directeur à l'INIEX - Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège.

*** Chef de Section de Recherches à l'INIEX, rue du Chéra 200, B-4000 Liège.

* Uiteenzetting gegeven op de « Sixth International Strata Control Conference », Banff, Alberta, Canada, september 1977.

** Directeur bij het NIEB - Professor in Mijnontginning aan de Universiteit van Luik.

*** Hoofd van de Afdeling Opzoekingen bij het NIEB, rue du Chéra 200, B-4000 Luik.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Vorhandensein von weichen Felsbänken im Steinkohlenflöz des Kempenlandes, auf denen außerdem sich dickes bzw. wasserführendes Deckgebirge befindet, zieht einen sehr bedeutenden Gebirgsdruck in den Betriebsstätten und ganz besonders auf den Hauptwegen nach sich.

Die Gesteinsstrecken dürfen nicht mit den üblichen, hufeisenförmigen Gleitbögen ausgerüstet werden, sie müssen eher kreisförmig aufgeföhren werden, und zwar mit einem Ausbau, der sich aus vorgefertigten Betonteilen zusammensetzt.

Diese plattenförmigen Elemente wurden ursprünglich aus 50 cm dicken Betonformsteinen ohne Stahleinlage gebildet, und zwar mit über 150 Blöcken pro Meter in der Strecke. Diese Elemente wurden dann durch Paneelen aus Stahlbeton von 20 cm Stärke ersetzt mit einer beschränkten Zahl von 7,5 Elementen pro Meter in der Strecke.

Zahlreiche Laborversuche wurden zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit dieser letzten Verkleidungsart durchgeführt. Zweck dieser Versuche war zum einen die Verbesserung der Betonqualität und zum andern die Verstärkung der Bewehrung.

Mit der Einführung der Betonplatten konnte eine mindestens doppelt so hohe Leistung wie mit den Betonformsteinen erzielt werden.

SUMMARY

The presence of beds of soft rock in the coal measures of the Campine — the latter covered by a thick sequence of water-bearing non-Carboniferous overburden — gives rise to considerable strata pressure in the workings, especially in the main roadway network.

The stonedrifts cannot be supported on the conventional horseshoe-shaped yielding arches, but have to be driven with a circular cross-section and supported by means of prefabricated concrete elements.

Originally, the elements consisted of non-reinforced-concrete blocks 50 cm thick, set at a density of more than 150 blocks per metre of roadway. They have now been replaced by reinforced-concrete panels 20 cm thick, set at a maximum of 7.5 elements per metre of roadway.

Numerous laboratory tests were carried out with a view to improving the strength of this last type of support. The tests were concentrated on two points, i) improving the quality of the concrete and ii) strengthening the reinforcing elements.

The introduction of these panels has made it possible to raise the rate of advance to at least double that achieved when using concrete blocks.

O. INTRODUCTION

Le gisement de Campine, dont l'exploitation a débuté vers 1920, renferme des couches de charbon de 1 à 3 m d'épaisseur, souvent encadrées de roches tendres et fluantes. Ces roches sont en majeure partie constituées de schistes dont certains particulièrement sensibles à l'eau et à l'air chaud et humide. Ces roches fluent facilement vers le vide des galeries et la présence de minces filets argileux et charbonneux entre les bancs de roche favorise les glissements relatifs des bancs et leurs déformations.

De plus, ce gisement est recouvert par des mortsterrains dont l'épaisseur peut atteindre 500 à 600 m et qui renferment des sables bouillants et aquifères.

Les soutènements en bois ou en cadres métalliques ouverts ou même circulaires n'ont jamais donné sa-

O. INLEIDING

De Kempense afzetting waarvan de ontginning begon rond 1920, bevat steenkoollagen van 1 à 3 m dikte die meestal omringd zijn met zachte en vloeïende gesteenten. Die gesteenten zijn grotendeels samengesteld uit leisteen waarvan sommige bijzonder gevoelig zijn voor water en warme en vochtige lucht. Die gesteenten vloeïen gemakkelijk naar de lege ruimte van de galerijen en de aanwezigheid van fijne kleiachtige en steenkoolachtige netwerken tussen de gesteentelagen bevordert de relatieve verschuivingen van de lagen en hun vorming.

Bovendien is die afzetting bedekt met dekterreinen waarvan de dikte 500 à 600 m kan bereiken en die drijfzand en waterhoudend zand bevatten.

De ondersteuning van hout of van open of zelfs cirkelvormige metalen ramen hebben nooit vol-

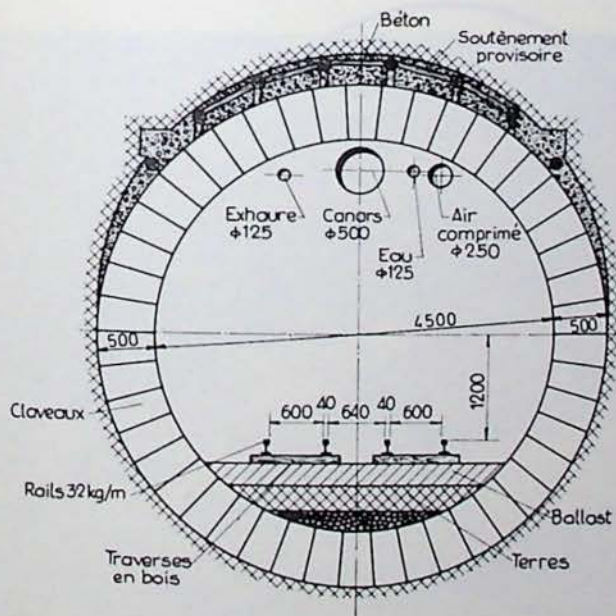
tisfaction. On a voulu remédier à la faiblesse du soutènement en augmentant sa densité, c'est-à-dire en augmentant le nombre de cadres par mètre. Dans les cas les plus défavorables, les cadres métalliques ont été placés à 33 cm d'axe en axe, c'est-à-dire à peu près jointifs et, malgré cela, des travaux d'entretien onéreux de rabassement et de recarrage n'ont pu être évités.

Pour arriver à exploiter ce gisement, il a fallu concentrer les efforts de recherches dans les deux domaines suivants :

- d'une part, dans la mise au point d'un revêtement circulaire beaucoup plus résistant que les cadres métalliques,
- d'autre part, dans l'élaboration de nouveaux projets d'exploitation visant à soustraire les voies d'ossature principale ou bouevaux aux influences défavorables des exploitations dans les veines voisines.

1. SOUTÈNEMENT CIRCULAIRE AVEC CLAVEAUX EN BÉTON NON ARMÉ

Dès 1930, des essais ont été entrepris avec des éléments préfabriqués en béton non armé ayant la forme de claveaux (fig. 1).



doening geschonken. Men heeft de zwakheid van de ondersteuning willen verhelpen door haar dichtheid te verhogen, d.w.z. door het aantal ramen per meter te verhogen. In de ongunstigste gevallen werden de metalen ramen op 33 cm afstand van hart tot hart geplaatst, d.w.z. bijna elkaar rakend en desondanks konden dure onderhoudswerken van nadieping en nabraak niet worden vermeden.

Om die afzetting te kunnen ontginnen moesten de onderzoeksinspanningen geconcentreerd worden op de twee volgende gebieden :

- enerzijds, op het nader uitwerken van een cirkelvormige bekleding die veel meer weerstand biedt dan de metalen ramen,
- anderzijds, op het voorbereiden van nieuwe ontginningsprojecten met als doel de voornaamste skeletgalerijen of steengangen te vrijwaren tegen de ongunstige invloeden van de ontginningen in de omliggende lagen.

1. CIRKELVORMIGE ONDERSTEUNING MET BLOKKEN VAN ONGEWAPEND BETON

Vanaf 1930 werden proeven ondernomen met prefab-elementen van ongewapend beton die de vorm van blokken hadden (fig. 1).

Fig. 1. — Bouevau de section circulaire revêtu de claveaux en béton de 50 à 60 cm d'épaisseur.

Steengang met cirkelvormige doorsnede bekleed met betonblokken van 50 à 60 cm dik

Soutènement provisoire : voorlopige ondersteuning

Rails : spoorstaven

Terres : gesteente

Traverses en bois : houten dwarsbalken

Claveaux : blokken

Exhaure : wateropvoer

Canars : kokers

Eau : water

Air comprimé : perslucht

Ces claveaux d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur et pesant une centaine de kg sont posés les uns sur les autres pour former des anneaux de 30 à 45 cm de largeur.

Au début, les diamètres intérieurs n'étaient que de 3 m à 3,60 m, mais ils ont été rapidement portés à 4 m, 4,80 m et 5,40 m pour répondre aux besoins du trafic et de la ventilation.

Die blokken van een vijftigtal centimeter dikte en met een gewicht van een honderdtal kg worden op elkaar geplaatst voor het vormen van ringen van 30 à 45 cm breed.

In het begin bedroegen de binnendiameters slechts 3 m à 3,60 m, maar zij werden vlug op 4 m, 4,80 m en 5,40 m gebracht om aan de vervoer- en ventilatiebehoefte te voldoen.

Suivant les fabriques, on comptait 50 à 90 pièces par tour. Chacune des pièces était séparée de la voisine par des intercalaires compressibles de 20 à 40 mm d'épaisseur. Ces intercalaires se sont révélés absolument indispensables et ils donnent au soutènement une possibilité de se rétracter sous l'effet des pressions de terrains.

Très tôt, on s'est efforcé de réaliser un béton de haute qualité : en effet, la résistance à la compression des éprouvettes prélevées dans les claveaux dépasse, après 28 jours, 800 kg/cm² et même souvent 1000 kg/cm².

Men telde 50 à 90 stuks per omloop naargelang de fabrieken. Elk stuk werd gescheiden van het aangrenzende door samendrukbare tussenlegsels van 20 à 40 mm dik. Die tussenlegsels bleken absoluut onontbeerlijk te zijn en zij bieden aan de ondersteuning de mogelijkheid zich samen te trekken onder invloed van de gesteentedruk.

Zeer vroeg spande men zich in om een beton van hoge kwaliteit te vervaardigen ; de drukvastheid van de proefmonsters die werden genomen in de betonblokken, is, na 28 dagen, inderdaad groter dan 800 kg/cm² en zelfs dikwijls 1.000 kg/cm².

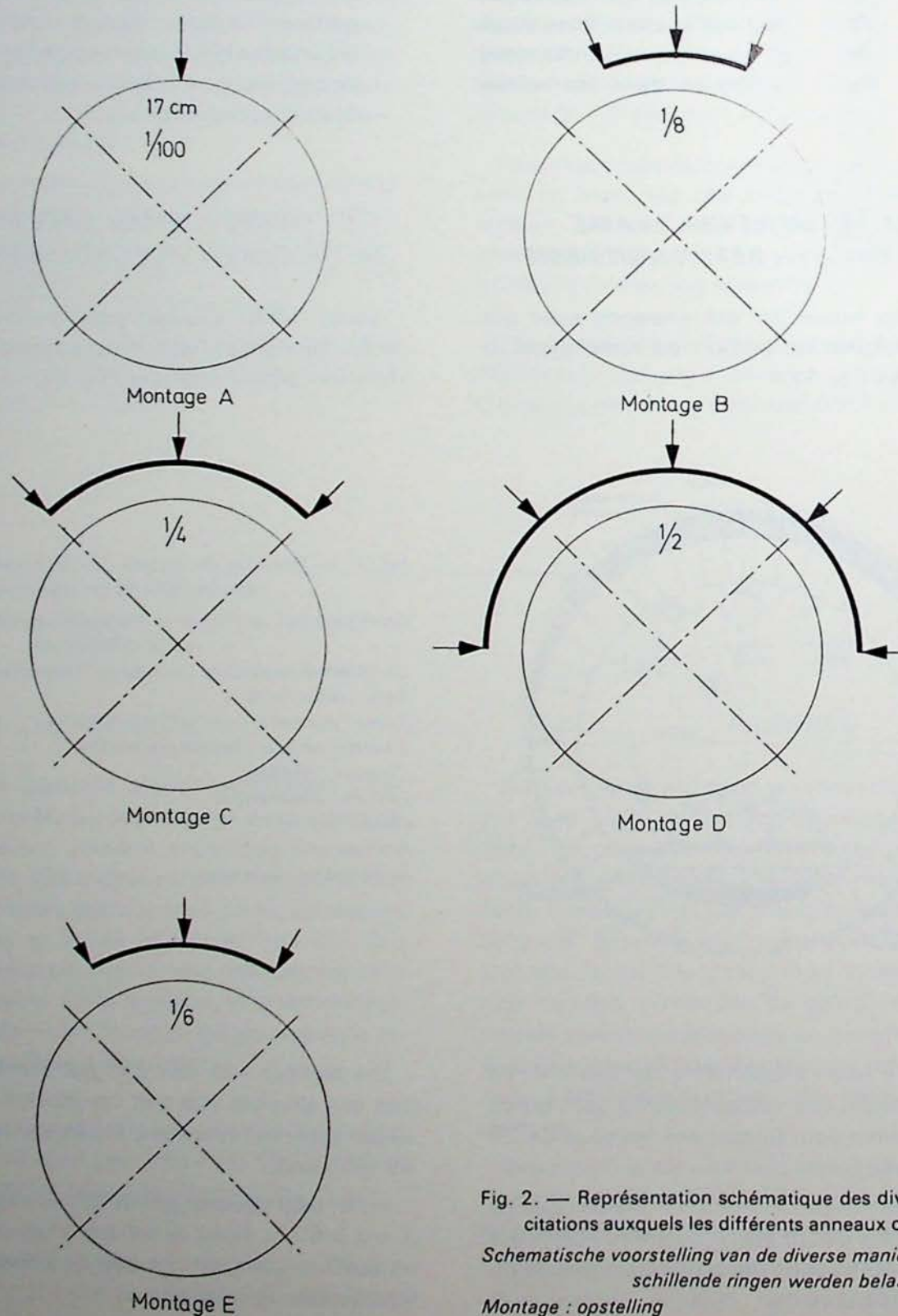


Fig. 2. — Représentation schématique des divers modes de sollicitations auxquels les différents anneaux ont été soumis.

Schematische voorstelling van de diverse manieren waarop de verschillende ringen werden belast.

Montage : opstelling

2. ESSAIS EN LABORATOIRE

Pour mieux connaître les sollicitations auxquelles ces revêtements peuvent résister et en vue d'en améliorer la qualité, des essais ont été effectués en laboratoire sur des anneaux entiers de claveaux d'un diamètre égal à celui des bouveaux du bassin.

La figure 2 schématise divers modes de sollicitation auxquels les anneaux entiers en claveaux de béton ont été soumis. La poussée est exercée au moyen de vérins de 300 t et de 150 t ; ces vérins prennent appui sur des poutres et des chevalets ancrés sur la dalle d'essai. Les appuis sur le reste du périmètre non chargé sont constitués par des poutres métalliques. Les charges ont été appliquées progressivement par paliers de 10 ou de 20 t.

La répartition de la charge appliquée sur les anneaux a varié d'une charge ponctuelle jusqu'à une répartition des efforts sur la moitié du périmètre de l'anneau.

Lors des essais sur des anneaux en claveaux, on a fait varier le diamètre, l'épaisseur et la largeur des anneaux, le nombre d'éléments, ainsi que l'épaisseur et la nature des intercalaires compressibles insérés entre chaque claveau d'un anneau.

Comme suite aux divers essais effectués, c'est le montage C qui présentait les déformations et modes de ruptures (fig. 3) se rapprochant le plus de ceux

2. LABORATORIUMPROEVEN

Om beter de belastingen te kennen waaraan die bekledingen kunnen weerstaan en om de kwaliteit ervan te verbeteren, werden proeven uitgevoerd in het laboratorium op volledige ringen van betonblokken met een diameter gelijk aan die van de steengangen van het bekken.

Figuur 2 stelt schematisch de verschillende belastingswijzen voor waaraan de volledige ringen van betonblokken werden onderworpen. De druk wordt uitgeoefend met vijzels van 300 t en van 150 t ; die vijzels steunen op balken en bokken die op de proefvloer zijn vastgemaakt. De steunelementen op het overige deel van de onbelaste omtrek bestaan uit metalen balken. De belasting werd geleidelijk opgevoerd met trappen van 10 of 20 t.

De verdeling van de belasting toegepast op de ringen varieerde van een puntbelasting tot een krachtverdeling over de halve omtrek van de ring.

Gedurende de proeven op ringen van betonblokken heeft men de diameter, de dikte en de breedte van de ringen laten variëren, evenals de dikte en de aard van de samendrukbare tussenlegsels die tussen ieder betonblok van een ring zijn geplaatst.

Uit de verschillende proeven die werden uitgevoerd bleek dat montage C de vervormingen en breukwijzen (fig. 3) vertoonde die het meest over-



Fig. 3. — Photo montrant en laboratoire la rupture par cisaillement d'un anneau en claveaux.

Foto die een breuk toont veroorzaakt door het breken van een ring van blokken, in het laboratorium.

observés dans les bouveaux circulaires en claveaux de béton, qui ont dû être recarrés après avoir subi de fortes poussées de terrain.

La figure 4 montre une rupture par cisaillement des claveaux du radier, observée dans le fond.



Fig. 4. — Photographie prise dans le radier d'un bouveau à claveaux lors d'un recarrage. On remarque bien le raillage du bouveau dans le haut de la photo. Les claveaux 7 - 8 - 9 et 10 ont été éjectés par une poussée orientée de bas en haut. Ce déboîtement a pu se produire grâce au cisaillement des claveaux et à l'écrasement des intercalaires compressibles.

Le tableau I donne les résultats de quelques essais. L'examen de ce tableau permet de tirer les conclusions suivantes :

a) *En ce qui concerne l'emploi d'intercalaires compressibles*

1. Les claveaux ne peuvent être empilés sans interposer entre eux des intercalaires compressibles (les faces des claveaux présentent des bombements et des rugosités qui peuvent conduire à des efforts de flexion importants provoquant la rupture sous des charges dérisoires).

2. L'emploi de planchettes en bois comme intercalaires est à éviter, car le fluage du bois a lieu perpendiculairement aux fibres, ce qui fait naître des efforts de traction engendrant une fissuration et une fracturation du béton pour des contraintes de compression très faibles (rupture à 30 % de celle de claveaux cimentés).

eenstemmen met die welke werden waargenomen in de cirkelvormige steengangen met betonblokken die moesten worden nagebroken nadat ze sterke gesteentedrukken hadden ondergaan.

Figuur 4 toont een breuk ten gevolge van het breken van de betonblokken van de bedding, die werd waargenomen in de ondergrond.

Foto genomen tijdens een nabraak in de bedding van een steengang met blokken. Men bemerkt duidelijk de sporen van de steengang bovenaan op de foto. De blokken 7-8-9 en 10 werden uitgeworpen door een druk van onder naar boven. Die ontvricting heeft zich kunnen voordoen door het breken van de blokken en het verpletteren van de samendrukbare tussenlegsels.

Tabel I geeft de resultaten van enkele proeven. Uit het onderzoek van die tabel kunnen volgende besluiten getrokken worden :

a) *Betreffende het gebruik van samendrukbare tussenlegsels*

1. De betonblokken kunnen niet worden opgesteld zonder ertussen samendrukbare tussenlegsels te plaatsen (de zijkanten van de betonblokken vertonen welvingen en ruwheden die kunnen leiden tot belangrijke buigbelastingen die het breken veroorzaken onder zeer kleine belastingen).

2. Het gebruik van houten plankjes als tussenlegsels dient te worden vermeden daar het kruipen van het hout loodrecht t.o.v. de vezels gebeurt, wat trekbelastingen doet ontstaan die een barsten en breken van het beton veroorzaken voor zeer lage drukbelastingen (breuk bij 30 % van die van gecementeerde betonblokken).

TABLEAU 1. — Résistance à la rupture d'anneaux en claveaux de béton non armé

| Essai | Charge exercée sur une partie de la circonf. | Anneau en claveaux | | | | Intercalaires compressibles | | | Charge maximale atteinte avant la rupture | | Charge donnant lieu aux premières fissures en t | Aplatissement du diamètre situé dans l'axe de la charge |
|-------|--|----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|---|-------------------------|---|---|
| | | Diamètre intér. en m | Épaisseur en cm | Largeur en cm | Nombre de claveaux | Nature | Épaisseur en mm | Densité en kg/m ³ | de l'anneau en t | par m de bouveau en t/m | | |
| 1 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | fibres de lin | 40 | 390 | estimée à 1 575 | estimée à 5 250 | estimée à 1 112 | 240 mm à la charge de 400 t |
| 2 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | sapin | 40 | 445 | estimée à 930 | estimée à 3 060 | estimée à 700 | — |
| 3 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | rien | 0 | — | estimée à 700 | estimée à 1 330 | estimée à 230 | — |
| 4 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | fibres de lin | 40 | 390 | 470 | 1 555 | 340 | 675 mm à la charge de 470 t |
| 5 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | fibres de lin | 40 | 390 | 484 | 1 595 | 240 | |
| 6 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | sapin | 40 | 445 | 340 | 1 020 | 276 | 650 mm à la charge de 340 t |
| 7 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 47 | paille-comprimée | 11 | 550 | 442 | 1 465 | 120 | 320 mm à la charge de 442 t |
| 8 | 1/4 | 4,10 | 44 | 30 | 43 | fibres de lin | 40 | 390 | 270 | 890 | 184 | |
| 9 | 1/4 | 4,10 | 44 | 30 | 43 | fibres de lin | 40 | 390 | 232 | 765 | 230 | |
| 10 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 72 | fibres de lin | 20 | 472 | 480 | 1 440 | 363 | 390 mm à la charge de 480 t |
| 11 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 42 | fibres de lin | 20 | 472 | 520 | 1 560 | 400 | 220 mm à la charge de 480 t |
| 12 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 42 | fibres de lin | 20 | 472 | 400 | 1 200 | 392 | |

3. Pour reprendre les inégalités des faces des claveaux en contact, il faut que les intercalaires compressibles aient au moins 20 mm d'épaisseur.

4. Une épaisseur trop forte de ces intercalaires (40 mm par exemple) peut donner lieu aux inconvénients suivants :

- une réduction plus grande de la section utile du bouveau ;
- une facilité de déboîtement plus grande sous l'effet des contraintes pour les claveaux de l'anneau.

b) En ce qui concerne la résistance des anneaux en claveaux

5. La résistance à la rupture d'un revêtement circulaire en claveaux de béton par mètre de galerie dépasse :

- 5.000 t lorsque la charge est bien répartie sur une demi-circonférence ;

3. Om de oneffenheden te elimineren van de kanten van de betonblokken die elkaar raken moeten de samendrukbare tussenlegsels tenminste 20 mm dik zijn.

4. Een te grote dikte van die tussenlegsels (40 mm bijvoorbeeld) kan volgende nadelen veroorzaken :

- een sterkere vermindering van de nuttige doorsnede van de steengang ;
- een grotere ontwrichtingsgeschiktheid voor de betonblokken van de ring als gevolg van de belastingen.

b) Betreffende de sterkte van de ringen in betonblokken

5. De breeksterkte van een cirkelvormige bekledding in betonblokken per meter galerij is groter dan :

- 5.000 t als de belasting goed verdeeld is over een halve omtrek ;

TABEL 1. — *Breeksterkte van ringen uit blokken van gewapend beton*

| Proef | Deel van de omtrek dat wordt belast | Ring uit blokken | | | | Samendrukbare tussenlegsels | | | Maximumbelasting bereikt vóór de breuk | | Belastingen die de eerste barsten veroorzaken in t | Afplating van de diameter die in de belastingsas ligt |
|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------------|--|------------------------|--|---|
| | | Binnen-diam. in m | Dikte in cm | Breedte in cm | Aantal blokken | Aard | Dikte in mm | Dichtheid in kg/m ³ | van de ring in t | per m steengang in t/m | | |
| 1 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | vlas-vezel | 40 | 390 | geraamd op 1.575 | geraamd op 5.250 | geraamd op 1.112 | 240 mm bij belasting van 400 t |
| 2 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | dennehout | 40 | 445 | geraamd op 930 | geraamd op 3.066 | geraamd op 700 | — |
| 3 | 1/2 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | niets | 0 | — | geraamd op 700 | geraamd op 1.300 | geraamd op 230 | — |
| 4 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | vlas-vezel | 40 | 390 | 470 | 1.555 | 340 | 675 mm bij belasting van 470 t |
| 5 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | vlas-vezel | 40 | 390 | 484 | 1.595 | 340 | |
| 6 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 43 | dennehout | 40 | 445 | 340 | 1.020 | 276 | 650 mm bij belasting van 340 t |
| 7 | 1/4 | 4,10 | 54 | 30 | 47 | samengeperst stro | 11 | 550 | 442 | 1.465 | 120 | 320 mm bij belasting van 442 t |
| 8 | 1/4 | 4,10 | 44 | 30 | 43 | vlas-vezel | 40 | 390 | 270 | 890 | 184 | |
| 9 | 1/4 | 4,10 | 44 | 30 | 43 | vlas-vezel | 40 | 390 | 232 | 765 | 230 | |
| 10 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 72 | vlas-vezel | 20 | 472 | 480 | 1.440 | 363 | 390 mm bij belasting van 480 t |
| 11 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 42 | vlas-vezel | 20 | 472 | 520 | 1.560 | 400 | 220 mm bij belasting van 480 t |
| 12 | 1/4 | 4,80 | 50 | 33 | 42 | vlas-vezel | 20 | 472 | 400 | 1.200 | 392 | |

— 1.500 t lorsque la charge est appliquée sur un quart de l'anneau.

6. En se basant sur la charge par m² appliquée sur le pourtour du revêtement, la résistance à la rupture est de :

— 625 t/m² lorsque la charge est exercée sur une demi-circonférence ;

— 375 t/m² lorsque la charge est appliquée sur un quart de la circonférence extérieure.

7. En comparant les essais 4-5 avec les essais 8-9, on constate qu'une augmentation de 23 % de l'épaisseur des claveaux (54 cm au lieu de 44 cm) entraîne une augmentation de la résistance à la rupture de 78 %.

8. Les claveaux utilisés dans les essais 8 et 9 ne diffèrent que par la forme des graviers utilisés pour le béton. Avec des graviers roulés (essai 8), la première fissure apparaît à la charge de 184 t et la rupture à 270 t ; les mêmes phénomènes apparaissent respec-

— 1.500 t als de belasting wordt uitgeoefend op een kwart van de ring.

6. Als men uitgaat van de belasting uitgeoefend per m² op de omtrek van de bekleding, bedraagt de breeksterkte :

— 625 t/m² wanneer de belasting wordt uitgeoefend op een halve omtrek

— 375 t/m² wanneer de belasting wordt uitgeoefend op een kwart van de buitenomtrek.

7. Door de proeven 4-5 te vergelijken met de proeven 8-9 stelt men vast dat een toename van de dikte van de betonblokken (54 cm i.p.v. 44 cm) met 23 %, een verhoging van de breeksterkte met 78 % veroorzaakt.

8. De betonblokken gebruikt voor de proeven 8 en 9 verschillen slechts door de vorm van het grind dat werd gebruikt voor het beton. Met gerold grind (proef 8), verschijnt de eerste barst bij een belasting van 184 t en de breuk bij 270 t ; dezelfde verschijnselen

tivement à 230 et 232 t avec les graviers concassés (essai 9). La fissuration du béton des claveaux est due à des contraintes de traction et, dans ce cas, les graviers concassés offrent une plus grande résistance. Par contre, l'éclatement du béton est dû à des contraintes de compression et, dans ce cas, les graviers roulés conviennent mieux.

9. Les essais 4 et 10 diffèrent principalement par le diamètre intérieur des anneaux. La charge de rupture est pratiquement la même (470 et 480 t), bien que le diamètre intérieur passe de 4,10 m à 4,80 m ; mais par contre, l'épaisseur de l'anneau passe de 54 à 50 cm.

10. Les essais 10 et 11 diffèrent par le nombre de claveaux formant un anneau. La charge de rupture est pratiquement la même dans les deux cas (480 et 520 t), mais les déformations de l'anneau à 42 claveaux sont beaucoup plus faibles (épaisseur totale moindre des intercalaires compressibles).

3. AVANCEMENTS REALISES DANS LES BOUVEAUX CIRCULAIRES REVETUS DE CLAVEAUX EN BETON

La manutention et la pose de ces claveaux se sont effectuées d'abord manuellement, ce qui en limitait nécessairement le poids. Jusque vers les années 1948, le creusement et la pose du revêtement de ces galeries avaient lieu par passes de 2 à 3 m de longueur creusées en plusieurs stades (creusement et revêtement du radier, puis creusement et revêtement des parois...).

Pendant près de 30 ans, les claveaux ont été placés manuellement. Ensuite, ils ont été pourvus d'un trou axial, ce qui a permis de mécaniser partiellement leur pose à l'aide d'un crochet et d'un mât de manutention. Les avancements qui n'étaient que de 0,80 m par jour ont pu être portés à 2 m par jour en 3 postes avec un personnel de 3 à 5 hommes par poste.

Pour améliorer ces résultats, il fallait absolument réduire le nombre de pièces à manipuler par anneau.

4. SOUTENEMENT EN CADRES METALLIQUES CIRCULAIRES OU ELLIPTIQUES

Avant d'examiner l'utilisation éventuelle dans le fond de revêtements circulaires métalliques, il convenait de connaître la résistance offerte par ce mode de revêtement au moyen d'essais en laboratoire, qui ont eu lieu en 1963.

Les essais suivants ont été effectués :

a) cadres rigides circulaires en profil I de 29,5 kg/m de la firme Rheinstahl-Wannheim ;

doen zich voor bij respectievelijk 230 en 232 t met gebroken grind (proef 9). Het barsten van het beton van de blokken is te wijten aan trekspanningen en, in dat geval, biedt het gebroken grind een grotere weerstand. Daarentegen is het afschilferen van het beton te wijten aan drukspanningen en, in dat geval, is gerold grind beter geschikt.

9. De proeven 4 en 10 verschillen hoofdzakelijk door de binnendiameter van de ringen. De breekbelasting is praktisch dezelfde (470 en 480 t), alhoewel de binnendiameter van 4,10 m overgaat naar 4,80 m ; maar daarentegen gaat de dikte van de ring over van 54 naar 50 cm.

10. De proeven 10 en 11 verschillen door het aantal betonblokken die een ring vormen. De breekbelasting is praktisch dezelfde in de twee gevallen (480 en 520 t), maar de vervormingen van de ring van 42 betonblokken zijn veel geringer (kleinere totale dikte van de samendrukbare tussenlegsels).

3. VERWEZENLIJKE VOORUITGANG IN CIRKELVORMIGE STEENGANGEN BEKLEED MET BETONBLOKKEN

Het hanteren en het plaatsen van die blokken gebeurde eerst manueel, wat het gewicht ervan noodzakelijk beperkte. Tot de jaren 1948 ongeveer werd het delven en het plaatsen van de bekleding van die galerijen uitgevoerd met trappen van 2 à 3 m lang, gedolven in meerdere stadia (delven en bekleden van de bedding, daarna delven en bekleden van de wanden...).

Gedurende bijna 30 jaar werden de blokken manueel geplaatst. Vervolgens werden zij voorzien van een gat in hun as wat het mogelijk heeft gemaakt hun plaatsing gedeeltelijk te mechaniseren met behulp van een haak en een hanteringsmast. De vooruitgang die slechts 0,80 m per dag bedroeg kon op 2 m per dag in 3 posten worden gebracht met een personeel van 3 à 5 man per dienst.

Om die resultaten te verbeteren, was het absoluut noodzakelijk het aantal per ring te hanteren stukken te verminderen.

4. ONDERSTEUNING MET CIRKELVORMIGE OF ELLIPTISCHE METALEN RAMEN

Vooraleer het eventueel gebruik van cirkelvormige metalen bekledingen in de ondergrond te onderzoeken diende men de sterkte te kennen die door die bekledingswijze werd geboden d.m.v. laboratoriumproeven die in 1963 werden uitgevoerd.

De volgende proeven werden gedaan :

a) starre cirkelvormige ramen met I-profiel van 29,5 kg/m van de firma Rheinstahl-Wannheim ;

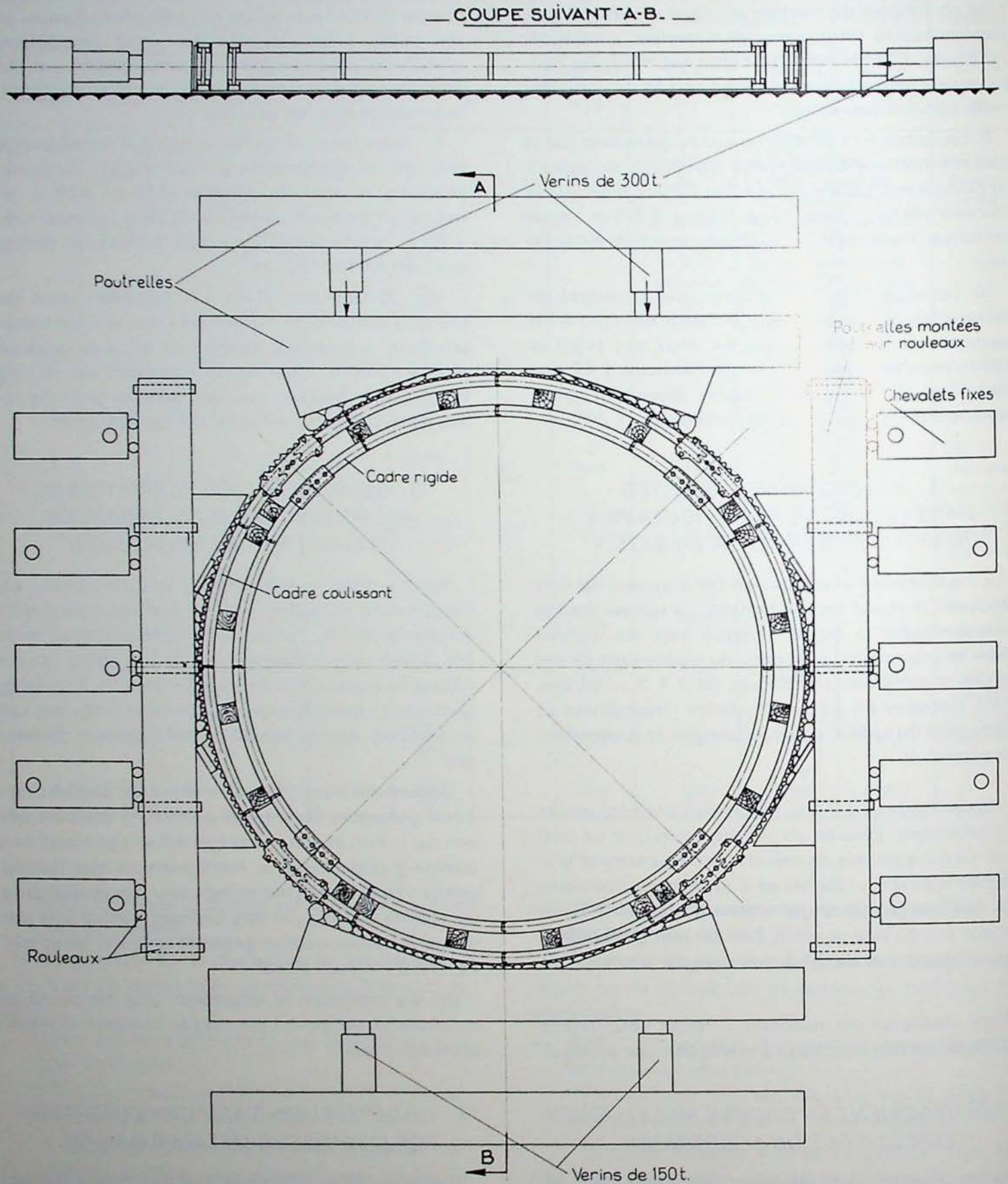


Fig. 5. — Disposition des vérins et des poutres d'appui lors de la mise en charge d'un anneau au moyen de deux vérins de 300 t ; deux vérins de 150 t permettent de mesurer la réaction absorbée par le quart opposé à celui de la mise en charge.

Plaatsing van de vijzels en steunbalken tijdens het belasten van een ring d.m.v. twee vijzels van 300 t; twee vijzels van 150 t maken het mogelijk de reactie te meten die werd geabsorbeerd door het kwartdeel tegenover dat van de belasting.

Coupe suivant A-B : doorsnede volgens A-B

Vérins : vijzels

Poutrelles montées sur rouleaux : balken op rollen

Chevalets fixes : vaste bokken

Cadre rigide : star raam

Cadre coulissant : meegevend raam.

b) revêtement circulaire constitué par deux cadres rigides enveloppés par deux cadres coulissants (les 4 cadres étant en profil I de 29,5 kg/m de la firme Rheinstahl-Wannheim) ;

c) cadres circulaires rigides en profil TH (forme de gouttière) de 36 kg/m de la firme Heintzmann ;

d) cadres circulaires coulissants en profil TH de 36 kg/m de la firme Heintzmann ;

e) cadres elliptiques coulissants en profil TH de 36 kg/m de la firme Heintzmann.

Le diamètre intérieur des cadres circulaires est de 4,32 m, la longueur des axes principaux du soutènement elliptique est de 4,29 m sur 3,78 m. Les essais ont été effectués sur deux cadres ou deux paires de cadres espacés de 33 cm d'axe en axe et solidarisés par des entretoises métalliques faisant fonction de tirants et de pouscords à la fois.

La charge est appliquée radialement sur un quart de la circonférence extérieure, le restant de l'anneau étant maintenu par des appuis. Dans le cas de l'anneau elliptique, la charge a été appliquée suivant le grand axe. Les efforts ont été augmentés progressivement jusqu'au flambage de l'anneau métallique.

La figure 5 montre la disposition des vérins et des poutres d'appui lors de la mise en charge du double revêtement repris au b) ci-devant.

Le tableau II donne les résultats des essais effectués sur ces cadres métalliques.

Le flambage des cadres en profil I s'est produit latéralement, les deux cadres de chaque anneau restant bien parallèles l'un à l'autre. Le coulisement du cadre extérieur de l'essai b est d'environ 120 mm sur les 150 mm de course possible.

Le flambage des cadres TH s'est produit par un écartement des deux lèvres du profil. Le coulisement total du cadre circulaire a été de 900 mm et celui du cadre elliptique de 866 mm.

L'examen du tableau II permet de tirer les conclusions suivantes :

1°) Les deux essais effectués sur des cadres Rheinstahl-Wannheim avaient pour but de voir si le fait d'envelopper un revêtement simple rigide par un anneau extérieur coulissant, augmentait ou non la résistance de l'ensemble du soutènement et dans quelle proportion.

On peut voir sur le tableau que le flambage des cadres a eu lieu à 298 t pour l'anneau simple et à 280 t seulement pour l'anneau double.

Non seulement la résistance du revêtement n'a pas été augmentée, mais de plus les déformations de l'anneau rigide interne ont été beaucoup plus importantes dans le cas de l'anneau double que dans le cas de l'anneau unique.

b) cirkelvormige bekleding gevormd door twee starre ramen tussen twee meegeevende ramen (de 4 ramen zijn in I-profiel van 29,5 kg/m van de firma Rheinstahl-Wannheim) ;

c) starre cirkelvormige ramen in TH-profiel (in de vorm van een goot) van 36 kg/m van de firma Heintzmann ;

d) meegeevende cirkelvormige ramen in TH-profiel van 36 kg/m van de firma Heintzmann ;

e) meegeevende elliptische ramen in TH-profiel van 36 kg/m van de firma Heintzmann.

De binnendiameter van de cirkelvormige ramen bedraagt 4,32 m, de lengte van de hoofdassen van de elliptische ondersteuning bedraagt 4,29 m op 3,78 m. De proeven werden uitgevoerd op twee ramen of op twee ramenparen op een afstand van 33 cm van hart tot hart en verbonden door metalen dwarsstukken die tegelijk dienst doen als trekankers en als schoren.

De belasting wordt radiaal toegepast op een kwart van de buitenomtrek, de rest van de ring wordt ondersteund door steunpunten. In het geval van een elliptische ring werd de belasting toegepast volgens de grote as. De belastingen werden geleidelijk verhoogd tot de metalen ring begon te knikken.

Figuur 5 toont de schikking van de vizels en de steunbalken tijdens de belasting van de dubbele bekleding besproken in b) hierboven.

Tabel II geeft de resultaten van de proeven die werden uitgevoerd op die metalen ramen.

Het knikken van de ramen in I-profiel gebeurde lateraal ; de twee ramen van iedere ring bleven evenwijdig aan elkaar. Het inzinken van het buitenste raam van proef b bedraagt ongeveer 120 mm op de 150 mm mogelijke inzinkingslengte.

Het knikken van de TH-ramen gebeurde door een uitwijking van de twee profielwanden. De totale inzinking van het cirkelvormige raam bedroeg 900 mm en die van de elliptische ramen 866 mm.

Het onderzoek van tabel II maakt het mogelijk volgende besluiten te trekken :

1°) De twee proeven uitgevoerd op ramen Rheinstahl-Wannheim beoogden na te gaan of het plaatsen van een meegeevende buitenste ring rond de starre enkele bekleding, de weerstand van het geheel van de ondersteuning al dan niet verhoogt en in welke mate.

In de tabel kan men zien dat het knikken van de ramen gebeurt bij 298 t voor de enkele ring en slechts bij 280 t voor de dubbele ring.

Niet alleen werd de sterkte van de bekleding niet verhoogd, maar bovendien waren de vervormingen van de binnenste starre ring veel groter in het geval van de dubbele ring dan in het geval van de enkele ring.

TABLEAU 2. — Essais sur cadres métalliques circulaires

| Numéro de l'essai | Charge sur | Cadres métalliques | | | | | Charge de flambage en t | Diminution du diamètre principal |
|-------------------|------------|------------------------|---------------------|----------------|------------|-------------------------|-------------------------|--|
| | | Rigides ou coulissants | Firmes | Profil en kg/m | Forme | Diamètre intérieur en m | | |
| 1 | 1/4 | rigide | Rheinstahl-Wannheim | I 29.5 | circulaire | 4,32 | 298 | 110 mm à 280 t |
| 2 | 1/4 | rigide et coulissant | Rheinstahl-Wannheim | I 29.5 | circulaire | 4,32 | 280 | 305 mm à 280 t 500 mm à 280 t (cadre coulissant) |
| 3 | 1/4 | rigide | Heintzmann | TH 36 | circulaire | 4,32 | 320 | 260 mm à 320 t |
| 4 | 1/4 | coulissant | Heintzmann | TH 36 | circulaire | 4,32 | 317 | 530 mm à 317 t |
| 5 | 1/4 | coulissant | Heintzmann | TH 36 | elliptique | 4,29 + 3,78 | 392 | 530 mm à 336 t (grand axe) |

TABEL 2. — Proeven op cirkelvormige metalen ramen

| Nummer van de proef | Belasting op | Metalen ramen | | | | | Knik-belasting in t | Vermindering van de voornaamste diameter |
|---------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------------|---------------------|--|
| | | starre of meegeevende | Firma's | Profiel in kg/m | Vorm | Binnen-diameter in m | | |
| 1 | 1/4 | star | Rheinstahl-Wannheim | I 29.5 | cirkelvormig | 4,32 | 298 | 110 mm bij 280 t |
| 2 | 1/4 | star en meegevend | Rheinstahl-Wannheim | I 29.5 | cirkelvormig | 4,32 | 280 | 305 mm bij 280 t 500 mm bij 280 t (meegevend raam) |
| 3 | 1/4 | star | Heintzmann | TH 36 | cirkelvormig | 4,32 | 320 | 260 mm bij 320 t |
| 4 | 1/4 | meegevend | Heintzmann | TH 36 | cirkelvormig | 4,32 | 317 | 530 mm bij 317 t |
| 5 | 1/4 | meegevend | Heintzmann | TH 36 | elliptisch | 4,29 + 3,78 | 392 | 530 mm bij 336 t (grote as) |

Les contraintes dans l'acier ont évolué parallèlement. Une contrainte de 21 kg/mm² a été mesurée à la charge de 280 t dans le cas de l'anneau rigide simple, et cette même contrainte a déjà été atteinte à 65 t dans le cas de l'anneau double. Dans ce dernier cas, la contrainte est rapidement montée à 50 kg/mm² pour une charge de 120 t seulement.

Avec ce revêtement double, les déformations du cadre rigide interne ont été trois à neuf fois plus fortes, et les contraintes dans l'acier trois fois plus fortes au moins que quand le même anneau rigide est employé seul. Le double revêtement est non seulement beaucoup plus coûteux, mais il est nuisible à la bonne utilisation de la résistance de l'acier.

Dans l'anneau rigide unique, les charges sont appliquées d'une manière uniforme sur un quart de la circonférence. Dans l'anneau double, par suite de la faible résistance au coulisement des assemblages de l'anneau extérieur, la charge uniformément appli-

De spanningen in het staal hebben zich op gelijklopende wijze ontwikkeld. Een spanning van 21 kg/mm² werd gemeten bij een belasting van 280 t in het geval van de enkele starre ring, en diezelfde spanning werd reeds bereikt bij 65 t in het geval van de dubbele ring. In dit laatste geval is de spanning snel gestegen tot 50 kg/mm² voor een belasting van slechts 120 t.

Met die dubbele bekleding waren de vervormingen van het binnenste starre raam drie- tot negenmaal sterker en de spanningen in het staal waren op zijn minst driemaal hoger dan wanneer dezelfde starre ring alleen werd gebruikt. De dubbele bekleding is niet alleen veel duurder maar zij schaadt de goede aanwending van de sterkte van het staal.

In de enkele starre ring worden de belastingen op gelijke wijze toegepast op een kwart van de omtrek. In de dubbele ring wordt, ten gevolge van de zwakke inzinkingsweerstand van de verbindingen van de

quée sur un quart de la circonférence est presque entièrement transmise à l'anneau rigide interne par l'intermédiaire de quelques madriers en bois dur de 16 cm de largeur interposés entre les deux anneaux. La concentration des charges en quelques points fait monter rapidement les contraintes dans l'acier et donne lieu à des déformations précoces.

2°) En comparant les résultats des essais 3 à 5 effectués sur des cadres TH de même profil, on peut en conclure que la forme elliptique offre une meilleure résistance que la forme circulaire dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire quand les charges sont appliquées sur un quart de la circonférence et orientées suivant le grand axe de l'ellipse. Dans ces conditions, la charge maximale portée par un anneau elliptique coulissant est 24 % plus élevée que celle portée par un anneau circulaire coulissant de même périmètre. Si des poussées latérales devaient être prédominantes, il n'en serait plus de même.

Lors de la mise en charge et par suite du coulissement des assemblages, l'anneau, de forme elliptique au départ, prend petit à petit la forme circulaire. Après coulissement total des quatre assemblages de 870 mm, on obtient un cercle de 3,77 m de diamètre intérieur, dont la résistance dépasse 340 t.

Les contraintes dans l'acier sont beaucoup plus faibles dans les anneaux elliptiques et la réduction de section utile est plus petite que dans le cas du cadre circulaire.

3°) Les cadres circulaires rigides paraissent un peu plus résistants que les cadres circulaires coulissants si nous comparons les contraintes mesurées dans l'acier aux mêmes charges. Celles-ci sont toujours un peu plus faibles dans le premier cas que dans le second. De plus, la réduction de section utile est naturellement beaucoup plus faible avec le cadre rigide et son prix est un peu plus avantageux.

4°) La comparaison des profils I et TH semble donner l'avantage au profil I. En comparant les essais 1 et 3, on constate que, pour un anneau de même diamètre (4,32 m), les charges de flambage sont respectivement de 298 t et de 320 t, soit une augmentation de 7,5 % pour une augmentation du poids du profil de 22 %.

Le profil I a flambé par flexion locale dans le sens transversal pour lequel le moment résistant n'est que de 32,6 cm³. Avec le profil TH, dont le moment résistant transversal est de 151 cm³, l'essai a dû être arrêté par suite de l'écartement des deux lèvres du

buitenste ring, de belasting die op gelijke wijze wordt toegepast op een kwart van de onbuigbare ring, bijna volledig overgebracht op de binnenste starre ring d.m.v. enkele harde houten planken van 16 cm breed die tussen de twee ringen zijn geplaatst.

De concentratie van de belastingen in enkele punten doet de spanningen in het staal snel stijgen en veroorzaakt vroegtijdige vervormingen.

2°) Door de resultaten te vergelijken van de proeven 3 tot 5 die werden gedaan op TH-ramen van eenzelfde profiel, mag worden besloten dat de elliptische vorm een betere weerstand biedt dan de cirkelvorm in de proefomstandigheden, d.w.z. wanneer de belastingen worden toegepast op een kwart van de omtrek en gericht volgens de grote as van de ellips. In die omstandigheden is de maximumbelasting die wordt gedragen door een meegevende elliptische ring 24 % hoger dan die welke wordt gedragen door een meegevende cirkelvormige ring met dezelfde omtrek. Indien zijdelingse drukken overheersend mochten zijn dan zou dat niet meer het geval zijn.

Bij het belasten en ten gevolge van het meegeven van de verbindingen neemt de ring die eerst een elliptische vorm had, geleidelijk de cirkelvorm aan. Na het totaal inzinken van de vier verbindingen van 870 mm krijgt men een cirkel met een binnendiameter van 3,77 m waarvan de weerstand 340 t overschrijdt.

De spanningen in het staal zijn veel zwakker in de elliptische ringen en de vermindering van de nuttige doorsnede is geringer dan in het geval van het cirkelvormige raam.

3°) De starre cirkelvormige ramen schijnen een beetje meer weerstand te bieden dan de meegevende cirkelvormige ramen als we de spanningen gemeten in het staal bij dezelfde belastingen vergelijken. Die zijn altijd een beetje zwakker in het eerste geval dan in het tweede. Bovendien is de vermindering van de nuttige doorsnede vanzelfsprekend veel kleiner bij het onbuigbaar raam en is zijn prijs een beetje voordeliger.

4°) Bij vergelijking van de I- en TH-profielen schijnt het I-profiel het te halen. Bij het vergelijken van de proeven 1 en 3, stelt men vast dat voor een ring van gelijke diameter (4,32 m), de knikbelastingen respectievelijk 298 t en 320 t bedragen, d.i. een verhoging met 7,5 % voor een gewichtstoename van het profiel met 22 %.

Het I-profiel heeft geknikt door lokale buiging in dwarsrichting waarvoor het weerstandsmoment slechts 32,6 cm³ bedraagt. Met het TH-profiel, waarvan het weerstandsmoment in dwarsrichting 151 cm³ bedraagt, moest de proef worden onderbroken ten gevolge van de uitwijking van de twee

profil. A poids égal, le profil TH coûte un peu plus cher que le profil I de fabrication plus courante, mais il convient mieux pour des cadres coulissants.

Si l'on compare la résistance des cadres circulaires métalliques avec la résistance offerte par des anneaux en claveaux, on constate que, si l'on pose deux cadres par mètre de boueaux, la résistance offerte par ce soutènement (toujours dans le cas d'une charge appliquée sur un quart du pourtour) serait de 317 t/m au lieu d'une résistance de 1500 t/m de boueaux dans le cas de claveaux.

Le prix en 1976 de deux cadres circulaires coulissants en acier non traité de profil TH de 36 kg/m, de diamètre intérieur de 4,32 m, est de 30.000 F ; à ce prix, il faut encore ajouter le coût des tirants-poussards reliant les cadres entre eux ainsi que du garnissage des cadres.

Ce prix est à comparer à celui des anneaux en claveaux qui, dans le cas d'un diamètre intérieur de 4,20 m, revient à 9.700 F/m, y compris 80 F/m pour les intercalaires compressibles glissés entre les claveaux.

Il est indéniable, d'autre part, que les pertes de charge dues au frottement de l'air le long des parois rugueuses des boueaux revêtus de cadres métalliques sont plus importantes que dans le cas d'un revêtement à paroi lisse comme celui en éléments de béton.

5. SOUTÈNEMENT CIRCULAIRE EN PANNEAUX DE BETON ARME

Les essais effectués en laboratoire sur des cadres métalliques ont montré que l'on ne pouvait pas adopter cette solution pour remplacer les claveaux.

Lors d'une visite effectuée en Tchécoslovaquie, dans un boueaux situé à 1.000 m de profondeur, nous avons pu y voir un soutènement circulaire constitué de 4 panneaux en béton armé d'une épaisseur de 14 cm et d'un diamètre intérieur de 3,70 m ; le poids d'un de ces panneaux était de 338 kg. Le nombre d'éléments à placer par passe de 1 m n'était plus que de 12 au lieu d'environ 200. Le soutènement était mis en place à l'aide d'un bras télescopique, mobile dans tous les plans, fixé sur un châssis monté sur roues.

Cette idée paraissait intéressante mais, avant de la mettre en œuvre en Belgique, il convenait de comparer la résistance de ce nouveau type de revêtement avec celle des claveaux en béton non armé.

Les premiers essais ont été effectués sur des panneaux provenant de Slovaquie, puis se sont poursuivis sur des panneaux fabriqués aux mines de Beringen et de Zolder.

profielwanden. Bij gelijk gewicht kost het TH-profiel iets meer dan het I-profiel van gewonere makelij, maar het is beter geschikt voor meegevendende ramen.

Als men de weerstand van de metalen cirkelvormige ramen vergelijkt met de weerstand die wordt geboden door de ringen uit blokken dan stelt men vast dat, als men twee ramen per meter steengang plaatst, de weerstand die door die ondersteuning wordt geboden (nog steeds in het geval van een belasting toegepast op een vierde van de omtrek) 317 t/m zou bedragen i.p.v. een weerstand van 1.500 t/m steengang in het geval van blokken.

In 1976 was de prijs van twee meegevendende metalen ramen in ongehard staal met TH-profiel van 36 kg/m, met een binnendiameter van \varnothing 32 m, 30.000 F ; bij die prijs moeten nog de trekankers-schoren worden gevoegd die de ramen met elkaar verbinden evenals de bekleding van de ramen.

Die prijs moet worden vergeleken met die van de ringen uit blokken die, voor een binnendiameter van 4,20 m, 9.700 F/m bedraagt, met inbegrip van 80 F/m voor de samendrukbare tussenlegsels die tussen de blokken werden geschoven.

Anderzijds valt niet te ontkennen dat de drukverliezen die te wijten zijn aan de wrijving van de lucht langs de ruwe wanden van de met metalen ramen beklede steengangen, groter zijn dan bij een bekleding met gladde wand zoals die van betonelementen.

5. CIRKELVORMIGE ONDERSTEUNING UIT PANEELEN VAN GEWAPEND BETON

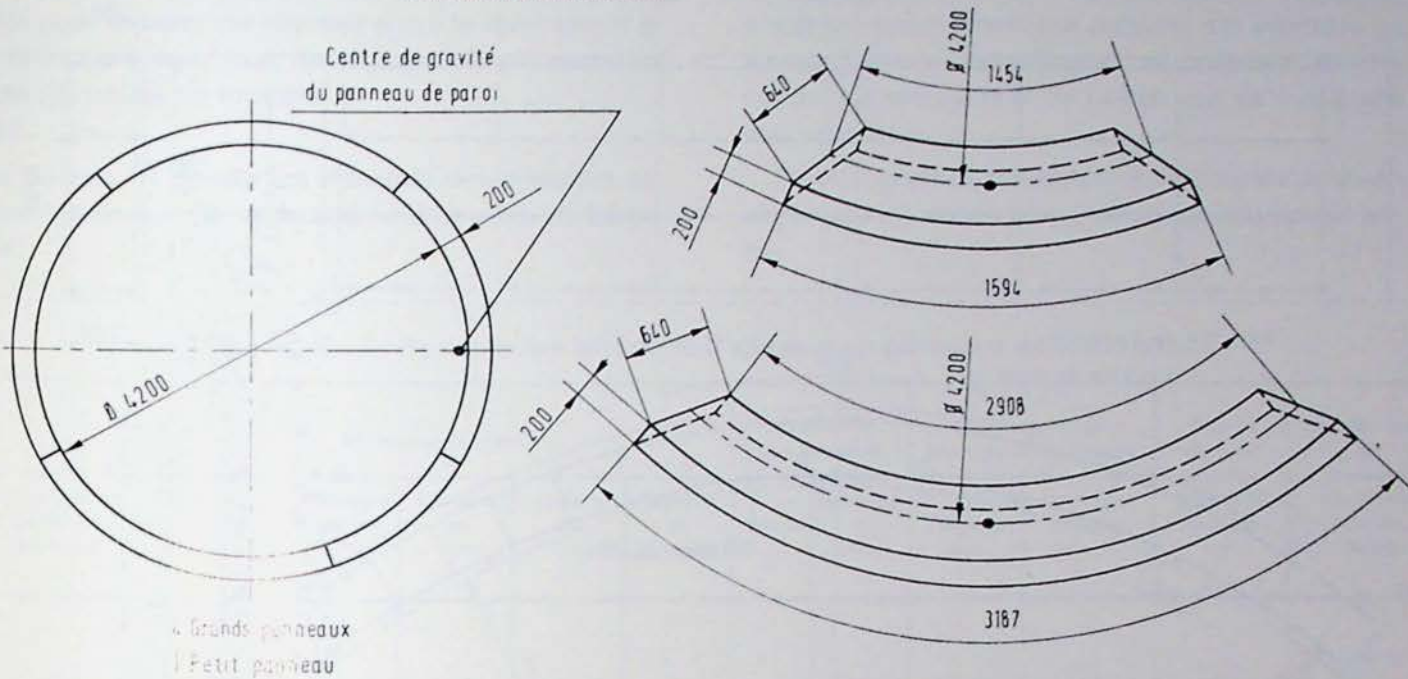
De proeven die in het laboratorium werden uitgevoerd op metalen ramen hebben aangetoond dat dit oplossing niet kon worden gebruikt om de blokken te vervangen.

Tijdens een bezoek in Tsjechoslowakije in een steengang op 1.000 m diepte hebben wij een cirkelvormige ondersteuning kunnen zien die bestond uit 4 panelen van gewapend beton van 14 cm dik en met een binnendiameter van 3,70 m ; het gewicht van één van die panelen bedroeg 338 kg. Het aantal elementen dat per trap van 1 m moest worden geplaatst bedroeg nog slechts 12 i.p.v. ongeveer 200. De ondersteuning werd geplaatst met behulp van een telescopische arm, beweegbaar in alle richtingen en bevestigd op een op wielen gemonteerd onderstel.

Dat idee leek interessant maar, vooraleer het in België toe te passen, diende men de weerstand van dit nieuwe bekledingstype te vergelijken met die van de blokken van ongewapend beton.

De eerste proeven werden gedaan op panelen afkomstig uit Slowakije en werden daarna voortgezet op panelen die werden vervaardigd op de mijnen van Beringen en Zolder.

ANNEAU DE BERINGEN



Grands panneaux
Petit panneau

Anneau de Beringen : in Beringen gefabriceerde ring
Centre de gravité du panneau de paroi : zwaartepunt van het wandpaneel
4 grands panneaux : 4 grote panelen.

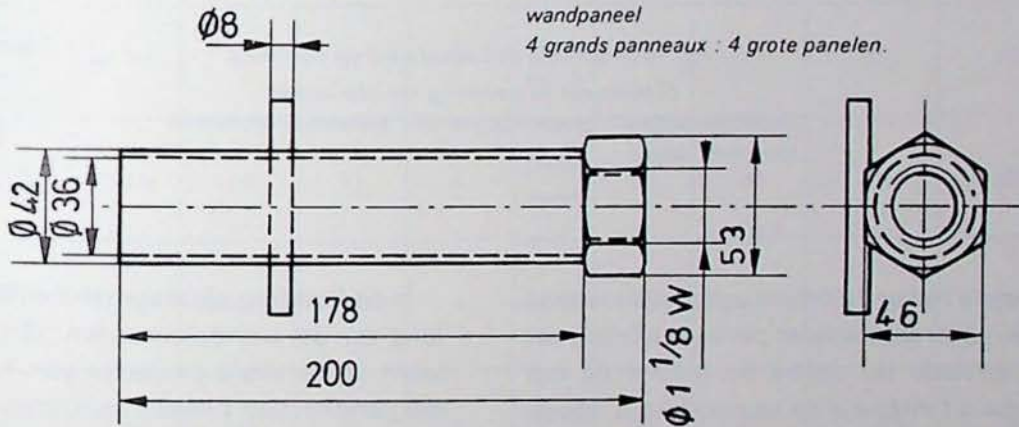


Fig. 6. — Revêtement d'un bouveau circulaire formé de 4 grands et d'un petit panneaux en béton armé. On voit sur la coupe que la projection verticale du centre de gravité de chacun des deux panneaux de paroi tombe à l'intérieur de sa surface d'appui, ce qui assure la stabilité sans devoir utiliser de poutrelles de retenue. La largeur des panneaux était d'abord de 32 cm, mais a été portée par la suite à 64 cm.

En dessous, on remarque le tube métallique muni de son écrou noyé dans le béton au centre du panneau. L'écrou est placé du côté extradados.

Bekleding van een cirkelvormige steengang, gevormd uit 4 grote en één klein paneel van gewapend beton. Op de doorsnede zien we dat de verticale projectie van het zwaartepunt van elk van de twee wandpanelen aan de binnenzijde van zijn steunvlak valt, wat de stabiliteit verzekert zonder steunbalken te moeten gebruiken. De breedte van de panelen bedroeg eerst 32 cm maar werd vervolgens tot 64 cm verhoogd.

Onderaan bemerkte we de metalen buis uitgerust met zijn moer verzonken in het beton in het midden van het paneel. De moer is aan de buitenzijde geplaatst.

Les sollicitations généralement observées en Campine nous ont amenés à préférer une épaisseur minimale de 20 cm pour les panneaux. Afin de standardiser la fabrication, on a choisi un diamètre utile de 4,20 m pour répondre aux exigences du trafic et de la ventilation.

Par suite du diamètre adopté et pour tenir compte de la dimension des cages, il fut nécessaire de diviser le cercle en 5 parties dont 4 de longueur égale et une moitié moindre (fig. 7).

De belastingen die in het algemeen worden waargenomen in de Kempen hebben ons ertoe aangezet een minimumdikte van 20 cm te verkiezen voor de panelen. Ten einde de fabricage te standaardiseren werd een nuttige diameter van 4,20 m gekozen om te voldoen aan de eisen van het verkeer en de verluchting.

Ten gevolge van de aangenomen diameter en om rekening te houden met de afmeting van de kooien, diende de ring in 5 delen te worden verdeeld waarvan 4 met gelijke lengte en een dat de helft kleiner was (fig. 7).

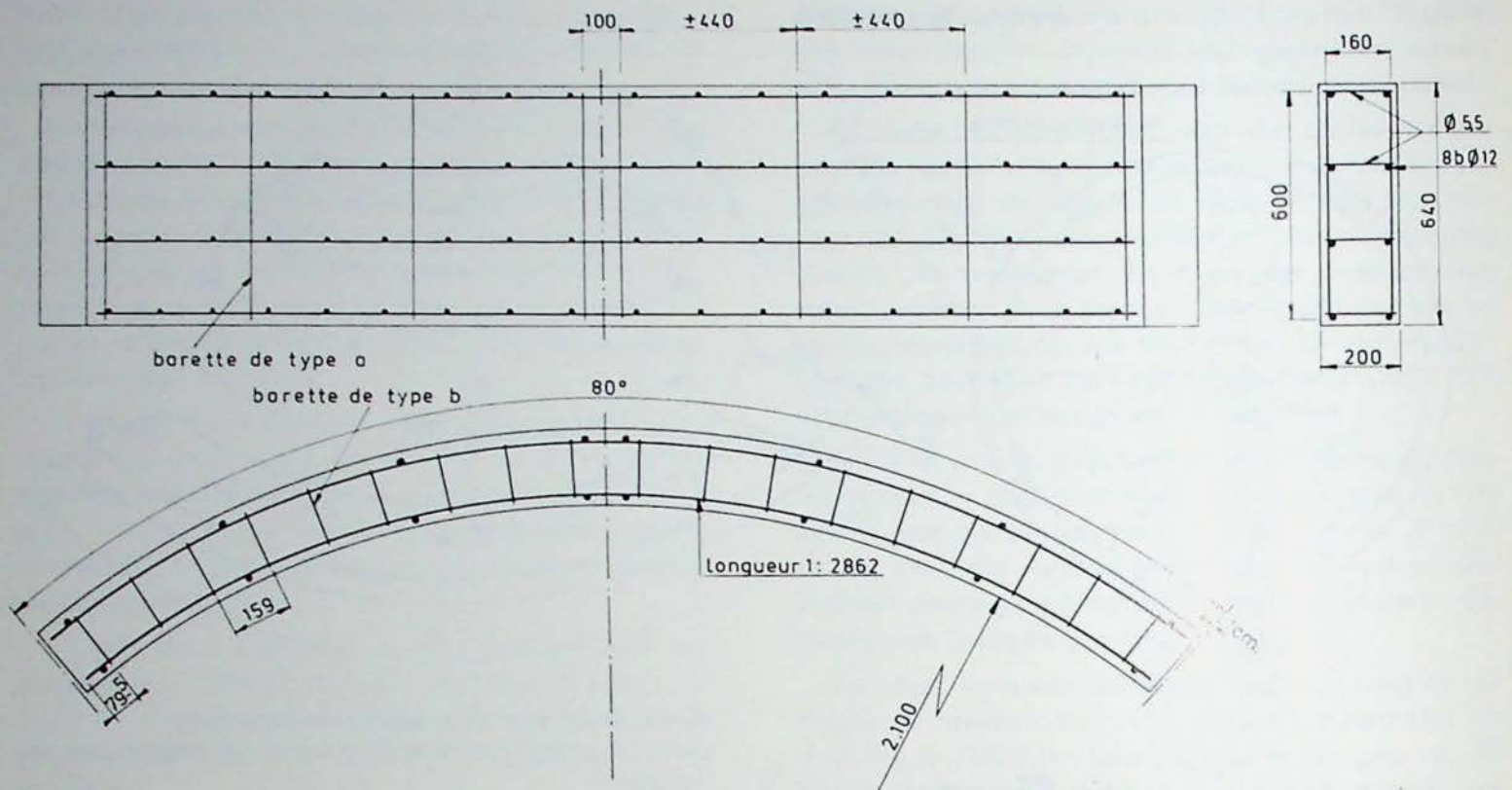


Fig. 7. — Schéma de l'armature d'un panneau.

Schema van de wapening van een paneel.

Ferrillage habituel : gewoonlijk gebruikt wapeningsvlechtwerk

Longueur : lengte

On place dans le radier l'élément court et un long et les éléments de paroi sont stables par eux-mêmes, car la projection verticale du centre de gravité de ces panneaux tombe à l'intérieur de leur surface d'appui.

Les panneaux ont d'abord eu 32 cm de largeur utile, mais celle-ci a été rapidement portée à 64 cm après construction de machines de pose plus puissantes capables de manutentionner 1.000 kg qui est le poids des panneaux actuels.

Lors de la fabrication des panneaux, on noie dans le béton un tube métallique portant un écrou disposé près de la face extradors.

Pour la manutention, une tête sphérique fixée à une tige métallique est vissée dans l'écrou. La tête sphérique occupe exactement le centre de gravité du panneau et, en la saisissant à l'aide d'une genouillère de même diamètre intérieur, on peut donner au panneau toutes les positions désirées sans aucun effort.

La coupe de la figure 7 montre le type d'armature choisi pour les panneaux : 4 ou 8 barres longitudinales de 12 mm de diamètre (suivant que la largeur est de 32 ou de 64 cm) reliées par des étriers de 5 ou de 6 mm de diamètre.

Comme pour les claveaux, on glisse entre les panneaux des intercalaires compressibles constitués de plaques en fibres de bois ou de lin comprimées de 20 à 40 mm d'épaisseur.

In de bedding plaatst men het korte element en een lang en de wandelementen zijn uit zichzelf stabiel want de verticale projectie van het zwaartepunt van die panelen valt binnen hun draagvlak.

De panelen hadden eerst een nuttige breedte van 32 cm maar die werd spoedig op 64 cm gebracht na het bouwen van krachtigere plaatsingsmachines die 1.000 kg kunnen hanteren, wat het gewicht is van de huidige panelen.

Tijdens de fabricage van de panelen wordt in het beton een metalen buis verzonken met een moer erop die dicht bij de buitenkant is geplaatst.

Voor het hanteren wordt een bolvormige kop, bevestigd aan een metalen stang, in de moer geschroefd. De bolvormige kop ligt juist in het zwaartepunt van het paneel en door hem vast te grijpen met behulp van een draaiende wartel met dezelfde binnendiameter kan men zonder enige inspanning het paneel elke gewenste stand laten innemen.

De doorsnede van de figuur 7 toont het gekozen wapeningstype voor de panelen : 4 of 8 langsstaven van 12 mm diameter (al naargelang de breedte 32 of 64 cm bedraagt) verbonden door beugels met 5 of 6 mm diameter.

Zoals voor de blokken worden tussen de panelen samendrukbare tussenlegfels geschoven die bestaan uit samengeperste hout- of vlasvezelplaten van 20 à 40 mm dik.

Le trou tubé maintenu dans le panneau est aussi utilisé pour injecter du mortier entre le revêtement et le terrain, puis pour fixer les supports des tuyauteries ou les poutrelles de monorails.

Le tableau III donne les résultats des premiers essais effectués sur des anneaux en panneaux de béton armé.

Het van een buis voorziene gat dat in het paneel wordt behouden wordt ook gebruikt om mortel in te spuiten tussen de bekleding en het gesteente, daarna om de buizendragers of de balken van de monorails vast te hechten.

Tabel III geeft de resultaten van de eerste proeven uitgevoerd op ringen uit panelen van gewapend beton.

TABLEAU 3. — Résistance à la rupture d'anneaux en panneaux de béton armé

| Essai | Charge exercée sur une partie de la circonf. | Anneau en panneaux | | | | | Intercalaires compressibles | | Charge maximale atteinte avant la rupture | | Charge donnant lieu aux premières fissures en t | Aplatissement du diamètre situé dans l'axe de la charge |
|-------|--|--------------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------------|-----------------|---|-------------------------|---|---|
| | | Origine | Diamètre intérieur en m | Épaisseur en cm | Largeur en cm | Nombre de panneaux | Nature | Épaisseur en mm | de l'anneau en t | par m de bouveau en t/m | | |
| 1 | 1/4 | Tchécoslovaquie | 3,70 | 14 | 31 | 4 | mortier | 35 | 130 | 420 | 30 | 90 mm à la charge de 120 t |
| 2 | 1/4 | Tchécoslovaquie | 3,70 | 14 | 31 | 4 | fibres de lin | 19 | 172 | 552 | 20 | 60 mm à la charge de 100 t |
| 3 | 1/4 | Tchécoslovaquie | 3,70 | 14 | 31 | 4 | fibres de lin | 19 | 182 | 586 | 30 | 80 mm à la charge de 120 t |
| 4 | 1/4 | Tchécoslovaquie | 3,70 | 14 + 20 | 31 | 4 | mortier | 35 | 382 | 1.235 | 20 | 60 mm à la charge de 360 t |
| 5 | 1/100 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 33 | 103 | 5 | 110 mm à la charge de 48 t |
| 6 | 1/100 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 49 | 153 | 5 | 50 mm à la charge de 20 t |
| 7 | 1/8 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 109 | 341 | 20 | 110 mm à la charge de 100 t |
| 8 | 1/4 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 180 | 561 | 90 | 70 mm à la charge de 160 t |
| 9 | 1/4 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 186 | 582 | 40 | 60 mm à la charge de 160 t |
| 10 | 1/4 | Zolder | 4,20 | 20 | 32 | 6 | fibres de bois | 16 | 280 | 876 | 60 | 70 mm à la charge de 210 t |
| 11 | 1/4 | Zolder | 4,20 | 20 | 32 | 6 | fibres de bois | 16 | 296 | 928 | 70 | 100 mm à la charge de 560 t |
| 12 | 1/2 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | fibres de lin | 20 | 610 | 1.910 | 40 | 65 mm à la charge de 560 t |

Les anneaux 1 à 3, formés de panneaux d'origine slovaque de 14 cm d'épaisseur, ont eu une résistance à la rupture nettement plus faible que ceux formés de claveaux en béton non armé de 50 cm d'épaisseur.

Cependant, afin de connaître l'importance d'un bon remplissage du vide autour de l'anneau, nous avons effectué l'essai 4 sur un anneau formé des 4

De ringen 1 tot 3, gevormd uit 14 cm-dikke panelen van Slowaakse oorsprong, hebben een breeksterkte die duidelijk kleiner is dan die gevormd uit 50 cm dikke blokken van ongewapend beton.

Om het belang te kennen van een goede opvulling van de lege ruimte rond de ring hebben wij echter proef 4 uitgevoerd op een ring gevormd door 4

TABEL 3. — Breeksterkte van paneelringen van gewapend beton

| Proef | Belasting uitgeoefend op een deel van de omtrek | Paneelringen | | | | | Samendrukbare tussenlegsels | | Maximumbelasting bereikt voor de breek | | Belasting die de eerste barsten veroorzaakt in t | Afplating van de diameter die in de belastings ligt |
|-------|---|-------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|-----------------------------|-------------|--|------------------------|--|---|
| | | Oorsprong | Binnendiam. in m | Dikte in cm | Breedte in cm | Aantal panelen | Aard | Dikte in mm | van de ring in t | per vierde omtrek in t | | |
| 1 | 1/4 | Tsjecho-slowakije | 3,70 | 14 | 31 | 4 | mortel | 35 | 130 | 420 | 30 | 90 mm bij belasting van 120 t |
| 2 | 1/4 | Tsjecho-slowakije | 3,70 | 14 | 31 | 4 | vlas-vezel | 19 | 172 | 552 | 20 | 60 mm bij belasting van 100 t |
| 3 | 1/4 | Tsjecho-slowakije | 3,70 | 14 | 31 | 4 | vlas-vezel | 19 | 182 | 586 | 30 | 80 mm bij belasting van 120 t |
| 4 | 1/4 | Tsjecho-slowakije | 3,70 | 14 + 20 | 31 | 4 | mortel | 35 | 382 | 1.235 | 20 | 60 mm bij belasting van 360 t |
| 5 | 1/100 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 33 | 103 | 5 | 110 mm bij belasting van 48 t |
| 6 | 1/100 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 49 | 153 | 5 | 50 mm bij belasting van 20 t |
| 7 | 1/8 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 109 | 341 | 20 | 110 mm bij belasting van 100 t |
| 8 | 1/4 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 180 | 561 | 90 | 70 mm bij belasting van 160 t |
| 9 | 1/4 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 186 | 582 | 40 | 60 mm bij belasting van 160 t |
| 10 | 1/4 | Zolder | 4,20 | 20 | 32 | 6 | hout-vezel | 16 | 280 | 876 | 60 | 70 mm bij belasting van 210 t |
| 11 | 1/4 | Zolder | 4,20 | 20 | 32 | 6 | hout-vezel | 16 | 296 | 928 | 70 | 100 mm bij belasting van 560 t |
| 12 | 1/2 | Beringen | 4,20 | 20 | 32 | 5 | vlas-vezel | 20 | 610 | 1.910 | 40 | 65 mm bij belasting van 560 t |

panneaux tchécoslovaques entourés d'une couche unique de mortier (sans joints) de 20 cm d'épaisseur ; la qualité de ce mortier est semblable à celle que l'on pourrait obtenir dans la mine. La résistance de cet anneau renforcé dépasse 1.200 t/m de bouveau et se rapproche ainsi des valeurs trouvées dans le cas de claveaux.

C'est suite à ce dernier essai satisfaisant qu'il fut décidé de poursuivre les essais en laboratoire sur des panneaux fabriqués en Belgique cette fois.

L'examen des essais 5 à 12 du tableau III confirme l'importance du bon remplissage du vide entre le revêtement et le terrain. C'est ainsi que les résistances obtenues en fonction de la répartition de la charge sur le pourtour de l'anneau en panneaux de béton armé sont les suivantes (dans le cas de béton de même provenance) :

- charges appliquées sur 1/100 du pourtour : 41 t en moyenne
- charges appliquées sur 1/8 du pourtour : 109 t
- charges appliquées sur 1/4 du pourtour : 183 t
- charges appliquées sur 1/2 du pourtour : 610 t.

Cette charge de 610 t par anneau de 32 cm correspond à une charge de 1.910 t/m de bouveau. Celle-ci ne peut être atteinte qu'à la *condition expresse* de réaliser un *très bon contact* entre le terrain et le revêtement, c'est-à-dire en exécutant un excellent remplissage du vide annulaire.

Comme suite aux résultats favorables obtenus en laboratoire, les essais ont débuté à la mine de Beringen dans le bassin de Campine en 1967. Ils ont ensuite été poursuivis au siège de Zolder où la technique a été largement perfectionnée dans sa mise en œuvre, puis elle s'est étendue à tous les sièges du bassin.

Dans ces chantiers, le vide entre le terrain et le revêtement est partiellement rempli à front par l'équipe de creusement au moyen de graviers ou d'agréats légers projetés par un éjecteur annulaire Hölter. La quantité de matériaux consommés dans cette phase est en moyenne de 2 m³/m de bouveau.

Le parachèvement du remplissage s'exécute à une distance de 20 à 50 m en arrière du front au moyen d'un mélange de ciment et de cendres volantes injectés par les trous de manutention. On utilise à cet effet une machine Putzmeister du type USI et on injecte en moyenne 1,5 m³/m de bouveau. Ce travail est effectué par une équipe auxiliaire.

Les machines de pose sont simples et souples. Elles comportent un châssis de base sur lequel est fixée une plate-forme supportant le bras télescopique utilisé pour la manutention des panneaux. Ce bras est constitué par une installation de la firme suédoise « Hiab » et est formé de deux demi-bras articulés dont l'un est télescopique.

Tsjechoslowaakse panelen omgeven met een eenvoudige mortellaag (zonder voegen) van 20 cm dik ; de kwaliteit van die mortel is gelijk aan die welke men in de mijn zou kunnen krijgen. De weerstand van die verstevigde ring overschrijdt 1.200 t/m steengang en benadert zodoende de waarden die werden gevonden in het geval van blokken.

Als gevolg van die laatste bevredigende proef werd besloten de laboratoriumproeven voort te zetten op in België gefabriceerde panelen.

Het onderzoek van de proeven 5 tot 12 in tabel III bevestigt het belang van een goede opvulling van de lege ruimte tussen de bekleding en het gesteente. Zo zijn de weerstanden bereikt afhankelijk van de verdeling van de belasting over de omtrek van de ring uit panelen van gewapend beton, de volgende (voor beton van dezelfde oorsprong) :

- belastingen uitgeoefend op 1/100 van de omtrek : 41 ton gemiddeld
- belastingen uitgeoefend op 1/8 van de omtrek : 109 ton
- belastingen uitgeoefend op 1/4 van de omtrek : 183 ton
- belastingen uitgeoefend op 1/2 van de omtrek : 610 ton.

Die belasting van 610 ton per ring van 32 cm komt overeen met een belasting van 1.910 t/m steengang. Die kan slechts bereikt worden op de *uitdrukkelijke voorwaarde* dat een *zeer goed contact* tot stand wordt gebracht tussen het gesteente en de bekleding, d.w.z. door de ringvormige lege ruimte zeer goed op te vullen.

Als gevolg van de gunstige resultaten bereikt in het laboratorium, werd in 1967 met de proeven begonnen in de mijn van Beringen in het Kempens bekken. Ze werden vervolgens voortgezet op de afdeling Zolder waar de techniek bij haar uitvoering sterk geperfectioneerd werd, daarna heeft zij zich uitgebreid tot alle afdelingen van het bekken.

In die werkplaatsen wordt de lege ruimte tussen het gesteente en de bekleding aan het front gedeeltelijk gevuld door de delvingsploeg met grind of lichte vulstoffen, weggeslingerd door een ringvormige Hölter-ejector. De tijdens die fase verbruikte hoeveelheid materiaal bedraagt gemiddeld 2 m³/m steengang.

Het opvullen wordt voltooid op een afstand van 20 à 50 m achter het front met een mengsel van cement en stuifas die via de hanteringsgaten worden ingespoten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een Putzmeister-machine van het type USI en wordt gemiddeld 1,5 m³/m steengang ingespoten. Dat werk wordt gedaan door een hulpploeg.

De plaatsingsmachines zijn eenvoudig en soepel. Zij bestaan uit een onderstel waarop een platform is bevestigd dat de telescopische arm draagt die wordt

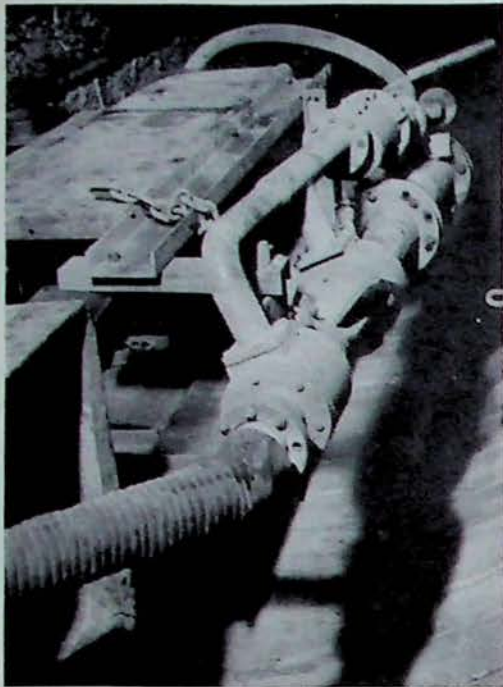


Fig. 8. — Ejecteur Hölter tenu en place par la machine de pose pour remplir, à l'aide d'agrégats légers, le vide situé entre le terrain et le revêtement.

Hölter-ejector op zijn plaats gehouden door de plaatsingsmachine om, met behulp van lichte vulstoffen, de lege ruimte tussen het gesteente en de bekleding op te vullen.

L'extrémité du bras télescopique est munie d'une genouillère dont la surface intérieure sphérique concave vient saisir la tête sphérique de la tige de manutention des panneaux. La tête est maintenue prisonnière dans la pince au moyen d'une clavette. L'extrémité du bras peut occuper toutes les positions voulues pour effectuer toutes les manipulations souhaitées grâce aux dispositifs suivants :

- rotation de la plate-forme de 360° sur le châssis de base ;
- abaissement et relevage du bras dans un plan vertical ;
- coulissement du fût intérieur télescopique du bras.

Les avancements réalisés, avec le matériel décrit ci-devant, ont été de 4 m/jour en 3 postes/jour avec un personnel de 4 hommes à front par poste ; dans certains cas, des avancements de 5,5 m/jour ont même été obtenus. Ils sont 2 à 3 fois supérieurs à ceux réalisés dans les bouevaux à claveaux. Un avancement de 4 m/jour donne un rendement à front de 6 m³ en place par homme-poste à front, ce qui est très élevé.

Un nouveau progrès dans la vitesse de creusement ne pourrait être réalisé qu'avec emploi de tunneliers ou de machines semblables. En effet, le soutènement circulaire avec panneaux préfabriqués en béton armé convient très bien pour ce genre de galerie. Le soutènement est de pose aisée et rapide et il s'adapte bien à une découpe exacte du terrain. Le remplissage du



Fig. 9. — Le panneau amené de la surface dans un truck est saisi par la machine de pose (machine à 360° sur le siège de Zolder).
Het paneel aangevoerd van de bovenzijde in een truck wordt door de plaatsingsmachine vastgegrepen (machine gebouwd op de afdeling Zolder).

gebruikt om de panelen te hanteren. Die arm bestaat uit een installatie van het Zweedse bedrijf « Hiab » en is gevormd door twee gelede halve armen waarvan een telescopisch is.

Het uiteinde van de telescopische arm is uitgerust met een draaiende wartel waarvan het holle bolvormige binnenoppervlak de bolvormige kop van de stang voor het hanteren van de panelen vastgrijpt. De kop wordt in de klem vastgehouden door een spie. Het uiteinde van de arm kan alle gewenste standen innemen om alle gewenste manipulaties uit te voeren dank zij de volgende mechanismen :

- rotatie van het platform over 360° op het onderstel ;
- neerlaten en opheffen van de arm in een vertikaal vlak ;
- schuiven van de telescopische binnenschacht van de arm.

De verwezenlijkte vooruitgang bedroeg 4 m/dag in 3 diensten/dag met een personeel van 4 man aan het front per post met het hierboven beschreven materieel ; in bepaalde gevallen werd zelfs een vooruitgang van 5,5 m/dag bereikt. Hij is 2 à 3 maal groter dan die bereikt in steengangen met blokken. Een vooruitgang van 4 m/dag geeft een frontrendement van 6 m³ in situ per mandienst aan het front, hetgeen zeer hoog is.

Nieuwe vooruitgang inzake delvingsnelheid zou slechts kunnen worden bereikt door het gebruik van tunneldelvingsmachines of dergelijke. De cirkelvormige ondersteuning met geprefabriceerde panelen van gewapend beton is inderdaad zeer geschikt voor dat soort galerijen. De ondersteuning kan gemakkelijk en vlug geplaatst worden en past zich goed aan aan een juiste gesteente-uitsnijding. Het opvullen

vide entre la roche et le soutènement pourrait être assuré facilement par une injection de mortier de volume très limité.

6. AMELIORATION DE LA RESISTANCE DES PANNEAUX EN BETON ARME

L'emploi de panneaux au lieu de claveaux a permis une accélération considérable du creusement des boueaux et une diminution importante des coûts. Cependant, là où le boueau doit subir des surcharges importantes dues au passage d'une taille sus- ou sous-jacente ou à l'existence d'un pilier de charbon abandonné, il peut subir de telles dégradations qu'il nécessite des travaux d'entretien et de recarrage. Il en était d'ailleurs de même de tous les autres revêtements.

Parfois, si le vide entre le terrain et le revêtement n'est pas bien rempli, on peut observer des destructions analogues.

Cependant, si le coût total d'un boueau creusé en ferme s'élève à environ 30.000 FB/m, le coût d'un recarrage peut atteindre 80.000 FB et même 100.000 FB/m, soit 3 à 4 fois plus. Il importe donc de s'efforcer maintenant d'améliorer la qualité des panneaux. Les recherches ont été orientées dans les quatre directions suivantes :

- a) amélioration de la qualité du béton,
- b) modification des armatures,
- c) augmentation de l'épaisseur des panneaux,
- d) panneaux plus épais mais avec évidements.

Pour que les essais, en laboratoire, restent comparables à ceux effectués précédemment, on a adopté le même mode de sollicitations. Les charges ont été appliquées sur un quart du pourtour extérieur, le reste de l'anneau étant mis en butée. Les anneaux sont constitués par des panneaux de 64 cm de largeur ou par 2 anneaux de panneaux de 32 cm de largeur superposés.

Pour vérifier la résistance des panneaux fabriqués actuellement et pouvoir apprécier les améliorations envisagées, on a refait des essais sur des panneaux fabriqués dans les deux usines de Zolder et de Beringen.

Les résultats sont donnés au tableau IV où l'on observe à l'essai 1 une charge de rupture de 292 t et à l'essai 2 de 293 t.

a) Amélioration de la qualité du béton

Tous les essais effectués en vue de contrôler la résistance des bétons réalisés dans les 2 usines ont bien mis en évidence l'excellente qualité des bétons.

van de lege ruimte tussen het gesteente en de ondersteuning zou gemakkelijk kunnen gebeuren door een injectie van een zeer beperkt volume mortel.

6. VERBETERING VAN DE STERKTE VAN DE PANELEN VAN GEWAPEND BETON

Het gebruik van panelen i.p.v. blokken maakte een aanzienlijke versnelling mogelijk van de delving van steengangen en een belangrijke vermindering van de kosten. Daar waar de steengang echter belangrijke overspanningen moet ondergaan die te wijten zijn aan het doorgaan van een bovenliggende of onderliggende pijler of aan de aanwezigheid van een verlaten steenkoolpijler, kan hij zulke beschadigingen ondergaan dat hij onderhouds- en nabreekwerken vereist. Zo was het bovendien ook voor alle andere bekledingen.

Soms, als de lege ruimte tussen het gesteente en de bekleding niet goed opgevuld is, kan men analoge vernielingen waarnemen.

Als de totale kostprijs echter van een in vast gesteente gedolven steengang ongeveer 30.000 BF/m bedraagt, kan de kostprijs van een nabrak 80.000 BF en zelfs 100.000 BF/m bereiken, d.i. 3 à 4 maal meer. Het komt er dus op aan de kwaliteit van de panelen nu trachten te verbeteren. De onderzoekingen gingen in de vier volgende richtingen :

- a) verbetering van de kwaliteit van het beton,
- b) wijziging van de wapeningen,
- c) verhoging van de dikte van de panelen,
- d) dikkere panelen maar met uithollingen.

Opdat de proeven in het laboratorium vergelijkbaar blijven met die welke daarvoor werden uitgevoerd, werd dezelfde belastingswijze aangenomen. De belastingen werden uitgeoefend op een kwart van de buitenomtrek en het overblijvende gedeelte van de ring werd ondersteund. De ringen bestaan uit panelen van 64 cm breed of uit 2 boven elkaar liggende ringen van panelen van 32 cm breed.

Om de sterkte van de momenteel vervaardigde panelen na te gaan en om de beoogde verbeteringen te kunnen beoordelen, werden opnieuw proeven gedaan op de panelen vervaardigd in de twee fabrieken van Zolder en Beringen.

De resultaten worden gegeven in tabel IV waar mer een breekbelasting van 292 ton waarneemt bij proef 1 en van 293 ton bij proef 2.

a) Verbetering van de kwaliteit van het beton

Alle proeven die werden gedaan voor het nagaan van de sterkte van het beton dat in de 2 fabrieken werd vervaardigd, hebben de uitstekende kwaliteit

TABLEAU 4. — Essais effectués sur des anneaux en panneaux en 1975 et en 1976.
Charge exercée sur un quart de la circonférence
Diamètre intérieur des anneaux essayés : 4,20 m

| Essai | Origine | Epaisseur en cm | Largeur en cm | Armature | Charge de rupture en t |
|-------|----------|-----------------|---------------|--|--|
| 1 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm ∅ 50 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 292 |
| 2 | Beringen | 20 | 2 × 32 | { 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm ∅ 72 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 293 |
| 3 | Beringen | 20 | 2 × 32 | { 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm ∅ 72 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 380 |
| 4 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm ∅ 110 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 377 |
| 5 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 6 barres longitudinales de 12 mm ∅ 64 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 327 |
| 6 | Beringen | 20 | 64 | { 2 × 8 barres longitudinales de 12 mm ∅ 144 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 384 |
| 7 | Zolder | 20 | 64 | { 4 barres en acier de 62 mm ∅ pas d'étriers } | 300 |
| 8 | Zolder | 20 | 64 | { 4 barres en fonte ductile de 52 mm de ∅ livrées par Pont-à-Mousson — pas d'étriers } | assemblés par soudure 445 } moy. 423 400 } |
| 9 | Beringen | 25 | 64 | { 2 × 4 barres longitudinales de 12 mm ∅ 112 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 570 |
| 10 | Beringen | 30 | 64 | { 2 × 6 barres longitudinales de 12 mm ∅ 108 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 580 |
| 11 | Beringen | 30 | 64 | { 2 × 6 barres longitudinales de 12 mm ∅ 108 étriers de liaison intrados-extrados de 6 mm ∅ } | assemblés par soudure 257 |

Leur résistance à la compression est voisine de 900 kg/cm² à la compression et de 70 kg/cm² à la traction.

Trois voies ont été, ou vont être, explorées en vue d'améliorer encore le béton.

— Renforcement du béton par introduction de fibres métalliques de 0,35 mm de diamètre et 20 à 30 mm de longueur.

Si la présence de fibres métalliques avait augmenté notablement les caractéristiques du mortier et du béton de faible granulométrie, elle a, par contre, dans le cas des bétons à forte granulométrie employés dans nos usines, entraîné une légère diminution de la résistance à la compression et a été sans effet marquant sur la résistance à la traction. De nouveaux essais sont envisagés avec des fibres en laine de verre de plus grande longueur.

— Trempage des panneaux dans l'eau tiède immédiatement après fabrication. Cette immersion des panneaux pendant quelques jours n'a pas entraîné d'augmentation appréciable de la résistance des panneaux.

van het beton duidelijk aangetoond. Zijn druksterkte bedraagt ongeveer 900 kg/cm² bij het samendrukken en 70 kg/cm² bij het trekken.

Drie middelen werden of zullen worden onderzocht om het beton nog te verbeteren.

— Versteving van het beton door metaalvezels van 0,35 mm diameter en 20 à 30 mm lengte erin aan te brengen.

Hoewel de aanwezigheid van metaalvezels de eigenschappen van de mortel en het beton met kleine korrelgrootte aanzienlijk verhoogd had, heeft ze daarentegen, in het geval van beton met grote korrelgrootte dat in onze fabrieken wordt gebruikt, een lichte vermindering veroorzaakt van de druksterkte en had ze geen merkbare invloed op de treksterkte. Er worden nieuwe proeven in het vooruitzicht gesteld met veel langere glaswolvezels.

— Onderdompeling van de panelen in lauw water onmiddellijk na fabricage. Die onderdompeling van de panelen gedurende enkele dagen heeft geen noemenswaardige verhoging veroorzaakt van de sterkte van de panelen.

TABEL 4. — *Proeven op paneelringen in 1975 en 1976.*
Belasting uitgeoefend op een kwart van de omtrek
Binnendiameter van de geteste ringen : 4,20 m

| Proef | Oorsprong | Dikte in cm | Breedte in cm | Wapeningen | Breekbelasting in t |
|-------|-----------|-------------|---------------|---|------------------------|
| 1 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 4 langsstaven van 12 mm ∅ 50 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 292 |
| 2 | Beringen | 20 | 2 × 32 | { 2 × 4 langsstaven van 12 mm ∅ 72 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 293 |
| 3 | Beringen | 20 | 2 × 32 | { 2 × 4 langsstaven van 12 mm ∅ 72 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd met stroppen | 380 |
| 4 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 4 langsstaven van 12 mm ∅ 110 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 377 |
| 5 | Zolder | 20 | 64 | { 2 × 6 langsstaven van 12 mm ∅ 64 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 327 |
| 6 | Beringen | 20 | 64 | { 2 × 8 langsstaven van 12 mm ∅ 144 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 384 |
| 7 | Zolder | 20 | 64 | { 4 stalen staven van 62 mm ∅ geen beugels } | 300 |
| 8 | Zolder | 20 | 64 | { 4 staven van rekbaar gietijzer van 52 mm ∅ geleverd door Pont-à-Mousson — geen beugels } | 445 } 400 } gem 423 |
| 9 | Beringen | 25 | 64 | { 2 × 4 langsstaven van 12 mm ∅ 112 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 570 |
| 10 | Beringen | 30 | 64 | { 2 × 6 langsstaven van 12 mm ∅ 108 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 580 |
| 11 | Beringen | 30 | 64 | Panelen met 16 holten (zie fig. 10) { 2 × 6 langsstaven van 12 mm ∅ 108 verbindingsbeugels binnenzijde-buitenzijde van 6 mm ∅ } geassembleerd door lassen | 257 |

— Remplacement du ciment et de l'eau du béton par des résines époxydes ou polyesters, en modifiant la granulométrie du sable et des graviers. La résistance à la compression du béton résineux peut atteindre 1200 kg/cm² et la résistance à la traction 150 à 250 kg/cm². Les essais sur panneaux n'ont pas encore eu lieu.

b) *Modification des armatures*

— En vue de mécaniser la fabrication des armatures, les étriers ont été fixés par soudure aux barres longitudinales.

Cependant, il s'avère évident que les étriers assemblés par ligatures aux barres longitudinales contribuent fortement au renforcement des panneaux. Les résultats des essais 2 et 3 du tableau IV mettent bien en évidence l'effet favorable des ligatures. Les charges de rupture sont respectivement de 293 t et 380 t, soit une augmentation de 30 % obtenue simplement en remplaçant les soudures par les ligatures.

— Le nombre d'étriers reliant les barres intrados et extrados semble aussi avoir une grande incidence

— Vervanging van het cement en het water voor het beton door epoxy- of polyesterharsen waarbij de korrelgrootte van het zand en het grind gewijzigd wordt. De druksterkte van het harsbeton kan 1.200 kg/cm² bereiken en de treksterkte 150 à 250 kg/cm². De proeven op panelen werden nog niet gedaan.

b) *Wijziging van de wapeningen*

— Om de fabricage van de wapeningen te mechaniseren werden de beugels aan de langsstaven gelast.

Het blijkt echter duidelijk dat de beugels die door stroppen aan de langsstaven zijn vastgemaakt sterk bijdragen tot de versteviging van de panelen. De resultaten van de proeven 2 en 3 van tabel IV tonen duidelijk de gunstige invloed van de stroppen. De breekbelastingen bedragen respectievelijk 293 t en 380 t, d.i. een verhoging van 30 % die werd bereikt door het eenvoudig vervangen van de lasnaden door stroppen.

— Het aantal beugels dat de aan de binnenzijde en aan de buitenzijde gelegen staven verbindt, schijnt

sur la charge de rupture. En comparant les essais 1 et 4 (tableau IV), effectués sur des panneaux qui ne diffèrent que par le nombre d'étriers, on constate une augmentation de résistance de 30 % (292 t contre 377 t). Le nombre d'étrier soudés est passé de 50, dans le premier cas, à 110, dans le second.

— Le nombre de barres longitudinales a aussi un effet favorable sur la résistance des panneaux. En comparant les essais 1 et 5, où les armatures des panneaux fabriqués à Zolder comportent respectivement 4×2 et 6×2 barres longitudinales, on constate une amélioration de 12 % (292 t et 327 t).

En comparant les essais 2 et 6, où les armatures des panneaux fabriqués à Beringen comportent respectivement 4×2 et 8×2 barres longitudinales, on voit que l'amélioration atteint 31 % (293 t et 384 t).

— Des armatures totalement différentes et préfabriquées ont été présentées par la firme Française « S.A. de Pont à Mousson ». L'armature est constituée de 4 barres cintrées, en fonte ductile, dont la section est équivalente à celle d'une barre ronde de 52 mm de diamètre (fig. 10). Les barres sont assemblées en bout par des pièces appelées « casques », également en fonte ductile. Dans ce cas, on peut supprimer complètement les étriers de liaison entre barres.

eveneens een grote weerslag te hebben op de breekbelasting. Bij vergelijking van de proeven 1 en 4 (tabel IV), die werden uitgevoerd op panelen die enkel verschillen door het aantal beugels, stelt men een verhoging van de sterkte van de panelen met 30 % vast (292 t tegen 377 t). Het aantal gelaste beugels ging van 50 in het eerste geval naar 110 in het tweede geval.

— Het aantal langsstaven heeft ook een gunstige invloed op de sterkte van de panelen. Bij vergelijking van de proeven 1 en 5, waarbij de wapeningen van de panelen die in Zolder werden vervaardigd respectievelijk 4×2 en 6×2 langsstaven bevatten, stelt men een verbetering vast met 12 % (292 t en 327 t).

Bij vergelijking van de proeven 2 en 6, waarbij de wapeningen van de panelen vervaardigd in Beringen respectievelijk 4×2 en 8×2 langsstaven bevatten, ziet men dat de verbetering 31 % bereikt (293 t en 384 t).

— Volledig verschillende geprefabriceerde wapeningen werden voorgesteld door de Franse firma « S.A. de Pont-à-Mousson ». De wapening bestaat uit 4 boogvormige staven van rekbaar gietijzer waarvan de doorsnede gelijk is aan die van een ronde staaf met een diameter van 52 mm (fig. 10). De staven zijn aan het uiteinde geassembleerd door onderdelen « helmen » genoemd, die eveneens van rekbaar gietijzer zijn. In dit geval kan men de verbindingsbeugels tussen de staven volledig weglaten.

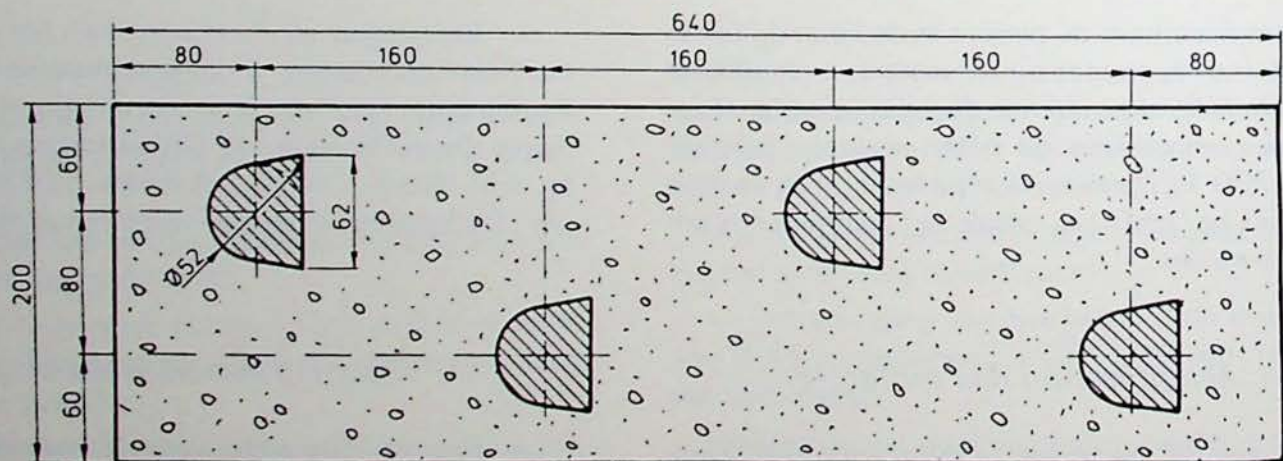


Fig. 10. — Armature constituée de 4 barres cintrées, de grand diamètre, en fonte ductile. Ces barres sont calées à leurs extrémités dans des logements fixés sur des plaques d'extrémités ou « casques ».

Wapening bestaande uit 4 boogvormige staven met grote diameter en van rekbaar gietijzer. Die staven zijn aan hun uiteinden geklemd in lageringen bevestigd op uiteinde-plaatjes of « helmen ».

Le prix des panneaux ainsi fabriqués est 4 à 5 fois plus élevé que celui des autres. Cependant, si ce nouveau revêtement permet d'éviter un recarrage, il peut être économique, le coût d'un recarrage dépassant

De prijs van de panelen die op die wijze zijn gefabriceerd ligt 4 à 5 maal hoger dan die van de andere. Indien die nieuwe bekleding het echter mogelijk maakt een nabrak te voorkomen, kan zij voordelig

sant la différence de prix entre les deux types de revêtement. Les premiers essais réalisés en laboratoire semblent assez concluants. En effet, en comparant les résultats des essais 1 et 8 (tableau IV), on constate un progrès de 50 % dans la résistance (292 t et 445 t). On envisage encore certains perfectionnements de cette technique avant de passer aux essais dans les travaux souterrains.

L'essai n° 7 a été effectué avec 4 grosses barres en acier de 62 mm de diamètre, sans étriers de liaison. La charge de rupture ne fut que de 300 t comme avec les panneaux ordinaires. Cependant, on a constaté que l'adhérence entre les barres et le béton n'était pas bonne.

c) *Augmentation de l'épaisseur des panneaux*

Une augmentation de l'épaisseur des panneaux entraîne naturellement une augmentation de la résistance de l'anneau, mais celle-ci n'est pas proportionnelle à l'épaisseur, du moins si l'on n'apporte pas de modification aux armatures.

De plus, le centre de gravité du panneau se rapproche de la paroi intrados et il devient difficile d'utiliser la genouillère habituelle pour le manutentionner. Il faut alors prévoir une petite cavité à hauteur du centre de l'intrados du panneau, ce qui déforce localement quelque peu la résistance du revêtement. Il faut prévoir une cavité de 27 mm de profondeur pour des panneaux de même longueur mais de 25 cm d'épaisseur.

Il serait cependant possible de supprimer cette cavité, soit :

- en modifiant la genouillère située à l'extrémité de la machine de pose ;
- en utilisant des ventouses pour la manipulation des éléments en béton ;
- en utilisant des panneaux plus épais aux extrémités, ce qui permettrait en plus d'améliorer les surfaces de contact d'un panneau sur l'autre ;
- en plaçant des casques métalliques lourds aux extrémités de chaque panneau.

Il ne faut pas oublier aussi que les machines de pose actuellement en service devraient être adaptées à des panneaux plus lourds (1 250 kg au lieu de 1 000 kg) ou que la largeur des panneaux devrait être réduite de 64 cm à 50 cm.

Les résultats des essais 9 et 10 avec panneaux de 25 et 30 cm d'épaisseur, montrent une amélioration de la charge de rupture de 95 à 98 % (tableau IV) par rapport aux panneaux ordinaires de 20 cm (essai 2).

zijn daar de kostprijs van een nabrak het prijsverschil tussen de twee soorten bekleding overtreft.

De eerste proeven die in het laboratorium werden gedaan lijken tamelijk overtuigend. Inderdaad, door de resultaten van de proeven 1 en 8 (tabel IV) te vergelijken, stelt men een vooruitgang vast van de sterkte met 50 % (292 t en 445 t). Men voorziet nog bepaalde verbeteringen van die techniek vooraleer over te gaan tot de proeven in de ondergrondse werkplaatsen.

Proef nr. 7 werd met 4 dikke stalen staven van 62 mm diameter uitgevoerd, zonder verbindingsbeugels. De breekbelasting bedroeg slechts 300 t zoals bij de gewone panelen. Men heeft echter waargenomen dat de adhesie tussen de staven en het beton niet goed was.

c) *Verhoging van de dikte van de panelen*

Een verhoging van de dikte van de panelen veroorzaakt natuurlijk een verhoging van de sterkte van de ring, maar die is niet evenredig met de dikte, tenminste als men geen wijziging aanbrengt aan de wapeningen.

Het zwaartepunt van de panelen benadert bovendien de binnenwand en het wordt moeilijk de gewone draaiende wartel te gebruiken om het te verplaatsen. Er moet dan een kleine holte worden voorzien ter hoogte van het middelpunt van de binnenkant van het paneel, waardoor de sterkte van de bekleding plaatselijk enigszins verminderd wordt. Er moet een holte van 27 mm diep worden voorzien voor panelen met dezelfde lengte maar van 25 cm dik.

Het zou echter mogelijk zijn die uitholling weg te laten, namelijk :

- door de draaiende wartel te wijzigen die zich aan het uiteinde van de plaatsingsmachine bevindt ;
- door zuignappen te gebruiken voor het hanteren van de betonnen elementen ;
- door panelen te gebruiken die dikker zijn aan de uiteinden, waardoor het bovendien mogelijk zou zijn de contactoppervlakken van het ene paneel op het andere te verbeteren ;
- door zware metalen helmen te plaatsen aan de uiteinden van ieder paneel.

Men moet ook niet vergeten dat de plaatsingsmachines die momenteel gebruikt worden, zouden moeten worden aangepast aan zwaardere panelen (1.250 kg i.p.v. 1.000 kg) of dat de breedte van de panelen van 64 cm tot 50 cm zou moeten worden verminderd.

De resultaten van de proeven 9 en 10 met panelen van 25 en 30 cm dikte, tonen een verbetering van de breekbelasting van 95 tot 98 % (tabel IV) tegenover de gewone panelen van 20 cm (proef 2).

Il y a lieu de remarquer cependant que, dans l'essai 9, la distance entre étriers reliant les barres intrados et extrados est de 10 cm au lieu de 16 cm, pour les panneaux des essais 2 et 10.

d) Essais de panneaux évidés

Dans le but d'utiliser des éléments plus épais sans augmenter leur poids, des essais ont été réalisés sur des panneaux évidés, de 30 cm d'épaisseur (essai n° 11, tableau IV).

Seize alvéoles ont été prévues sur la longueur du panneau, ce qui ramenait le poids d'un tel élément à celui d'un panneau plein de 20 cm d'épaisseur (fig. 11).

L'essai n'a pas donné de résultats satisfaisants suite à des contraintes de cisaillement.

Er moet echter worden opgemerkt dat voor proef 9 de afstand tussen de beugels die de staven aan de binnenzijde en de buitenzijde verbinden, 10 cm bedraagt i.p.v. 16 cm voor de panelen van de proeven 2 en 10.

d) Proeven op panelen met holten

Om dikkere elementen te gebruiken zonder hun gewicht te verhogen werden proeven gedaan op panelen van 30 cm dik met holten (proef nr. 11, tabel IV).

Zestien holten werden voorzien over de lengte van het paneel wat het gewicht van dergelijk element verminderde tot dat van een vol paneel van 20 cm dik (fig. 11).

De proef heeft geen gunstige resultaten opgeleverd als gevolg van de schuifspanningen.

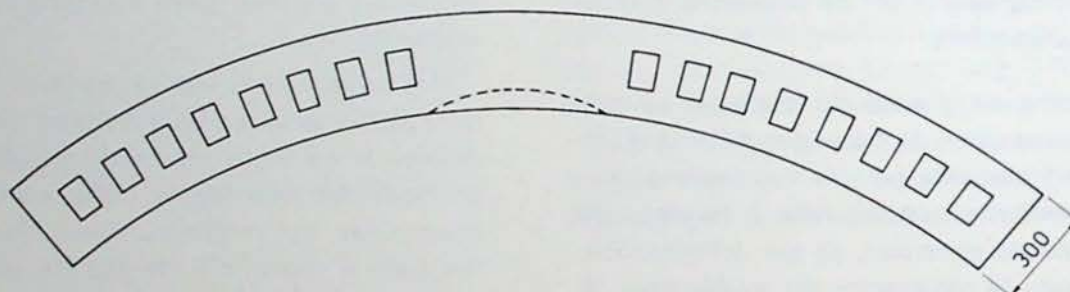


Fig. 11. — Panneaux de 30 cm d'épaisseur pourvus de 16 alvéoles creuses, ce qui permet de réduire le poids de l'élément.
Panelen van 30 cm dik voorzien van 16 holten waardoor het gewicht van het element verminderd kan worden.

7. CONCLUSIONS

L'utilisation de panneaux en béton armé, dans les voies d'ossature (galeries au rocher) des mines du bassin de Campine, a permis de faire de grands progrès dans la vitesse de creusement de ces galeries.

Alors que les revêtements en claveaux constituaient un lourds handicap pour le bassin, en ce qui concerne le temps de mise en valeur d'un nouveau champ d'exploitation et le prix d'un mètre de galerie, le revêtement en panneaux crée des conditions beaucoup plus favorables.

Les prix sont actuellement comparables à ceux des nouveaux revêtus de cadres lourds en acier en forme de fer à cheval, mais la pose des panneaux est entièrement mécanisée, ce qui n'est pas le cas pour les cadres en acier.

7. BESLUITEN

Door het gebruik van panelen van gewapend beton in de skeletgaleries (steengangen) van de mijnen van het Kempens bekken kon grote vooruitgang worden geboekt inzake delvingsnelheid van die galeries.

Terwijl de bekledingen met blokken voor dat bekken een zware handicap vormden voor wat betreft de tijd die nodig is voor het exploiteren van een nieuw ontginningsveld en de prijs per meter galerij, scheidt de bekleding met panelen veel gunstigere voorwaarden.

De prijzen kunnen momenteel vergeleken worden met die van steengangen bekleed met zware stalen ramen in hoefijzer-vorm, maar het plaatsen van de panelen is volledig gemechaniseerd, wat niet het geval is voor de stalen ramen.

De plus, la fermeture du radier supprime systématiquement tous les travaux de rabassenage dans les conditions normales de sollicitation.

Cependant, la bonne résistance du revêtement est liée à un bon remplissage du vide entre le terrain et les panneaux. Il faut donc tout mettre en œuvre pour faciliter ce travail et pouvoir le contrôler même après achèvement du revêtement. L'amélioration de la qualité des panneaux est de nature à réduire les travaux de recarrage qui sont parfois nécessaires lorsque le bouveau a été soumis à des contraintes particulièrement fortes, dues principalement à celles engendrées par des travaux d'exploitation voisins.

Le creusement de galeries de section circulaire à l'aide de tunneliers se développera à l'avenir et le soutènement par panneaux en béton armé préfabriqués paraît particulièrement bien adapté à ce genre de tunnels. Dans ce cas, le remplissage du vide sera réduit au minimum et pourra être assuré facilement par un lait de ciment mis en place par pompage.

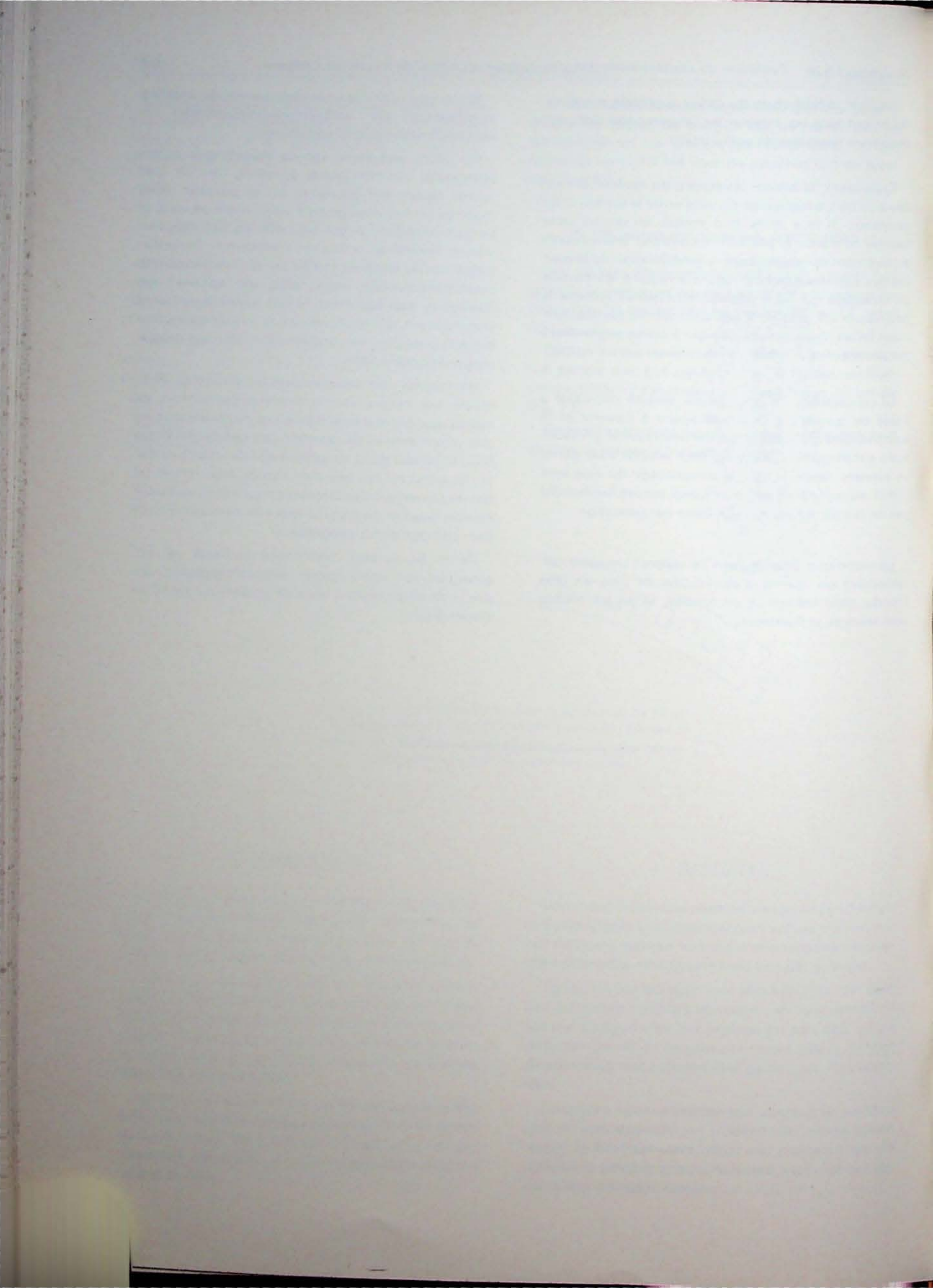
La technique décrite dans ce rapport trouvera certainement un champ d'application de plus en plus étendu dans les mines profondes, là où les roches sont tendres et fluantes.

Bovendien verhindert het afsluiten van de bedding systematisch alle nadiplingswerkzaamheden in normale belastingsomstandigheden.

De goede weerstand van de bekleding is echter afhankelijk van een goede opvulling van de lege ruimte tussen het gesteente en de panelen. Alles moet dus in het werk gesteld worden om dit werk te vergemakkelijken en om het, zelfs na het voltooiën van de bekleding, te kunnen controleren. De verbetering van de kwaliteit van de panelen vermindert de nabraakwerken die soms nodig zijn wanneer een steengang aan bijzonder hevige spanningen werd onderworpen die hoofdzakelijk te wijten waren aan die welke werden veroorzaakt door naburige ontginningswerkzaamheden.

Het drijven van galerijen met cirkelvormige doorsnede met behulp van tunneldelvingsmachines zal zich in de toekomst ontwikkelen en de ondersteuning met geprefabriceerde panelen van gewapend beton blijkt bijzonder goed aangepast aan dit soort tunnels. In dat geval zal het opvullen van de lege ruimte tot een minimum worden beperkt en zal het gemakkelijk kunnen worden uitgevoerd met een cementmelk die door pompen wordt aangebracht.

De in dit verslag beschreven techniek zal ongetwijfeld een steeds groter toepassingsgebied vinden in de diepe mijnen waar de gesteenten zacht en vloeïend zijn.



Travail physique en ambiance chaude dans les charbonnages

Lichamelijke arbeid in een warme omgeving in de steenkolenmijnen

Alphonse HAUSMAN et Jean-Marie PETIT**

RÉSUMÉ

La rationalisation de la ventilation et même la climatisation n'apportent pas, en toutes circonstances, une solution dans des gisements où les contraintes climatiques sont importantes.

Un remède consiste à créer au voisinage même de l'individu le micro-climat adéquat grâce à des éléments réfrigérants ou des vêtements spéciaux. Ceux-ci ne doivent pas gêner le travailleur et pouvoir être utilisés, soit pendant des temps de repos à définir, soit continuellement afin de réduire les contraintes thermiques.

Pour une température effective inférieure à 35°C et une vitesse de l'air faible (0,5 m/s), une amélioration importante peut être obtenue par simple brassage de l'air.

Pour une température effective égale ou supérieure à 35°C, il faut, soit refroidir l'air soufflé sur l'individu, soit refroidir celui-ci au moyen d'un vêtement.

Les recherches ont montré :

- 1°) *que les parties du corps les plus intéressantes à refroidir sont la tête et le tronc ;*
- 2°) *que le refroidissement par glace carbonique est très efficace, mais peu ergonomique dans le cas qui nous préoccupe ;*
- 3°) *qu'une solution très simple et très efficace consiste dans le port d'une cagoule et d'une veste en double tissu éponge imbibé d'eau froide (15°C).*

SAMENVATTING

De rationalisatie van de ventilatie en zelfs de klimatisatie leveren niet in alle omstandigheden een oplossing in afzettingen waar de temperatuurspanningen aanzienlijk zijn.

Een oplossing bestaat in het scheppen van een aangepast microklimaat in de omgeving zelf van het individu dank zij koelelementen of speciale kleding. Die mogen de arbeider niet hinderen en moeten kunnen worden gebruikt, ofwel tijdens te bepalen rusttijden, ofwel voortdurend om de temperatuurspanningen te verminderen.

Voor een effectieve temperatuur kleiner dan 35°C en een lage luchtsnelheid (0,5 m/s) kan een belangrijke verbetering worden bereikt door het eenvoudigweg veroorzaken van een luchtwerveling.

Voor een effectieve temperatuur gelijk aan of groter dan 35°C moet ofwel de lucht die naar het individu wordt geblazen worden gekoeld ofwel moet het individu zelf worden gekoeld door kleding.

Uit de onderzoeken is gebleken dat :

- 1°) *het hoofd en de romp de interessantste lichaamsdelen zijn om te koelen ;*
- 2°) *de koeling met koolzuurijs zeer doeltreffend is maar weinig ergonomisch in het desbetreffende geval ;*
- 3°) *een zeer eenvoudige en doeltreffende oplossing bestaat in het dragen van een hoofdkap en een vest van dubbel sponsweefsel doordrenkt met koud water (15°C).*

Recherche subsidiée par la CEE (CECA) Contrat n° 6245-35/2/005.

* Ingénieur Civil des Mines, Ingénieur Electricien, Directeur honoraire du Coördinatiecentrum Reddingswezen.
Avenue du Château 18 - 4880 Spa.

** Dr. Méd., Professeur en Médecine et Hygiène Sociales de l'Université de Liège,
Directeur Général de l'Institut Provincial Ernest Malvoz de la Province de Liège,
Quai du Barbou 4 - 4020 Liège.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Rationalisierungsmaßnahmen auf dem Gebiet der Bewetterung und sogar der Klimatisierung bieten keine Lösung für alle Fälle in den Lagerstätten, wo die klimatischen Belastungen schwer ins Gewicht fallen.

Eine Lösung besteht in der Schaffung eines entsprechenden Mikroklimas in unmittelbarer Nähe des Menschen, und zwar durch Kühlmittel oder Sonderkleidungsstücke. Diese sollen den Arbeiter nicht hemmen und müßten entweder in den noch zu bestimmenden Ruhepausen oder pausenlos zwecks Herabsetzung der thermischen Beanspruchung benutzt werden.

Bei einer wirklichen Temperatur unter 35°C bzw. einer geringfügigen Luftgeschwindigkeit (0,5 m/s) kann eine fühlbare Besserung durch einfache Luftumwälzung erzielt werden.

Bei einer wirklichen Temperatur gleich bzw. über 35°C muß entweder die auf den Menschen zuströmende Luft abgekühlt werden, oder der Mensch selbst wird mit Hilfe einer entsprechenden Kleidung abgekühlt.

Die Forschungsarbeiten haben erwiesen :

- 1) daß die abzukühlenden Körperteile Kopf und Rumpf sind ;
- 2) daß die Abkühlung durch Trockeneis sehr wirksam, jedoch wenig ergonomisch in dem hier vorliegenden Fall ist ;
- 3) daß eine sehr einfache und äußerst wirksame Lösung darin besteht, eine Kappe und eine Jacke aus doppeltem, mit kaltem Wasser (15°C) durchtränktem Frottiergewebe zu tragen.

Production et productivité accrues imposent de nouvelles contraintes. Maintenant et au cours de la prochaine décennie, même si on maîtrise le grisou et les poussières, la seule possibilité d'exploitation viable réside dans la diminution des contraintes climatiques.

Les progrès récents en mécanisation et automatisation ont diminué l'intensité et la durée des efforts musculaires ainsi que leur nombre. Néanmoins, des postes de travail ne peuvent ni ne pourront être supprimés ; il importe dès lors de les aménager d'autant plus que certains sont des postes-clefs (conduite de machines, surveillance, transport et manutention, entretien, ...).

La rationalisation de la ventilation (générale ou secondaire) et même la climatisation n'apportent pas, en toutes circonstances, une solution dans des gisements exploités de plus en plus loin des puits, à des

SUMMARY

Rationalizing the ventilation, or even applying air-conditioning techniques, will not in every case cope with the constraints of mine climate which exist in certain seams.

One remedy is to create a suitable micro-climate in the immediate vicinity of the individual worker by means of cooling units or special clothing. They must not hinder the worker, and it must be possible either to use them during specified rest periods or continuously, so as to reduce the thermal stresses.

Simply stirring up the air will bring about an appreciable improvement in effect in temperatures below 35°C and at low air velocity (0.5 m/sec).

For temperatures of 35°C or above, the air blowing on the worker must be cooled, or he must wear a cooling garment.

Research has shown that :

- 1) Cooling the head and trunk is the most beneficial.
- 2) Cooling by means of solid carbon dioxide is very effective but in the circumstances studied here, bad from the point of view of ergonomics.
- 3) One very simple and highly effective means is to impose the wearing of a hood and jacket in double terry cloth soaked in cold water (15°C).

Grotere produktie en produktiviteit brengen nieuwe spanningen met zich mee. Nu en in de komende tien jaar bestaat de enige duurzame ontginningmogelijkheid in het verminderen van de temperatuurspanningen, zelfs indien men het mijngas en het stof beheerst.

De recente vooruitgang op gebied van mechanisatie en automatisering hebben de intensiteit en de duur van de spierinspanningen evenals hun aantal verminderd. Er zijn echter werkposten die niet kunnen en niet zullen kunnen worden afgeschafte ; het is bijgevolg van belang ze aan te passen, des te meer daar bepaalde posten sleutelposten zijn (besturen van machines, toezicht, vervoer en verladung, onderhoud, ...).

De rationalisatie van de ventilatie (algemene of bijkomende) en zelfs de klimaatregeling geven niet in alle gevallen een oplossing in de afzettingen die

profondeurs de plus en plus importantes, avec des avancements de plus en plus grands, avec des moteurs de plus en plus puissants qui dégagent de plus en plus de chaleur, tandis que les caractéristiques thermiques des roches restent en dehors de toute action de la technologie.

Le seul remède consiste à créer au voisinage même de l'individu le micro-climat adéquat grâce à des éléments refroidissants ou des vêtements spéciaux. Ceux-ci ne doivent pas gêner le travailleur et pouvoir être utilisés, soit pendant des temps de repos à définir, soit continuellement afin de réduire les contraintes thermiques.

AMBIANCE DU LIEU DE TRAVAIL

Tous les moyens utilisés doivent être simples et pratiques, de façon à ne pas nécessiter l'intervention de spécialistes et à permettre un contrôle fréquent. Cette étude s'appliquant au travail dans les mines de charbon, dont les parois sont foncées et rayonnent très peu, la chaleur rayonnante est négligée. La mesure d'ambiance est donc fournie par la température effective donnée par le diagramme de Yaglou établi pour des personnes travaillant le torse nu (fig. 1). Cette température effective est fonction de la température sèche, de la température humide et de la vitesse du courant d'air.

steeds verder van de schachten worden ontgonnen op steeds grotere diepte, met steeds grotere vooruitgang en met steeds krachtigere motoren die meer en meer warmte afgeven terwijl de thermische eigenschappen van het gesteente buiten iedere technologische invloed blijven.

De enige oplossing bestaat in het scheppen van een passend microklimaat in de omgeving zelf van het individu, dank zij koelelementen of speciale kleding. Die moeten de arbeider niet hinderen en ze moeten kunnen worden gebruikt ofwel tijdens te bepalen rusttijden, ofwel voortdurend om de thermische belemmeringen te verminderen.

WERKPLAATSOMGEVING

Alle gebruikte middelen moeten eenvoudig en praktisch zijn, zodat de tussenkomst van specialisten niet nodig en een herhaalde controle mogelijk is. Aangezien deze studie betrekking heeft op het werk in de steenkolenmijnen, waarvan de wanden donker zijn en zeer weinig stralen, wordt de stralingswarmte verwaarloosd. De omgevingsmeting wordt dus geleverd door de effectieve temperatuur die wordt gegeven door het Yaglou-diagram dat werd opgesteld voor met ontbloot bovenlijf werkende personen (fig. 1). Die effectieve temperatuur is afhankelijk van de droge en de vochtige temperatuur en van de luchtsnelheid.

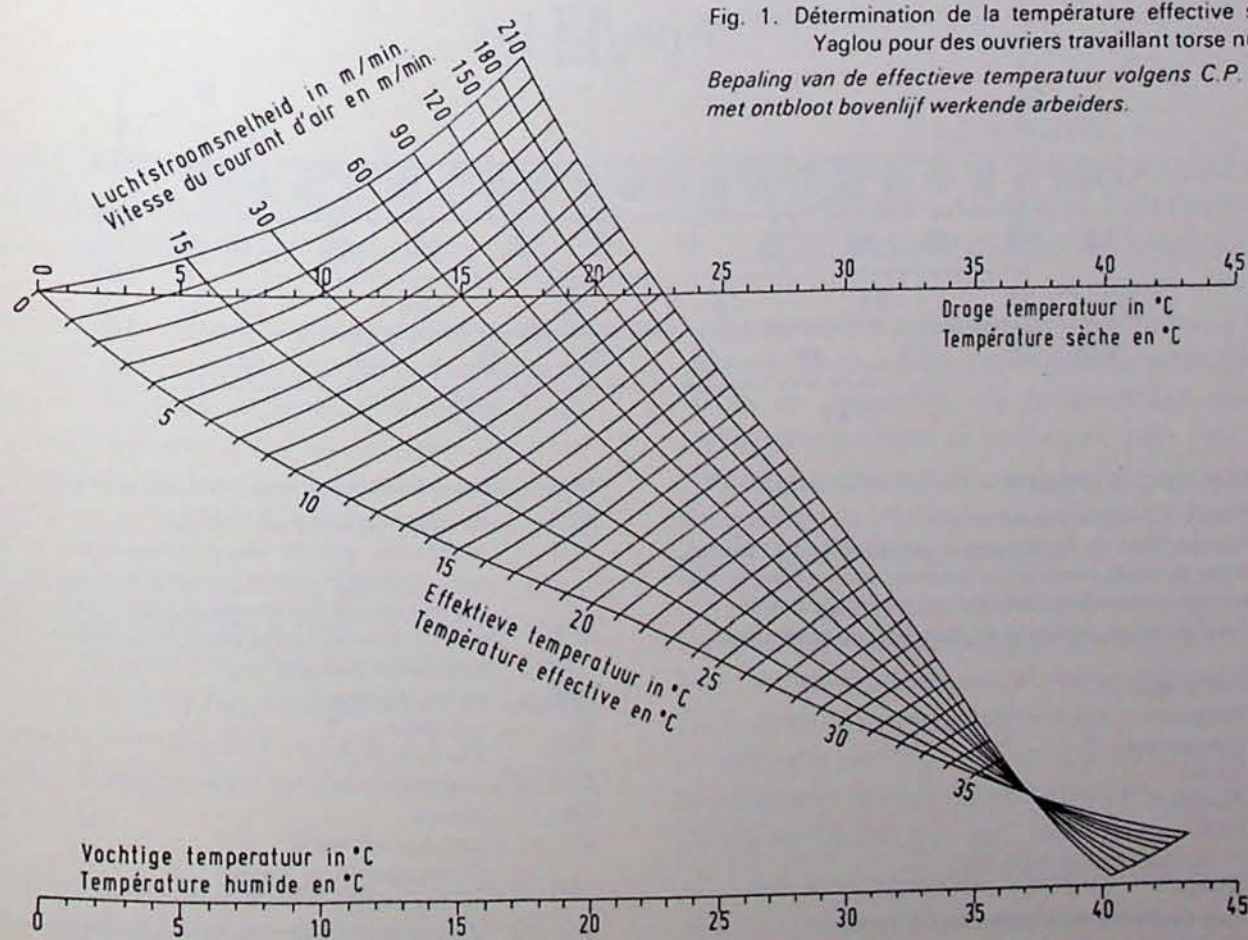


Fig. 1. Détermination de la température effective suivant C.P. Yaglou pour des ouvriers travaillant torse nu.

Bepaling van de effectieve temperatuur volgens C.P. Yaglou voor met ontbloot bovenlijf werkende arbeiders.

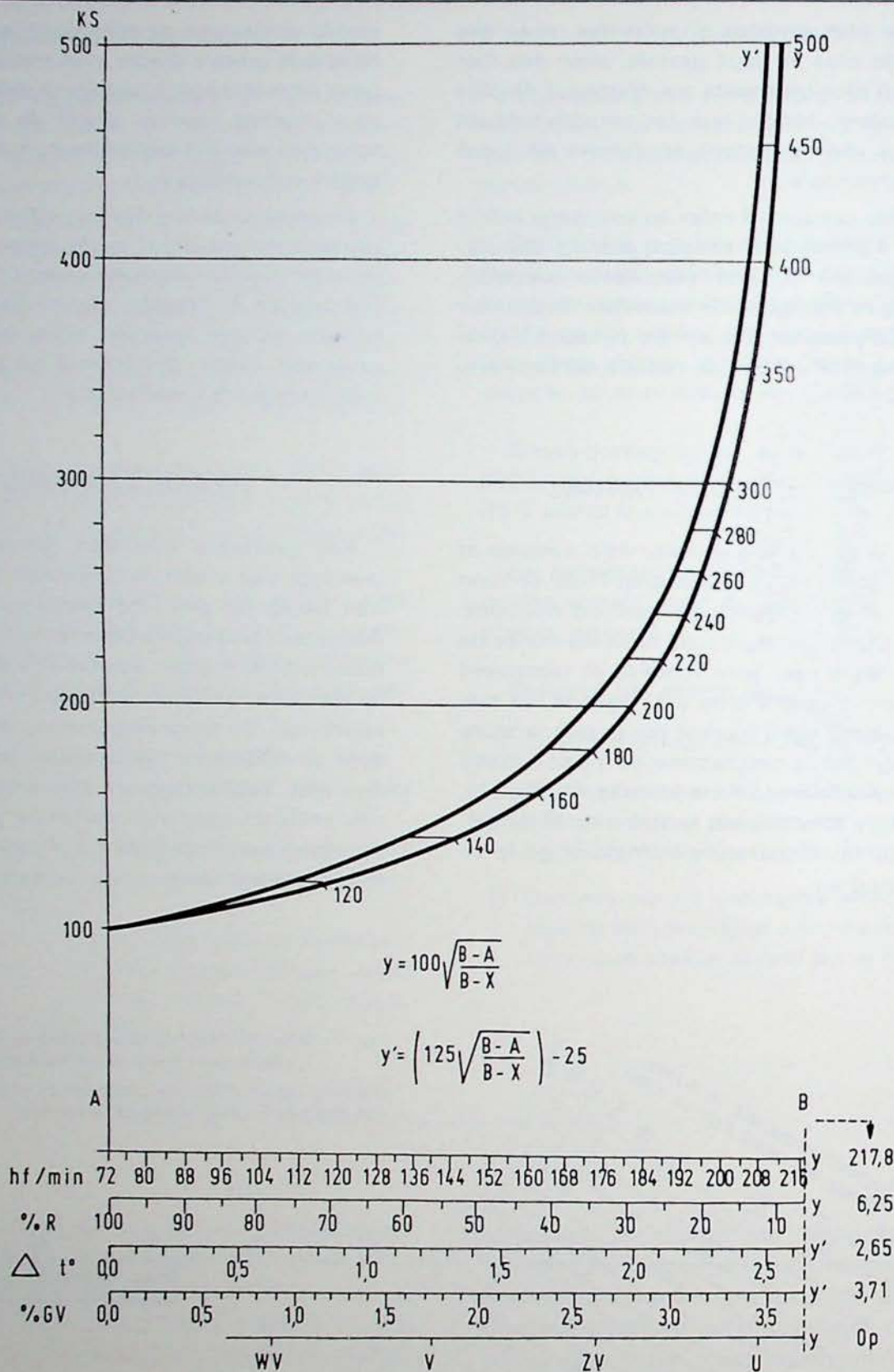


Fig. 2. Nouvel indice de fatigue pour travaux de sauvetage.

hf/min : Fréquence cardiaque par minute
 % R : Récupération de la fréquence cardiaque après trois minutes de repos exprimée en pour-cent de l'augmentation
 Δt° : Augmentation de la température corporelle interne
 % GV : Perte de poids exprimée en pour-cent du poids initial

WV : Peu fatigué
 V : Fatigué
 ZV : Très fatigué
 U : Épuisé
 Op : Abandon
 y : Fréquence cardiaque
 % récupération après 3 min opinion
 y' : Augmentation de la température interne
 % perte de poids

Nieuwe vermoeidheidsindex voor reddingswerken.

hf/min : hartslagfrequentie per minuut
 % R : recuperatie van de hartslagfrequentie na drie minuten rust, uitgedrukt in percent van de stijging
 Δt° : stijging van de inwendige lichaamstemperatuur
 % GV : gewichtsverlies uitgedrukt in percent t.o.v. het oorspronkelijk gewicht

WV : weinig vermoeid
 V : vermoeid
 ZV : zeer vermoeid
 U : uitgeput
 Op : opgave
 y : hartslagfrequentie
 % recuperatie na 3 min opiniepeiling
 y' : verhoging van de inwendige temperatuur
 % gewichtsverlies

INTENSITE DE TRAVAIL

Elle est définie par la consommation d'oxygène par minute. Cette intensité de travail qui est fixée aux environs de 1 litre O_2 /min dans une ambiance normale diminue nécessairement lorsque les conditions d'ambiance deviennent plus sévères.

*APPRECIATION DE LA CHARGE
PHYSIOLOGIQUE D'UN INDIVIDU
A UN MOMENT DONNE*

Au Coördinatiecentrum Reddingswezen, nous entraînons tous les sauveteurs de Campine au travail à haute température, sous contrôle médical basé sur la température rectale et la fréquence cardiaque avant, pendant et après chaque exercice, sur la récupération de la fréquence cardiaque après 3 minutes de repos assis, sur la perte de poids en pour-cents du poids initial et parfois sur une cote d'appréciation personnelle de l'individu sur son état de fatigue. Toutes ces données, recueillies sur 1500 exercices par an depuis 13 ans, nous ont permis d'établir un indice de fatigue donnant l'état physiologique de l'individu à la fin de la prestation. Cet indice se calcule au moyen d'un diagramme (fig. 2). Il s'exprime en « Kempen » (KS).

Sa validité pour un travail autre que le travail de sauvetage, c'est-à-dire pour un travail d'un poste normal effectué au fond de la mine, a été vérifiée par de nombreuses mesures.

*DIMINUTION DE LA TEMPERATURE
EFFECTIVE PAR BRASSAGE DE L'AIR
AU VOISINAGE DE L'INDIVIDU*

Si la température effective n'est pas trop élevée (surtout lorsque le degré de saturation en humidité est important) et si, en outre, la possibilité existe d'augmenter la vitesse du courant d'air, on peut diminuer considérablement la température effective par simple brassage de l'air, sans avoir à refroidir celui-ci.

Dans notre chantier d'exercice sur bicyclette ergométrique dans une ambiance avec une température sèche de 35°C et une température humide de 28°C, l'indice de fatigue diminue sensiblement en faisant passer la ventilation de 0,5 m/s à 1,5 m/s. Les températures effectives sont respectivement 29,2°C et 28,3°C (fig. 3).

Dans un chantier préparatoire du fond, aéré par aérage secondaire et où, à l'endroit du travail, la

WERKINTENSITEIT

Zij wordt bepaald door het zuurstofverbruik per minuut. Die werkintensiteit, vastgesteld op ongeveer 1 liter O_2 /min in een normale omgeving, neemt noodzakelijkerwijze af wanneer de omgevingsomstandigheden moeilijker worden.

*APPRECIATIE VAN DE FYSIOLOGISCHE
BELASTING VAN EEN INDIVIDU
OP EEN BEPAALD OGENBLIK*

Bij het Coördinatiecentrum Reddingswezen trainen wij al de redders van de Kempen voor werk bij hoge temperatuur, onder medische controle gebaseerd op de rectale lichaamstemperatuur en op de hartslagfrequentie vóór, gedurende en na iedere oefening, op het recupereren van de hartslagfrequentie na 3 minuten rust in zithouding, op het gewichtsverlies in percent van het oorspronkelijke gewicht en soms op een persoonlijke appreciatie van het individu betreffende zijn vermoeidheidstoestand. Al die gegevens, verzameld gedurende 1.500 oefeningen per jaar gedurende 13 jaar, maakten het ons mogelijk een vermoeidheidsindex op te stellen die de fysiologische toestand van het individu geeft op het einde van de prestatie. Die index wordt berekend door middel van een diagram (fig. 2). Hij wordt uitgedrukt in « Kempen » (KS).

Zijn geldigheid voor ander werk dan reddingswerk, d.w.z. voor het werk van een normale dienst, uitgevoerd in de ondergrond, werd door talrijke metingen gecontroleerd.

*VERLAGING
VAN DE EFFECTIEVE TEMPERATUUR DOOR
HET SCHEPPEN VAN EEN LUCHTWERVELING
IN DE NABIJHEID VAN HET INDIVIDU*

Als de effectieve temperatuur niet te hoog is (vooral wanneer de graad van vochtigheidsverzadiging hoog is) en als bovendien de mogelijkheid bestaat de luchtstroomsnelheid te verhogen, dan kan men de effectieve temperatuur aanzienlijk verlagen door eenvoudigweg een luchtwerveling te scheppen zonder de lucht te moeten afkoelen.

In onze galerijen voor het oefenen op een ergometrische fiets in een omgeving met een droge temperatuur van 35°C en een vochtige temperatuur van 28°C, daalt de vermoeidheidsindex aanmerkelijk door de ventilatie van 0,5 m/s tot 1,5 m/s op te voeren. De effectieve temperaturen bedragen respectievelijk 29,2°C en 28,3°C (fig. 3).

In een ondergrondse voorbereidingswerkplaats, verlucht door secundaire luchtverversing en waar in

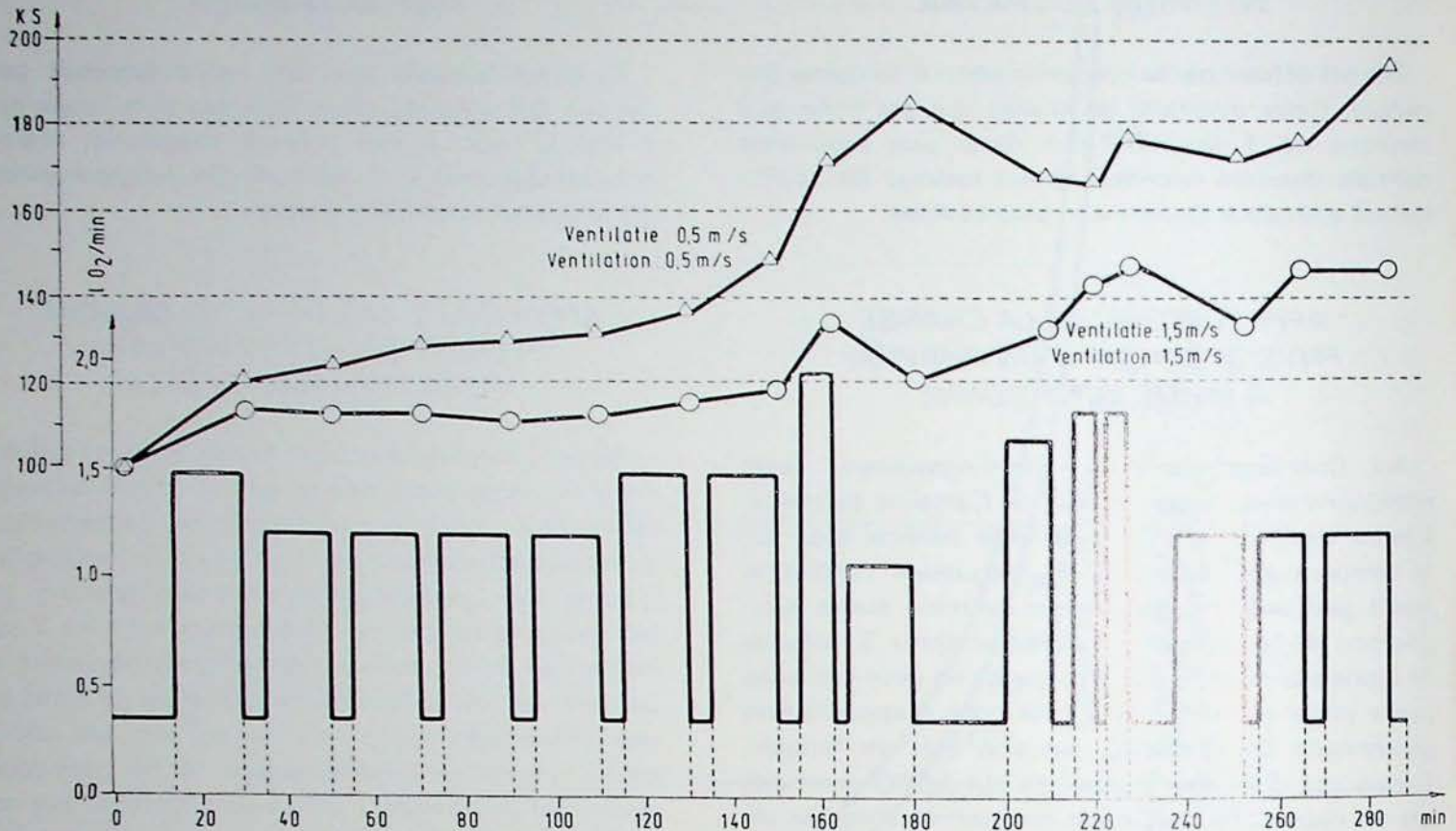


Fig. 3. Exercice sur bicyclette ergométrique dans une ambiance de $t_s = 35^\circ\text{C}$ et $t_h = 28^\circ\text{C}$

Oefening op een ergometrische fiets in een omgeving met $t_d = 35^\circ\text{C}$ en $t_v = 28^\circ\text{C}$

température sèche était de $34,6^\circ\text{C}$ et la température humide de $26,0^\circ\text{C}$, avec une ventilation moyenne de $0,5 \text{ m/s}$, nous avons obtenu une ventilation moyenne de $1,5 \text{ m/s}$ en ajoutant deux petits ventilateurs pour brasser l'air. L'indice de fatigue en fin de poste de travail a été calculé pour 3 ouvriers avec ventilation de $0,5 \text{ m/s}$ et de $1,5 \text{ m/s}$. Les résultats donnent une très importante diminution de cet indice de fatigue avec la ventilation de $1,5 \text{ m/s}$.

de werkplaats de droge temperatuur $34,6^\circ\text{C}$ en de vochtige temperatuur $26,0^\circ\text{C}$ bedroeg, met een gemiddelde ventilatie van $0,5 \text{ m/s}$, bereikten we een gemiddelde ventilatie van $1,5 \text{ m/s}$ door twee kleine ventilators toe te voegen voor het veroorzaken van een luchtwerveling. De vermoeidheidsindex voor 3 arbeiders op het einde van de werkdienst werd berekend met een ventilatie van $0,5 \text{ m/s}$ en $1,5 \text{ m/s}$. Uit de resultaten blijkt een zeer belangrijke vermindering van die vermoeidheidsindex bij een luchtverversing van $1,5 \text{ m/s}$.

AMBIANCE A TEMPERATURE EFFECTIVE TRES ELEVEE

Lorsqu'elle atteint 35°C et plus, le brassage de l'air n'apporte plus d'amélioration et peut même être nocif en amenant des calories au corps au lieu d'en soustraire. Dans ces conditions, le brassage de l'air exige de refroidir l'air soufflé sur l'individu, par exemple en plaçant un bloc de glace carbonique à la sortie du ventilateur qui brasse l'air ambiant. Dans une ambiance de $41,5^\circ\text{C}$ sec et $33,5^\circ\text{C}$ humide avec une vitesse de courant d'air de $0,7 \text{ m/s}$, $t_{\text{eff}} = 34,8^\circ\text{C}$, l'air soufflé sur l'individu après rafraîchissement sur le bloc de glace carbonique atteint une température de $35,0^\circ\text{C}$ sec, $32,0^\circ\text{C}$ humide et une vitesse de $2,5 \text{ m/s}$: $t_{\text{eff}} = 30,5^\circ\text{C}$.

OMGEVING MET ZEER HOGE EFFECTIEVE TEMPERATUUR

Wanneer zij 35°C en meer bereikt, veroorzaakt het scheppen van een luchtwerveling geen verbetering meer en kan zelfs schadelijk zijn door calorieën naar het lichaam te voeren i.p.v. ze eraan te onttrekken. In die omstandigheden vereist de luchtwerveling het afkoelen van de lucht die op het individu wordt geblazen, bijvoorbeeld door een blok van koolzuurijs aan de uitgang van de ventilator te plaatsen die de omgevingslucht doet wervelen. In een omgeving met een droge temperatuur van $41,5^\circ\text{C}$ en een vochtige temperatuur van $33,5^\circ\text{C}$ met een luchtstroomsnelheid van $0,7 \text{ m/s}$, $t_{\text{eff}} = 34,8^\circ\text{C}$, bereikt de lucht die op het individu wordt geblazen na afkoeling

Différents modes de refroidissement par vêtement ont ensuite été étudiés. La *conduction* consiste à appliquer sur le corps un élément maintenu à une température légèrement inférieure à celui-ci. Le vêtement à circulation d'eau est efficace, mais ne peut être retenu pour le travail de la mine parce qu'il est trop onéreux et surtout peu ergonomique. La glace à eau a été utilisée comme élément refroidissant. Des essais ont été effectués au moyen d'un calorimètre de 30 cm × 50 cm × 4,5 cm. La glace appliquée directement sur le corps serait trop froide. On a intercalé, entre la glace et le corps, une mousse réticulée de 1 cm d'épaisseur contenant de l'eau à 20°C. La quantité de chaleur (environ 300 kcal) produite en une heure par le porteur semble pouvoir être absorbée par 4 kg de glace et un remplissage de 4 kg d'eau. Ce moyen paraît ergonomiquement peu applicable.

La *convection* cherche à maintenir entre un vêtement et le corps un microclimat acceptable ; le vêtement isolera dans la mesure du possible le corps de la chaleur extérieure et recouvrira l'élément qui créerait le microclimat désiré. L'isolation de l'élément refroidissant par rapport au corps doit être telle qu'il n'agit que lorsque la température du microclimat entre le sous-vêtement et le tissu extérieur est égale ou légèrement supérieure à celle du corps et avec action aussi proportionnelle que possible à la quantité de chaleur reçue. On tente ainsi de maintenir dans des limites acceptables la température du microclimat. Le microclimat ayant toujours une température légèrement supérieure à celle du corps, les fonctions physiologiques de défense du corps contre la chaleur entrent en action dès le début : accélération de la fréquence cardiaque, vasodilatation périphérique, sudation. Lorsqu'on porte ce vêtement, la notion de température effective de l'ambiance est beaucoup moins importante. Important surtout : a) la température sèche qui conditionne le flux de calories qui passe au travers de l'enveloppe extérieure ; b) la température radiante.

L'*enveloppe extérieure* doit donc être conçue en fonction de l'ambiance de travail de façon à isoler le mieux possible de la chaleur, quelle que soit sa source. Pour atteindre ce but, un vêtement ample est préférable à un vêtement ajusté, parce qu'il se crée sous le vêtement ample une certaine ventilation qui permet une circulation de l'air, et ainsi un renouvellement du microclimat. Nous avons utilisé un costume d'une seule pièce constitué d'une double épaisseur de tissu en fibre de verre enserrant 1/2 cm de laine de verre. L'extérieur est recouvert d'aluminium. Son poids est de 15 kg. Il est très ample, de façon à permettre le port sous ce vêtement de boîtes contenant du CO₂.

Dans un premier temps, ce costume a été fermé au cou, aux poignets et aux chevilles. Dans un second temps, il a été porté ouvert au cou, aux poignets et

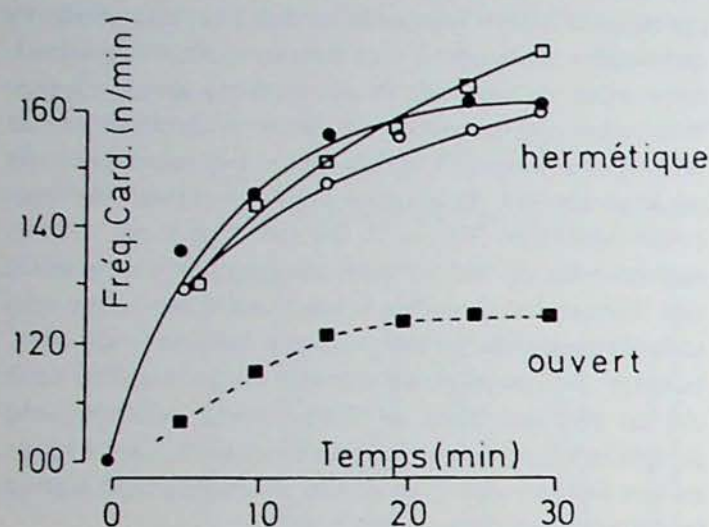
over het blok koolzuurijs een droge temperatuur van 35,0°C, een vochtige temperatuur van 32,0°C en een snelheid van 2,5 m/s : $t_{\text{eff}} = 30,5^\circ\text{C}$.

Verschillende wijzen van koeling met kleding werden vervolgens bestudeerd. De *conductie* bestaat in het op het lichaam aanbrengen van een element dat op een iets lagere temperatuur dan het lichaam wordt gehouden. De kleding met watercirculatie is doeltreffend maar zij kan niet in aanmerking worden genomen voor het mijnwerk omdat ze te duur en vooral weinig ergonomisch is. IJs met water werd gebruikt als koelement. Er werden proeven gedaan met een calorimeter van 30 cm × 50 cm × 4,5 cm. Het ijs rechtstreeks op het lichaam aanbrengen zou te koud zijn. Tussen het ijs en het lichaam werd een netvormig schuim aangebracht van 1 cm dik dat water van 20°C bevatte. De hoeveelheid warmte (ongeveer 300 kcal) die op een uur door de drager werd geproduceerd schijnt te kunnen worden geabsorbeerd door 4 kg ijs en een kussen van 4 kg water. Dit middel lijkt weinig toepasselijk op ergonomisch vlak.

De *convection* tracht een aanvaardbaar microklimaat te behouden tussen een kleding en het lichaam ; in de mate van het mogelijke zou de kleding het lichaam isoleren van de uitwendige warmte en zou zij het element bedekken dat het gewenste microklimaat zou scheppen. De isolatie van het koelement t.o.v. het lichaam moet zo zijn dat het slechts een uitwerking heeft wanneer de temperatuur van het microklimaat tussen de onderkleding en het buitenste weefsel gelijk is aan of een weinig hoger is dan die van het lichaam en met een werking die zo evenredig mogelijk is met de hoeveelheid ontvangen warmte. Zo tracht men de temperaturen van het microklimaat binnen aanvaardbare grenzen te houden. Daar het microklimaat altijd een temperatuur heeft die een beetje hoger is dan die van het lichaam, treden de fysiologische functies voor het beschermen van het lichaam tegen de warmte, vanaf het begin in werking : versnelling van de hartslagfrequentie, perifere bloedsomloopverwijding, zweten. Wanneer men die kleding draagt is het begrip effectieve omgevingstemperatuur veel minder belangrijk. Zijn vooral van belang : a) de droge temperatuur die de caloriflux regelt die door het buitenomhulsel gaat ; b) de stralingstemperatuur.

Het *buitenomhulsel* moet dus worden vervaardigd afhankelijk van de arbeidsomgeving om zo goed mogelijk te isoleren tegen de warmte, welke de bron ook is. Om dat doel te bereiken heeft een ruime kleding voorrang op een passende kleding omdat onder de ruime kleding een bepaalde ventilatie wordt geschapen die luchtcirculatie en zodoende een vernieuwing van het microklimaat mogelijk maakt. Wij hebben een pak uit één stuk gebruikt dat bestaat uit een dubbele laag weefsel van glasvezel dat 1/2 cm glaswol bevat. De buitenkant is bedekt met aluminium. Zijn gewicht

aux chevilles, et écarté du corps par des épauettes. La figure 4 donne les résultats obtenus dans ces deux circonstances pour une ambiance à température normale, soit 23°C sec et 16°C humide.



Une autre expérience a été faite à température plus élevée, et avec cagoule. Dans l'impossibilité d'élargir la cagoule, celle-ci a été refroidie au moyen de fréon, dans le cas du port d'un costume ouvert. Le costume était formé de deux épaisseurs d'étoffe extra-forte, et doublé de deux épaisseurs de tissu éponge. Dans la forme élargie, le pantalon est maintenu éloigné du corps par un arceau de fer, la veste très ample retombant sur le pantalon. La figure 5 reproduit les résultats obtenus dans une ambiance de 32°C sec et 28°C humide avec vitesse du vent égale à 0,5 m/s.

Fig. 5. Fréquence cardiaque en fonction du temps chez des individus effectuant un exercice de marche à 3 km/h à pente de 10% dans une ambiance $t_s = 32^\circ\text{C}$, $t_h = 28^\circ\text{C}$, $V = 0,5 \text{ m/s}$ et portant, soit un costume ajusté avec cagoule non refroidie, soit un costume ample avec cagoule refroidie au fréon.

Hartslagfrequentie volgens de tijd voor personen die een stapoefening doen van 3 km/h op een helling van 10% in een omgeving $t_d = 32^\circ\text{C}$, $t_v = 28^\circ\text{C}$, $V = 0,5 \text{ m/s}$ en die ofwel een passend pak met niet gekoelde hoofdkap dragen, ofwel een wijd pak met een met fréon gekoelde hoofdkap.

Fréquence cardiaque (puls/min) : hartslagfrequentie (slagen/min)
 Costume ajusté + cagoule non refroidie : passende kleding + niet-gekoelde hoofdkap

Costume ample + cagoule refroidie : wijd pak + gekoelde hoofdkap

t_s : t_d

t_h : t_v

temps : tijd

bedraagt 15 kg. Het is zeer ruim, om het dragen van dozen met CO_2 onder dit kledingstuk mogelijk te maken.

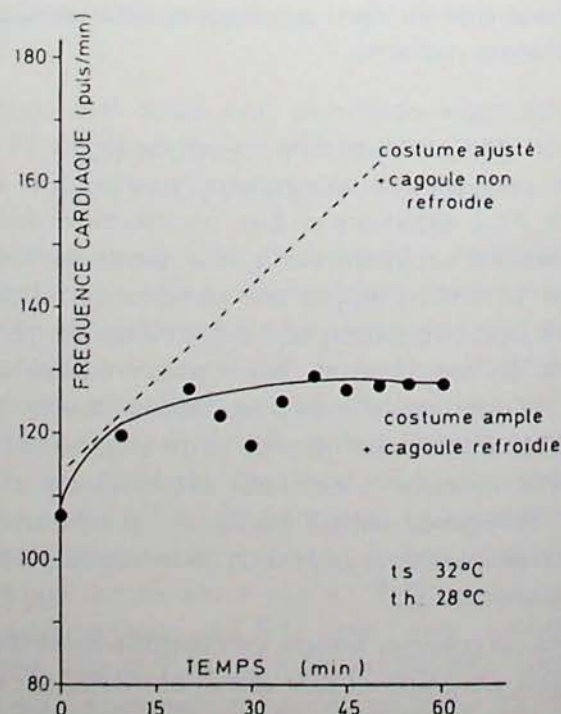
In het begin werd dat pak aan de hals, de polsen en de enkels gesloten. Daarna werd het open aan de hals, de polsen en de enkels gedragen en van het lichaam afgehouden door schoudervullingen. Fig. 4 geeft de resultaten die bereikt werden in de twee gevallen voor een omgeving met normale temperatuur, d.i. 23°C droge en 16°C vochtige temperatuur.

Fig. 4. Fréquence cardiaque en fonction du temps pour des individus effectuant un exercice d'une intensité de $1 \text{ l O}_2/\text{min}$, dans une ambiance $t_s = 23^\circ\text{C}$, $t_h = 16^\circ\text{C}$ et portant, soit un costume de laine de verre hermétique (fermé au cou, poignets et chevilles), soit le même costume ouvert à ces différents extrémités.

Hartslagfrequentie volgens de tijd voor personen die een oefening doen met een intensiteit van $1 \text{ l O}_2/\text{min}$ in een omgeving $t_d = 23^\circ\text{C}$, $t_v = 16^\circ\text{C}$ en die ofwel een hermëtisch pak van glaswol dragen (gesloten aan de hals, de polsen en de enkels), ofwel hetzelfde pak maar open aan die verschillende uiteinden.

Fréquence cardiaque : hartslagfrequentie

Er werd een andere proef gedaan bij een hogere temperatuur en met een hoofdkap. Daar de hoofdkap onmogelijk verwijdd kon worden werd ze afgekoeld met fréon, bij het dragen van een open pak. Het pak bestond uit twee lagen extra-sterke stof en was gevoerd met twee lagen sponsweefsel. Bij de verwijde vorm wordt de broek van het lichaam afgehouden door een ijzeren boog en de zeer ruime vest valt over de broek. Fig. 5 geeft de resultaten verkregen in een omgeving met een droge temperatuur van 32°C en een vochtige temperatuur van 28°C met een windsnelheid gelijk aan 0,5 m/s.



De nombreuses tentatives ont été faites en vue de déterminer l'élément refroidissant pour ce type de vêtement. La ventilation avec gaz carbonique comporte plusieurs inconvénients : poids de la bonbonne à débit réglable, givrage du détendeur et poids prohibitif. Le fréon 11 (CCl_2F) est un liquide dont la tension de vapeur est faible et qui vaporise à l'air libre avant son point d'ébullition, de sorte que, placé au contact de la peau, il entraîne un refroidissement trop important. En plaçant le fréon dans un sac en matière plastique souple muni d'une ouverture réglable, la pression dans le sac, et ainsi la vitesse d'évaporation (donc l'absorption de calories par le fréon), ont pu être réglées à volonté. La forme de ce sac permet un bon contact avec la surface du corps à refroidir ; pour le refroidissement de la tête, le sac a la forme d'une cagoule double, couvrant complètement la surface de la tête et du cou ; pour le tronc, le sac a la forme d'une chasuble double, couvrant la poitrine et le dos.

Pour éviter que le sac ne se gonfle et pour avoir une meilleure répartition du liquide sur la surface du corps, les deux parois sont rendues solidaires par des soudures par points distants de 5 à 6 cm et réparties en damier. L'avantage du fréon réside dans sa grande maniabilité et l'excellent refroidissement qu'il permet (fig. 6). Le stockage et le transport sont possibles dans des récipients ordinaires, convenablement hermétiques. Sa manipulation ne présente pas d'inconvénients. Il suffit de le verser dans les sacs qui forment la cagoule et la chasuble. Toutefois, le fréon attaque le P.V.C., les sacs devenant assez rapidement raides et rétrécissant considérablement. Le choix du P.V.C. pour la confection des sacs reposait sur son faible prix de revient et sur la facilité avec laquelle deux feuilles peuvent être soudées l'une à l'autre par la chaleur, sans intervention de colle (le fréon est un solvant de toutes les colles). Le P.V.C. ne convenant pas, nous avons dû utiliser ensuite de la fibre de verre recouverte de téflon qui, lui, n'est pas attaqué par le fréon mais dont le prix de revient est très élevé. Bien que le fréon 11 contenu dans une cagoule et une chasuble en téflon soit très valable comme élément refroidissant, vu les difficultés techniques rencontrées, d'autres éléments d'un maniement plus aisé ont été essayés.

La glace carbonique (CO_2 solide), pour être le plus efficace, doit être répartie le mieux possible sur la surface du corps à refroidir. Dans ce but, elle doit être contenue dans des récipients métalliques, bons conducteurs de la chaleur, de façon que, quelle que soit la quantité de glace restant dans le récipient, celle-ci participe toujours de la même façon aux échanges de chaleur, grâce à la surface métallique bonne conductrice. Des poches sont cousues sur une cagoule et

Talrijke pogingen werden gedaan voor het bepalen van het koelelement voor dit kledingstype. De ventilatie met koolzuurgas houdt verscheidene nadelen in : gewicht van de fles met regelbaar debiet, bevriezen van de ontspanner en prohibitief gewicht. De freon 11 (CCl_2F) is een vloeistof waarvan de stoomspanning zwak is en die vóór haar kookpunt verdampt in de vrije lucht zodat ze bij contact met de huid een te grote koeling veroorzaakt. Door de freon in een zak van soepel plastic met regelbare opening te doen, kon de druk in de zak, en zodoende de verdampingssnelheid (dus de absorptie van calorieën door de freon), naar believen worden geregeld. De vorm van die zak maakt een goed contact mogelijk met het te koelen lichaamsoppervlak ; om het hoofd te koelen heeft de zak de vorm van een dubbele hoofdkap die de oppervlakte van het hoofd en de hals volledig omsluit ; voor de romp heeft de zak de vorm van een dubbele overgooier die de borstkas en de rug bedekt.

Om te vermijden dat de zak opzwellt en om een betere verdeling van de vloeistof over het lichaamsoppervlak te hebben, worden de twee wanden met elkaar verbonden door puntlassen met 5 à 6 cm tussenruimte en geruit verdeeld. Het voordeel van de freon bestaat in zijn grote handzaamheid en de uitstekende mogelijkheid tot koeling die hij biedt (fig. 6). Het opslaan en het vervoer zijn mogelijk in gewone, behoorlijk luchtdichte vaten. Zijn behandeling biedt geen bezwaren. Het volstaat hem in de zakken te gieten die door de hoofdkap en de overgooier worden gevormd. De freon tast echter het P.V.C. aan, de zakken worden tamelijk vlug stijf en krimpen aanzienlijk. De keuze van P.V.C. voor de confection van de zakken berustte op zijn lage kostprijs en op het gemak waarmee twee bladen door warmte aan elkaar gelast kunnen worden, zonder gebruik te maken van lijm (freon lost alle lijmen op). Daar het P.V.C. niet geschikt was hebben we vervolgens glasvezel moeten gebruiken, bedekt met teflon dat niet wordt aangetast door de freon maar waarvan de kostprijs zeer hoog is. Alhoewel de freon 11 vervat in een hoofdkap en een overgooier van teflon zeer waardevol is als koelelement, werden, gezien de technische moeilijkheden die werden ondervonden, andere elementen beproefd die gemakkelijker te hanteren zijn.

Om zo doeltreffend mogelijk te zijn moet het koolzuurijs (niet-vloeibaar CO_2) zo goed mogelijk worden verdeeld over het af te koelen lichaamsoppervlak. Daarom moet het in metalen recipiënten worden gehouden die goede warmtegeleiders zijn zodat, welke ook de hoeveelheid ijs is die overblijft in het recipiënt, deze altijd op dezelfde wijze deelneemt aan de warmteuitwisseling, dank zij het metalen oppervlak dat een goede geleider is. Op een hoofdkap en een geheel flanellen onderkleding zijn zakken genaaid.

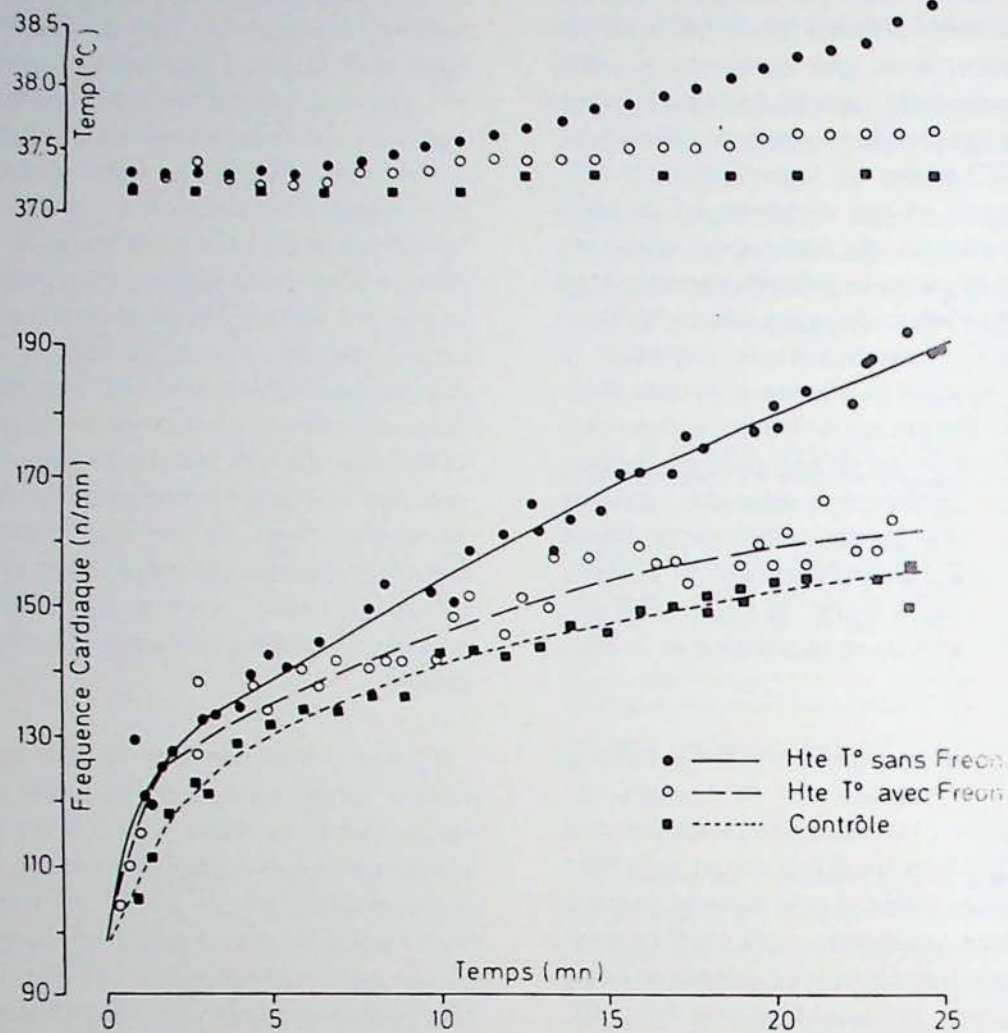


Fig. 6. Elle représente chez le sujet l'évolution en fonction du temps (abscisse) de la fréquence cardiaque (ordonnée inférieure) et de la température corporelle (ordonnée supérieure). Le sujet est toujours revêtu de l'habit expérimental. Il est d'abord soumis à un contrôle à température normale (environ 22°C). Ensuite, deux essais à haute température ($t_s = 37^\circ\text{C}$ et $t_h = 33^\circ\text{C}$) sont réalisés respectivement sans Fréon et avec Fréon dans les poches du vêtement. La comparaison des courbes montre l'efficacité du système. En effet, lors de l'exercice avec vêtement refroidi, la courbe des fréquences cardiaques se rapproche sensiblement de celle du contrôle. L'allure des courbes de température centrale montre elle aussi une nette élévation de ce paramètre au cours de l'exercice à chaud non refroidi, alors qu'elle reste stable dans les deux autres cas.

Stelt bij de proefpersoon de evolutie voor van de hartslagfrequentie (onderste ordinaat) en de lichaamstemperatuur (bovenste ordinaat) volgens de tijd (abscis). De proefpersoon draagt nog steeds de experimentele kleding. Hij wordt eerst onderworpen aan een controle bij normale temperatuur (ongeveer 22°C). Vervolgens worden twee proeven bij hoge temperatuur ($t_d = 37^\circ\text{C}$ en $t_h = 33^\circ\text{C}$) uitgevoerd, respectievelijk zonder Freon en met Freon in de zakken van de kleding. De vergelijking van de krommen toont de doeltreffendheid van het systeem. Tijdens de oefening met gekoelde kleding nadert de kromme van de hartslagfrequenties inderdaad merkbaar die van de controle. Het verloop van de centrale-temperatuur krommen vertoont ook een duidelijke stijging van die parameter tijdens de niet-gekoelde warmte-oefening, terwijl het onveranderd blijft in de twee andere gevallen.

Hte T° sans Fréon : hoge temperatuur zonder Freon

Hte T° avec Fréon : hoge temperatuur met Freon.

un sous-vêtement complet en flanelle. Ces poches destinées à recevoir des boîtes métalliques de 8 cm \times 8 cm \times 2,5 cm sont au nombre de 70 et placées sur toute la surface du corps aux endroits où elle gênent le moins pour effectuer un travail manuel (sommet et côtés de la tête, poitrine, dos, face antérieure des cuisses et des jambes). Dans ces poches sont placées les boîtes métalliques (en cuivre, ou mieux, en feuille d'aluminium pour diminuer le poids) et dans ces boîtes métalliques des parallépipèdes de CO_2 solide de 7 cm \times 7 cm \times 2 cm. Pour éviter que le sujet ne ressente excessivement le froid au contact des boîtes

Het aantal van die zakken, bestemd om metalen dozen van 8 cm \times 8 cm \times 2,5 cm te bevatten, bedraagt 70 en ze worden over het ganse lichaamsoppervlak aangebracht op de plaatsen waar ze het minst hinderen bij het verrichten van handenarbeid (bovenop en aan de zijkanten van het hoofd, borst, rug, voorkant van de dijen en de benen). In die zakken worden de metalen dozen (van koper, of beter, van aluminiumbladen om het gewicht te verminderen) geplaatst en in die metalen dozen bevinden zich parallellepipedums van niet-vloeibaar CO_2 van 7 cm \times 7 cm \times 2 cm. Om te voorkomen dat de proefpersoon de koude

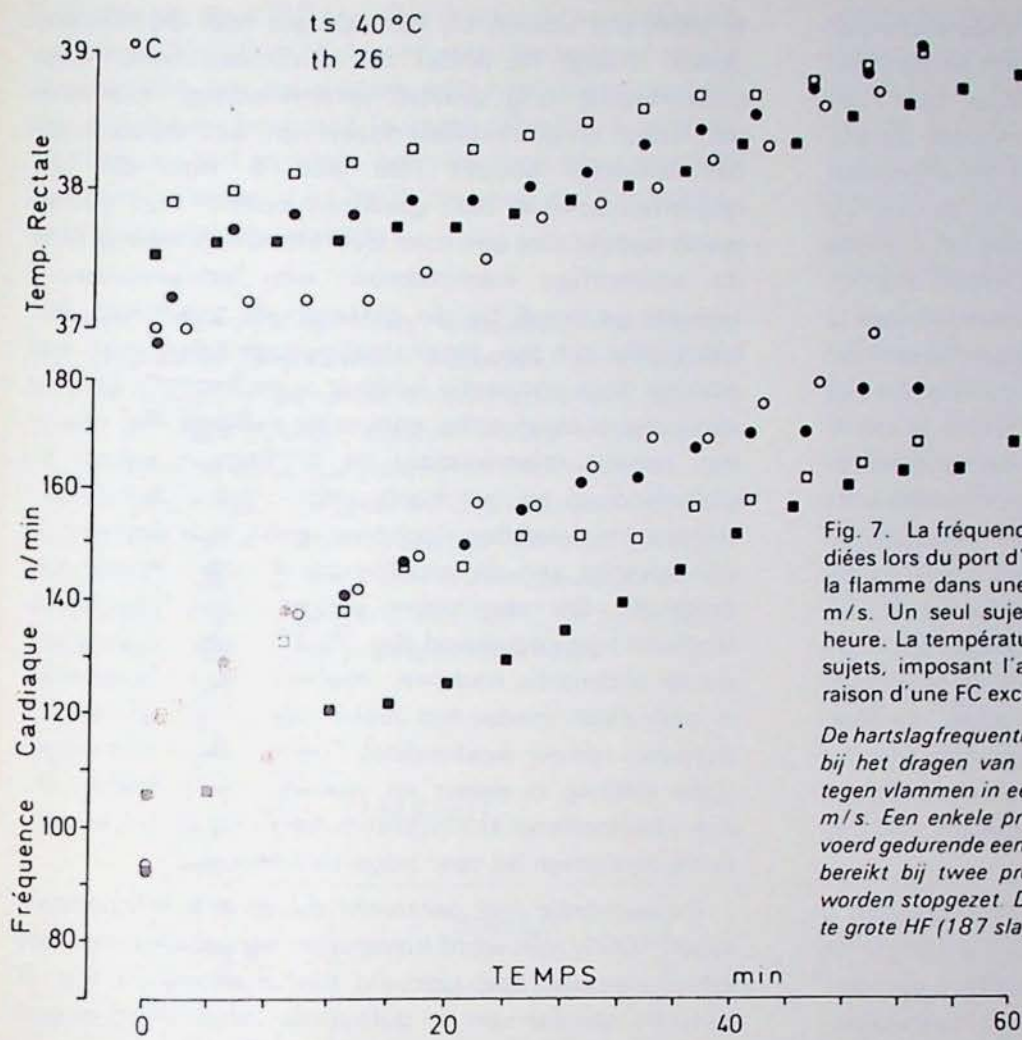


Fig. 7. La fréquence cardiaque et la température rectale sont étudiées lors du port d'un habit élargi, assurant une protection contre la flamme dans une ambiance : $t_s = 40^\circ\text{C}$, $t_h = 26^\circ\text{C}$, $V = 0,5$ m/s. Un seul sujet a effectué l'exercice complet pendant une heure. La température rectale limite (39°) a été atteinte chez deux sujets, imposant l'arrêt de l'effort. Le quatrième a été arrêté en raison d'une FC excessive (187 battements/min).

De hartslagfrequentie en de rectale temperatuur worden bestudeerd bij het dragen van verwijde kleding die een bescherming vormt tegen vlammen in een omgeving : $t_d = 40^\circ\text{C}$, $t_v = 26^\circ\text{C}$, $V = 0,5$ m/s. Een enkele proefpersoon heeft de volledige oefening uitgevoerd gedurende een uur. De uiterste rectale temperatuur (39°) werd bereikt bij twee proefpersonen, waardoor de inspanning moest worden stopgezet. De vierde moest worden stopgezet wegens een te grote HF (187 slagen/min).

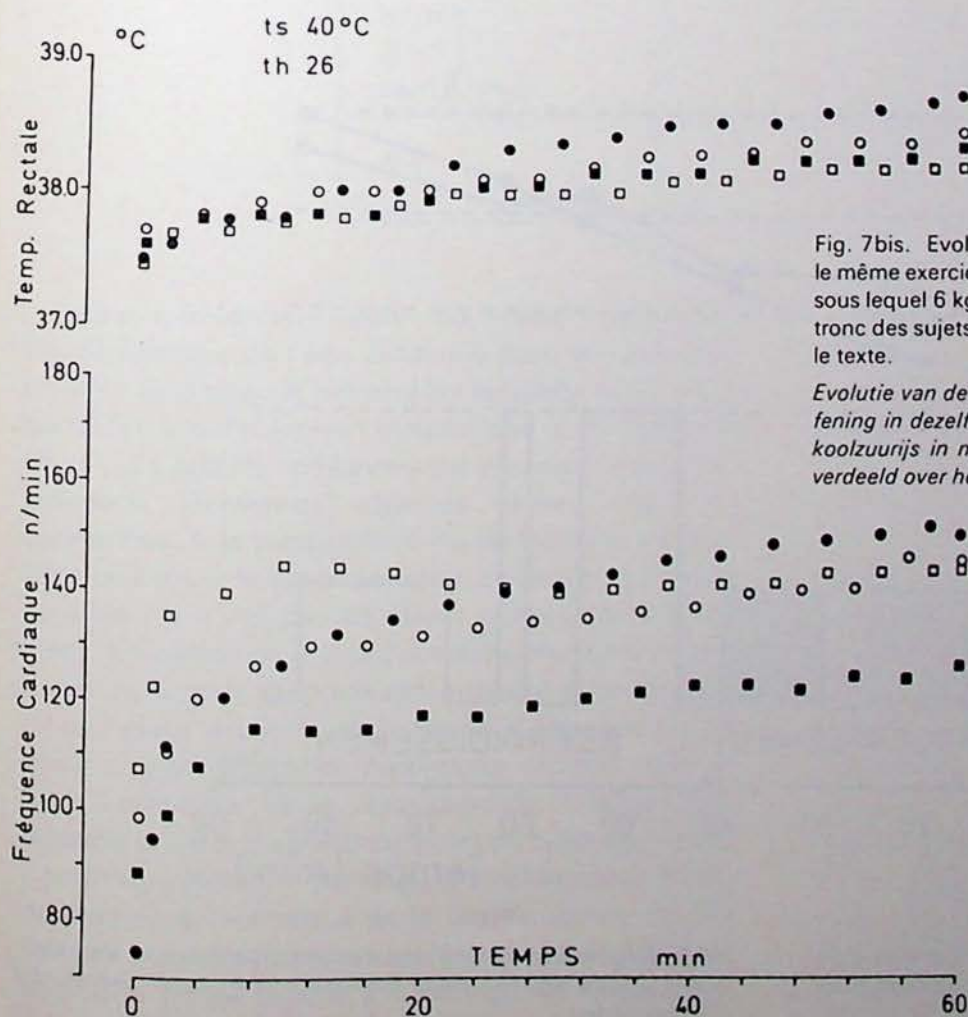


Fig. 7bis. Evolution des deux paramètres physiologiques pendant le même exercice dans la même ambiance avec port du même habit sous lequel 6 kg de glace carbonique ont été répartis sur la tête et le tronc des sujets dans des boîtes métalliques comme expliqué dans le texte.

Evolutie van de twee fysiologische parameters tijdens dezelfde oefening in dezelfde omgeving met dezelfde kleding waaronder 6 kg koolzuurijs in metalen dozen, zoals beschreven in de tekst, werd verdeeld over het hoofd en het bovenlijf van de proefpersonen.

métalliques, il porte en dessous du sous-vêtement décrit, un autre sous-vêtement également en flanelle, et les boîtes métalliques sont recouvertes, face côté corps, d'une épaisseur de 5 mm de mousse de polyuréthane à cellules fermées. Le tout est recouvert d'un survêtement large qui, suivant la source de chaleur extérieure, peut être de la toile aluminisée adjointe à de la laine de verre comme isolant thermique, s'il y a de la chaleur rayonnante associée à de la chaleur par convection, ou un vêtement isolant en laine de verre, s'il n'y a que de la convection. Le but est de créer un microclimat adéquat entre le sous-vêtement et la glace carbonique, ce microclimat se renouvelant par le brassage d'air dû aux mouvements du sujet dans le vêtement ample. Les résultats au point de vue efficacité du refroidissement sont excellents (fig. 7). Toutefois, ce système présente des inconvénients pratiques : la glace carbonique est d'un emploi malaisé, car il n'est pas possible de la conserver longtemps sans moyen de réfrigération ; le vêtement ainsi conçu est lourd et peu ergonomique. Ce système de refroidissement très efficace n'est donc à envisager que pour des cas de température très élevée.

La ventilation avec de l'air comprimé détendu à raison de 100 litres/min a par ailleurs été comparée avec l'effet d'une veste refroidie à la glace carbonique. La figure 8 reproduit le profil de l'effort réalisé,

te sterk zou voelen bij het contact met de metalen dozen, draagt hij onder de hierboven beschreven onderkleding nog andere onderkleding, eveneens van flanel, en de metalen dozen zijn, aan de kant van het lichaam, bedekt met een 5 mm dik polyurethaanschuim met gesloten cellen. Het geheel wordt bedekt met een ruim overkleed dat, naargelang de uitwendige warmtebron, een gealuminiseerd weefsel gevoegd bij de glaswol als thermisch isoleermiddel kan zijn, als er stralingswarmte samen met warmte door convection bestaat of isolerende kleding van glaswol als er enkel convection bestaat. Het doel is een gepast microklimaat te scheppen tussen de onderkleding en het koolzuurijs ; dat microklimaat wordt vernieuwd door luchtverwissing te wijten aan de bewegingen van de proefpersoon in het ruime kledingstuk. De resultaten inzake koelingsdoeltreffendheid zijn uitstekend (fig. 7). Dit systeem vertoont echter praktische nadelen : het koolzuurijs is moeilijk te gebruiken omdat het niet mogelijk is het lang te bewaren zonder koelmiddel ; de op die wijze uitgeruste kleding is zwaar en weinig ergonomisch. Dit zeer doeltreffend koelsysteem kan dus enkel in aanmerking komen bij zeer hoge temperatuur.

De ventilatie met perslucht die wordt ontspannen tegen 100 l/min werd bovendien vergeleken met het effect van een vest gekoeld met koolzuurijs. Fig. 8 geeft het profiel van de geleverde inspanning in een

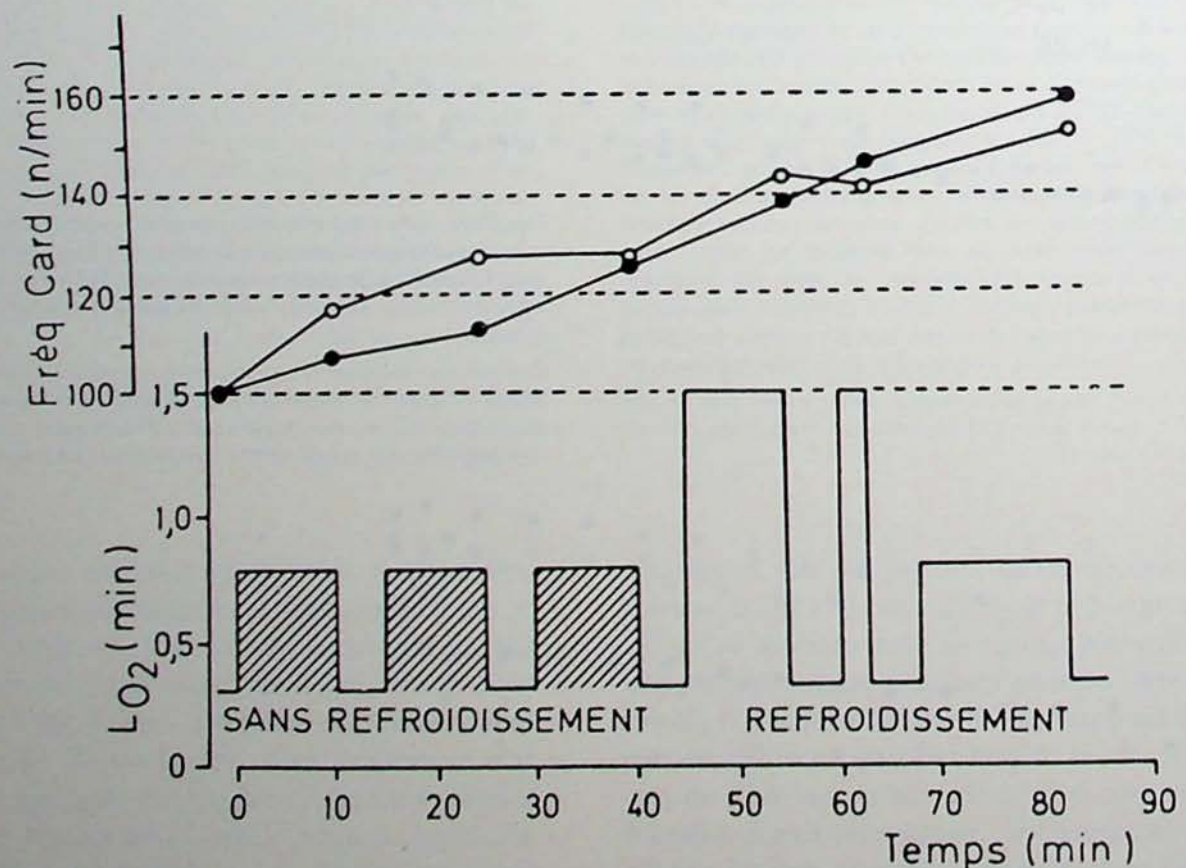


Fig. 8. Comparaison entre refroidissement par veste avec poches contenant de la glace carbonique (point noir) et par veste ventilée (cercle clair).

Vergelijking tussen koeling met een vest voorzien van met koolzuurijs gevulde zakken (zwarte bolletjes) en met geventileerde vest (witte bolletjes).

en ambiance de 42°C sec, 32°C humide et vitesse du vent de 0,7 à 1,0 m/s. Les phases de repos et travail représentées par les parties non hachurées sont effectuées en portant, soit la veste refroidie à la glace carbonique, soit la veste ventilée. Les deux courbes sont très voisines. Les deux moyens de refroidissement semblent équivalents.

Par évaporation d'eau dans l'ambiance, même dans des ambiances relativement humides, un vêtement complet, cagoule comprise, collant au corps, confectionné en tissu éponge double imbibé d'eau, peut fournir un effet de refroidissement très important. Le tableau I reproduit la moyenne des résultats obtenus chez quatre individus effectuant un exercice sur tapis roulant à une vitesse de 3 km/h avec pente de 10 % dans une ambiance de 40°C sec, 26°C humide, avec vitesse de courant d'air pratiquement nulle.

omgeving met een droge temperatuur van 42°C, een vochtige temperatuur van 32°C en een windsnelheid van 0,7 tot 1,0 m/s. De rust- en werkfasen, voorgesteld door de niet gearceerde delen, worden uitgevoerd met ofwel de met koolzuurijs afgekoelde vest, ofwel de luchtgekoelde vest aan. De twee krommen liggen dicht bij elkaar. De twee koeltechnieken schijnen gelijkwaardig te zijn.

Door waterverdamping in de omgeving, zelfs in relatief vochtige omgevingen, kan een volledige kleding, hoofdkap inbegrepen, nauwsluitend rond het lichaam, vervaardigd uit een dubbel sponsweefsel doordrenkt met water, een zeer belangrijk koeffect opleveren. Tabel I geeft het gemiddelde van de resultaten bereikt bij vier personen die een oefening doen op een lopende band met een snelheid van 3 km/h met een helling van 10 % in een omgeving met een droge temperatuur van 40°C, een vochtige temperatuur van 26°C en met een luchtsnelheid praktisch gelijk aan nul.

TABLEAU I

| Condition <i>Omstandigheid</i> | Sans protection <i>Zonder bescherming</i> | Vêtement mouillé en éponge double <i>Natte kleding van dubbel spons</i> |
|---|--|---|
| Δ FC n/min Δ HF aantal/min | 48,7 | 47,6 |
| Δ T °C | 1,4 | 0,8 |

TABEL I

L'effet refroidissant paraît dû à une évaporation supplémentaire de l'eau contenue dans le vêtement. En effet, le tableau II reprend les résultats des pesées destinées à différencier l'évaporation et la perte de poids ; il s'agit de moyennes de trois résultats pratiquement identiques obtenus dans trois circonstances. A la température du laboratoire, on constate que toute la perte de poids correspond à l'évaporation ; il n'y a pas de sueur perdue par écoulement. En présence d'une contrainte thermique, une partie de la perte de poids est inutilisée pour l'évaporation, étant dissipée sous forme d'écoulement de sueur ; cette différence représente environ 200 g. Sous l'influence de la veste-cagoule, l'évaporation dépasse la perte de poids corporel du sujet de 150 g, à partir du vêtement. Au total, le sujet évapore 350 g de plus sous l'influence de la veste-cagoule, ce qui conduit à une dissipation supplémentaire de 188 kcal dont une partie profite à l'individu et explique sa

Het koeffect schijnt te wijten te zijn aan een bijkomende verdamping van het water in de kleding. Inderdaad, tabel II geeft de resultaten van het wegen bestemd om de verdamping en het gewichtsverlies te onderscheiden ; het betreft gemiddelden van drie praktisch gelijke resultaten die in drie omstandigheden werden bereikt. Bij laboratoriumtemperaturen stellen we vast dat het gehele gewichtsverlies overeenstemt met de verdamping ; er gaat geen zweet verloren door afvloeiing. Bij een temperatuurspanning wordt een deel van het gewichtsverlies niet gebruikt voor verdamping daar het verdwijnt in de vorm van zweetafvloeiing ; dat verschil vertegenwoordigt ongeveer 200 g. Onder invloed van de vest-hoofdkap overschrijdt de verdamping het lichaamsgewichtsverlies van de proefpersoon met 150 g, uitgaande van de kleding. In totaal verdampt de proefpersoon 350 g meer onder invloed van de vest-hoofdkap, wat leidt tot een bijkomende vrijma-

TABLEAU II

TABEL II

Perte de poids et évaporation dans trois circonstances expérimentales
Gewichtsverlies en verdamping in drie proefomstandigheden

| Circonstance | Perte de poids Gewichtsverlies g | Evaporation Verdamping g | Omstandigheid |
|---|--|--------------------------------|--|
| a) Laboratoire à t° normale | 350 | 350 | a) Laboratorium bij normale T° |
| b) Contrainte thermique sans refroidissement. Ambiance 40°C sec 31°C humide V = 0,5 m/s | 662 | 450 | b) Temperatuurspanning zonder koeling. Omgeving 40°C droog 31°C vochtig V = 0,5 m/s |
| c) Port de la veste-cagoule mouillée en contrainte thermique. Ambiance sec 40°C humide 31°C V = 0,5 m/s | 650 | 800 | c) Het dragen van de natte vest-hoofdkap bij temperatuurspanning. Omgeving droog 40°C vochtig 31°C V = 0,5 m/s |

meilleure thermo-régulation dans cette circonstance, l'autre partie devant être dissipée dans l'ambiance.

L'accroissement de l'évaporation sous l'influence du vêtement mouillé, d'où résulte la protection vis-à-vis de la contrainte thermique, paraît dû à une structure plus rugueuse du tissu éponge comparativement à la peau plus lisse, l'étoffe se prêtant mieux aux échanges de surface.

Le choix des parties du corps à refroidir ne se pose pas lorsqu'il s'agit de brassage d'air, mais importe pour un vêtement qui, de toute façon, procurera une gêne et doit être aussi ergonomique que possible. Cette expérience est de réalisation difficile par suite d'échanges de température malaisément contrôlables. Schwartz et coll. (1974) accordent, dans le cas de refroidissement par eau, une intervention de 30 % de réfrigération pour la tête et de 40 % pour le torse. Les mêmes auteurs remarquent qu'un refroidissement de 0,6 % de la surface du corps suffit, quand il s'agit de la tête, à diminuer la fréquence cardiaque d'un battement par minute, alors qu'il faut refroidir 2,6 % de la surface du corps, à l'exception de la tête, pour obtenir le même résultat cardiaque.

L'examen des effets du refroidissement de la tête conduit à des résultats assez semblables dans la présente étude. La figure 9 montre les valeurs obtenues par le même sujet, effectuant le même exercice et portant un sous-vêtement en double tissu éponge

king van 188 kcal waarvan een gedeelte nuttig is voor het individu en zijn betere thermoregulatie in die omstandigheden verklaart; het andere gedeelte moet worden opgelost in de omgeving.

De verdampingstoename onder invloed van de natte kleding, waaruit de bescherming voortvloeit t.o.v. de temperatuurspanning, schijnt te wijten te zijn aan een ruwere structuur van het sponsweefsel i.v.m. de gladdere huid daar de stof zich beter leent tot wisselingen van het oppervlak.

De keuze van de te koelen delen van het lichaam stelt zich niet wanneer het om luchtwerveling gaat maar is van belang voor kleding die alleszins hinder zal veroorzaken en zo ergonomisch mogelijk moet zijn. Die proefneming is moeilijk uit te voeren wegens moeilijk te controleren temperatuurwisselingen. Schwartz c.s. (1974) erkennen, in het geval van koeling met water, een aandeel van 30 % koeling voor het hoofd en van 40 % voor het bovenlijf. Dezelfde auteurs merken op dat een koeling van 0,6 % van de lichaamsoppervlakte voldoende is, wanneer het het hoofd betreft, om de hartslagfrequentie met een slag per minuut te verminderen, terwijl 2,6 % van de lichaamsoppervlakte met uitzondering van het hoofd moet worden gekoeld om hetzelfde resultaat voor het hart te krijgen.

Het onderzoek van het effect van de koeling van het hoofd leidt tot tamelijk overeenstemmende resultaten

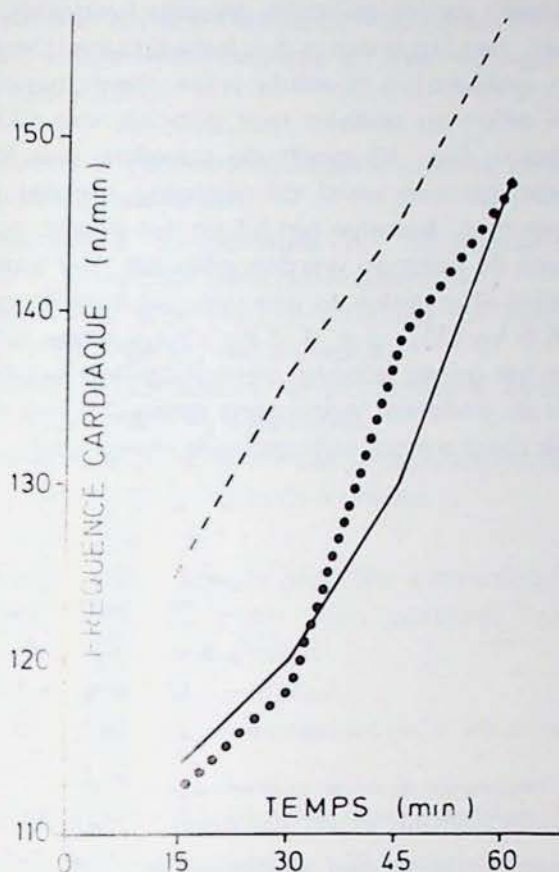


Fig. 9. Importance du refroidissement de la tête :
 — sans cagoule
 avec cagoule non refroidie
 avec cagoule refroidie
 Belang van het koelen van het hoofd :
 — zonder hoofdkap
 met niet-gekoelde hoofdkap
 met gekoelde hoofdkap

in deze studie. Fig. 9 geeft de waarden die werden bereikt door dezelfde proefpersoon die dezelfde oefening doet en die onderkleding draagt van dubbel sponsweefsel evenals kleding van dubbel Nomex, onder controle zonder hoofdkap of met hoofdkap ofwel niet gekoeld, ofwel gekoeld met freon in een omgeving met een droge temperatuur van 30°C en met een vochtige temperatuur van 28°C met luchtstroomsnelheid nul. Na een uur bereikt de hartslagfrequentie dezelfde waarde met de gekoelde hoofdkap als zonder hoofdkap ; met de niet gekoelde hoofdkap is de hartslagfrequentie heel wat hoger. Het is dus nuttig het hoofd te koelen wanneer een hoofdkap moet worden gedragen.

Het belang van de koeling van het bovenlijf samen met die van het hoofd is niet minder groot. De twee krommen (fig. 10) werden verkregen voor dezelfde persoon in een warme omgeving : droge temperatuur 32°C en vochtige temperatuur 28°C, met een zeer zwaar (2 lagen stof, 2 lagen sponsweefsel) maar zeer ruim pak, die een werk van een uur uitvoert. De bovenste kromme komt overeen met de koeling van het hoofd alleen ; de hartslagfrequentie bereikt 146 slagen/min, het freonverbruik bedraagt 700 gram. Voor de onderste kromme wordt het bovenlijf eveneens gekoeld ; de hartslagfrequentie bereikt 130 slagen/min. Het totaal verbruik van freon bedraagt 1.331 gram. Het is dus nuttig het bovenlijf te koelen.

ainsi qu'un vêtement en Nomex double, en contrôle sans cagoule, ou avec cagoule soit non refroidie, soit refroidie au fréon, dans une ambiance de 30°C sec et 28°C humide avec vitesse du courant d'air nulle. Après une heure, la fréquence cardiaque atteint la même valeur avec cagoule refroidie que sans cagoule ; avec la cagoule non refroidie, la fréquence cardiaque est de loin supérieur. Il est donc utile de refroidir la tête lorsqu'une cagoule doit être portée.

L'importance du refroidissement du torse ajouté à celui de la tête n'est pas moins grande. Les deux courbes (fig. 10) ont été obtenues chez le même sujet placé dans une ambiance chaude : température sèche 32°C et température humide 28°C, avec costume très lourd (2 épaisseurs d'étoffe, 2 épaisseurs de tissu éponge) mais très ample et effectuant un travail d'une heure. La courbe supérieure correspond au refroidissement de la tête seule ; la fréquence cardiaque atteint 146 pulsations/min, la consommation de fréon s'élève à 700 grammes. Dans la courbe inférieure, le torse est également refroidi ; la fréquence cardiaque atteint 130 pulsations/min. La consommation totale de fréon s'élève à 1331 grammes. Il y a donc intérêt à refroidir le torse.

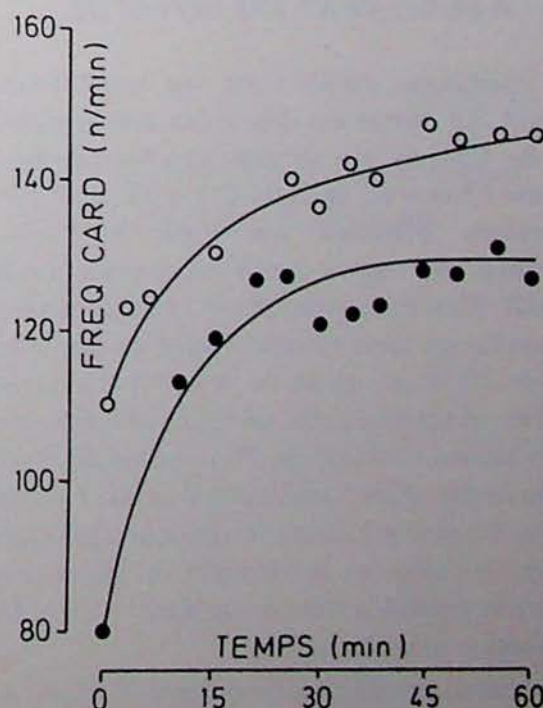
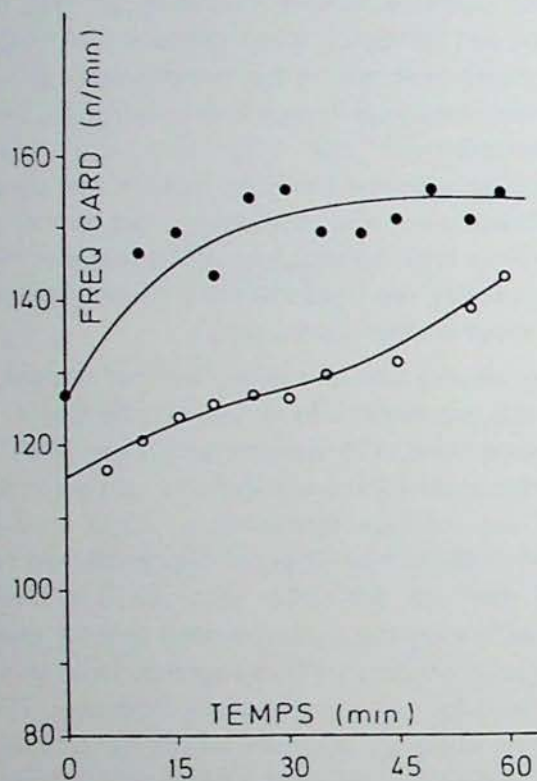


Fig. 10. Importance du refroidissement du torse.
 Ambiance : ts 32°C - th 28°C
 Uniquement cagoule refroidie au Fréon (cercles clairs)
 Cagoule et gilet refroidis au Fréon (points noirs).
 Belang van het koelen van het bovenlijf.
 Omgeving : td 32°C - tv 28°C
 Enkel hoofdkap gekoeld met Freon (witte bolletjes)
 Hoofdkap en vest gekoeld met Freon (zwarte bolletjes).

Le refroidissement des jambes est souvent incommode pour le porteur ; son utilité est dès lors discutable. Le même individu, habillé de la même façon, a fait deux fois le même exercice en utilisant le CO₂ comme élément refroidissant. La figure 11 reproduit les résultats obtenus. Paradoxalement, l'exercice a été moins bien supporté lorsque l'individu avait les jambes refroidies, outre le tronc et la tête. Cette constatation paraît dépendre de la différence de charge : 6,5 kg de CO₂ au lieu de 4,2 kg ; de plus, cette charge, répartie sur tout le corps, gêne le mouvement des membres inférieurs en ne leur apportant probablement que peu de frigories utiles.



UNE ETUDE SYSTEMATIQUE
DU REFROIDISSEMENT INDIVIDUEL
A EGALEMENT ETE EFFECTUEE

Les méthodes comportent les caractéristiques suivantes. Le climat est défini par une température sèche de 40°C et une température humide de 31°C avec une vitesse du vent de 0,1 m/s, soit 33°C de température effective appréciée à l'aide du diagramme de Yaglou (pour personnes travaillant torse nu). L'exercice musculaire imposé consiste en une marche sur tapis roulant incliné en pente ascendante de 10 %, à vitesse de 4 km/h. La durée des exercices comporte deux périodes de 50 minutes d'effort suivies chacune de 25 minutes de repos, en position assise, dans l'ambiance chaude. Les moyens de refroidissement local sont appliqués pendant ces périodes de repos. Ils ont été choisis parmi ceux expérimentés préalablement en fonction de leur facilité d'application. Ils consistent en :

a) ventilation sur glace carbonique à 1,75 m/s ;

Het koelen van de benen is dikwijls hinderlijk voor de drager ; het nut ervan is dus betwistbaar. Dezelfde persoon, gekleed op dezelfde wijze, heeft tweemaal dezelfde oefening gedaan met gebruik van CO₂ als koelelement. Fig. 11 geeft de bereikte resultaten. Paradoxaal genoeg werd de oefening minder goed verdragen toen, behalve het lijf en het hoofd, ook de benen van de persoon werden gekoeld. Die vaststelling schijnt afhankelijk te zijn van het belastingsverschil : 6,5 kg CO₂ i.p.v. 4,2 kg ; bovendien hindert die over het ganse lichaam verdeelde last het bewegen van de onderste ledematen terwijl ze hen waarschijnlijk maar weinig nuttige frigorieën levert.

Fig. 11. Importance du refroidissement des jambes.
Exercice : marche à 3 km/h, pente 10 %, ambiance : ts 45°C, th 37°C
Points noirs : 6,5 kg CO₂ (tête, tronc et jambes)
Cercles clairs : 4,2 kg CO₂ (tête et tronc).
Belang van het koelen van de benen.
Oefening : stappen tegen 3 km/h, helling 10 %, omgeving : td 45°C, tv 37°C
Zwarte bolletjes : 6,5 CO₂ (hoofd, bovenlijf en benen)
Witte bolletjes : 4,2 kg CO₂ (hoofd en bovenlijf).

ER WERD EVENEENS
EEN SYSTEMATISCHE STUDIE VAN
DE INDIVIDUELE KOELING UITGEVOERD

De methoden hebben volgende kenmerken. Het klimaat wordt bepaald door een droge temperatuur van 40°C en een vochtige temperatuur van 31°C met een windsnelheid van 0,1 m/s, d.i. 33°C van de effectieve temperatuur geschat met behulp van het Yaglou-diagram (voor personen die met ontbloot bovenlijf werken). De opgelegde spieroefening bestaat in een wandeling op lopende band over een met 10 % stijgende helling en met een snelheid van 4 km/h. De duur van de oefening omvat twee perioden van 50 minuten inspanning ieder gevolgd door 25 minuten rust, in zithouding, in de warme omgeving. De plaatselijke koelmiddelen worden toegepast gedurende die rustperioden. Zij werden gekozen tussen die welke vooraf getest werden op basis van hun aanwendingsgemak. Zij omvatten :

a) ventilatie over koolzuurijs tegen 1,75 m/s ;

- b) port d'une veste ventilée à 100 litres/min ;
 c) port d'une veste-cagoule en tissu éponge imbibé d'eau à 28°C.

D'autres circonstances expérimentales permettent les contrôles suivants :

- d) exercice à température du laboratoire (23°C, 50 % humidité) sans refroidissement ;
 e) exercice à température effective de 33°C, mais sans refroidissement au repos ;
 f) exercice à 33°C sans refroidissement, avec ventilation de 1,75 m/s au repos ;
 g) exercice à 33°C avec veste-cagoule mouillée et ventilation de 1,75 m/s au repos.

Enfin, la veste-cagoule mouillée a été appliquée de manière continue, aussi bien pendant l'exercice qu'au repos, respectivement :

- h) en l'absence de ventilation ;
 i) en présence d'une ventilation de 1,75 m/s.

Les sujets, au nombre de 5 adultes masculins, comprennent respectivement 3 étudiants en Education Physique, non acclimatés au travail à haute température, et 2 moniteurs de Centrale de Sauvetage acclimatés au travail à haute température. Leurs caractéristiques biométriques sont reprises dans le tableau III. Les mesures de fréquence cardiaque sont obtenues à partir d'enregistrements de l'électrocardiogramme prélevé en dérivation précordiale, chaque minute. Les valeurs de température corporelle sont mesurées par sonde rectale, constituée d'un thermocouple (Ellab) et introduite à 15 cm de l'orifice anal ; elles sont relevées toutes les deux minutes. La perte de poids est mesurée par pesée (balance Berkel)

- b) het dragen van een vest geventileerd tegen 100 l/min ;
 c) het dragen van een vest-hoofdkap uit sponsweefsel doordrenkt met water van 28°C.

Andere proefomstandigheden maken volgende controles mogelijk :

- d) oefening bij laboratoriumtemperatuur (23°C, 50 % vochtigheid) zonder koeling ;
 e) oefening bij effectieve temperatuur van 33°C maar zonder koeling tijdens de rust ;
 f) oefening bij 33°C zonder koeling, met ventilatie van 1,75 m/s tijdens de rust ;
 g) oefening bij 33°C met natte vest-hoofdkap en ventilatie van 1,75 m/s tijdens de rust.

Tenslotte werd de natte vest-hoofdkap voortdurend gebruikt, zowel tijdens de oefening als tijdens de rust en respectievelijk :

- h) bij het ontbreken van ventilatie ;
 i) met een ventilatie van 1,75 m/s.

De proefpersonen, zijnde 5 mannelijke volwassenen, waren respectievelijk 3 studenten Lichamelijke Opvoeding die niet gewend zijn aan arbeid bij hoge temperatuur en 2 moniteurs van de Reddingscentrale die gewend zijn aan arbeid bij hoge temperatuur. Hun biometrische eigenschappen worden gegeven in tabel III. De metingen van de hartslagfrequentie worden verkregen uitgaande van registraties van het electrocardiogram dat iedere minuut wordt opgenomen in de afleiding vóór de hartstreek. De waarden van de lichaamstemperatuur worden gemeten door een rectale sonde gevormd door een thermokoppel (Ellab) en ingebracht op 15 cm in de aarsopening ; zij worden om de twee uur gemeten. Het gewichtsverlies wordt gemeten door weging (Berkel-weegschaal) vóór de oefening en onmiddellijk daarna. De ver-

TABLEAU III

TABEL III

Caractéristiques biométriques des sujets systématiquement soumis au refroidissement individuel
 Biometrische kenmerken van de proefpersonen die systematisch aan individuele koeling werden onderworpen

| Origine Oorsprong | Sujet Proefpersoon | Age Ouderdom | Poids Gewicht | Taille Grootte | VO ₂ max ml/kg |
|----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| E.P. | S.B. | 22 | 65,4 | 169 | 61,4 |
| E.P. | A.P. | 23 | 69,8 | 172 | 63,4 |
| E.P. | G.D. | 24 | 79,4 | 178 | 58,3 |
| S.C. | P.P. | 43 | 67,2 | 166 | 48,2 |
| S.C. | D.V. | 44 | 70,2 | 174 | 45,1 |

préalable à l'exercice et immédiatement après la fin de celui-ci. L'indice de fatigue a été calculé pour les différents sujets dans les diverses circonstances.

En outre, lors d'un exercice de 50 minutes, avec et sans port de la « veste-cagoule » mouillée en continu, des pesées successives du sujet non vêtu puis portant le vêtement, ont permis de différencier, d'une part, la perte de poids du sujet (perte de poids du sujet nu), d'autre part, l'évaporation du système veste-sujet (perte de poids totale).

Le tableau IV reprend les valeurs moyennes de fréquence cardiaque, de variations de la température corporelle et d'indice de fatigue (y compris la perte de poids corporel) mesurées à la fin des séances expérimentales effectuées avec les divers moyens de

moedheidsindex werd berekend voor de verschillende proefpersonen in de verschillende omstandigheden.

Bovendien heeft, tijdens een oefening van 50 minuten met en zonder voortdurend nat gemaakte « vest-hoofdkap », het opeenvolgend wege van de proefpersoon zonder kleren en daarna met kleren, het mogelijk gemaakt een onderscheid te maken tussen het gewichtsverlies van de proefpersoon (gewichtverlies van de naakte proefpersoon) enerzijds en de verdamping van het systeem vest-proefpersoon (totaal gewichtsverlies) anderzijds.

Tabel IV geeft de gemiddelde waarden van de hartslagfrequentie, de schootwelingen van de lichaamstemperatuur en de vermoeidheidsindex (lichaamsgewichtsverlies inbegrepen) die werden gemeten bij het einde van elke proefperiode uitgevoerd met de verschillende koelmiddelen en in de verschillende

TABLEAU IV

TABEL IV

Comportement moyen des sujets dans les différentes conditions expérimentales de contrainte thermique et de refroidissement
Gemiddeld gedrag van de proefpersonen in de verschillende proefomstandigheden van temperatuurspanning en koeling

| Exercice : ts 40°C ; th 31°C ; teff = 33°C | FC min HF min | ΔT °C | Perte de poids % Gewichts- verlies % | KS avec perte de poids % KS met gewicht- verlies % | Oefening : td 40°C ; tv 31°C ; teff = 33°C |
|---|------------------------|------------------|---|---|---|
| a) Repos avec ventilation + CO ₂ — sans ventilation extérieure | 76 | 1,15 | 1,91 | 132,1 | a) Rust met ventilatie + CO ₂ — zonder uitwendige ventilatie |
| b) Repos avec veste ventilée — sans ventilation extérieure | 78 | 1,30 | 2,00 | 136,6 | b) Rust met geventileerde vest — zonder uitwendige ventilatie |
| c) Repos avec veste et cagoule mouil- lées — sans ventilation | 87 | 1,00 | 1,87 | 132,6 | c) Rust met nat vest en natte hoofdkap — zonder ventilatie |
| d) Exercice t ^o laboratoire — sans ventilation — sans refroidissement | 62 | 0,25 | 0,30 | 103,6 | d) Oefening t ^o laboratorium — zonder ventilatie — zonder koeling |
| e) Repos sans refroidissement — sans ventilation | 90 | 1,42 | 2,20 | 145,3 | e) Rust zonder koeling — zonder ventilatie |
| f) Sans moyen de refroidissement mais ventilation de 1,75 m/s pendant le repos | 95 | 1,81 | 2,42 | 166,3 | f) Zonder koelmiddel maar ventilatie van 1,75 m/s gedurende de rust |
| g) Veste + cagoule mouillées au repos et ventilation de 1,75 m/s pendant le repos | 90 | 0,80 | 1,45 | 118,0 | g) Nat vest + natte hoofdkap tijdens de rust en ventilatie van 1,75 m/s tij- dens de rust |
| h) Veste + cagoule mouillées en con- tinu — sans ventilation | 80 | 0,55 | 1,25 | 111,6 | h) Voortdurend nat vest + natte hoofd- kap — zonder ventilatie |
| i) Veste + cagoule mouillées en continu et ventilation de 1,75 m/s en con- tinu | 75 | 0,72 | 0,60 | 109,6 | i) Voortdurend nat vest + natte hoofd- kap en voortdurende ventilatie van 1,75 m/s. |

refroidissement et dans les différentes situations de contrôle. Ce tableau montre que la contrainte thermique la plus forte est celle mesurée lors de l'exercice à 33°C effectifs, sans refroidissement et avec ventilation (f) : cette dernière apporte des calories supplémentaires au sujet, pendant le repos, au lieu d'en dissiper et aggrave ainsi la situation de contrainte déjà constatée en l'absence de ventilation. La protection la meilleure est représentée par le port continu de la veste-cagoule mouillée avec ventilation (i) ; cette dernière améliore ici les effets déjà observés en son absence sous la seule influence de la veste-cagoule mouillée. Les protections qui consistent à refroidir le sujet uniquement pendant les périodes de repos, quoique favorables, sont nettement moins efficaces et s'avèrent pratiquement équivalentes entre elles. Par ailleurs, le port de la veste-cagoule, aussi bien au repos que pendant le travail musculaire, est bien toléré et s'avère acceptable du point de vue ergonomique.

controlesituaties. Die tabel toont dat de grootste temperatuurspanning die is welke wordt gemeten tijdens de oefening bij 33°C effectief zonder koeling en met ventilatie (f) : die laatste voert bijkomende calorieën aan voor de proefpersoon tijdens de rust i.p.v. er te elimineren en verergert zodoende de spanningssituatie die reeds werd waargenomen bij het ontbreken van ventilatie. De beste bescherming wordt geboden door het doorlopend dragen van de natte vest-hoofdkap met ventilatie (i) ; die laatste verbetert hier de uitwerking die reeds werd waargenomen bij het ontbreken ervan, onder invloed van de natte vest-hoofdkap alleen. De beschermingen die erin bestaan de proefpersoon enkel te koelen tijdens de rustperiodes zijn, alhoewel gunstig, duidelijk minder afdoend en blijken praktisch gelijk aan elkaar te zijn. Bovendien wordt het dragen van de vest-hoofdkap, zowel tijdens de rust als tijdens de spierarbeid, goed verdragen en blijkt zodoende aanvaardbaar te zijn op ergonomisch gebied.

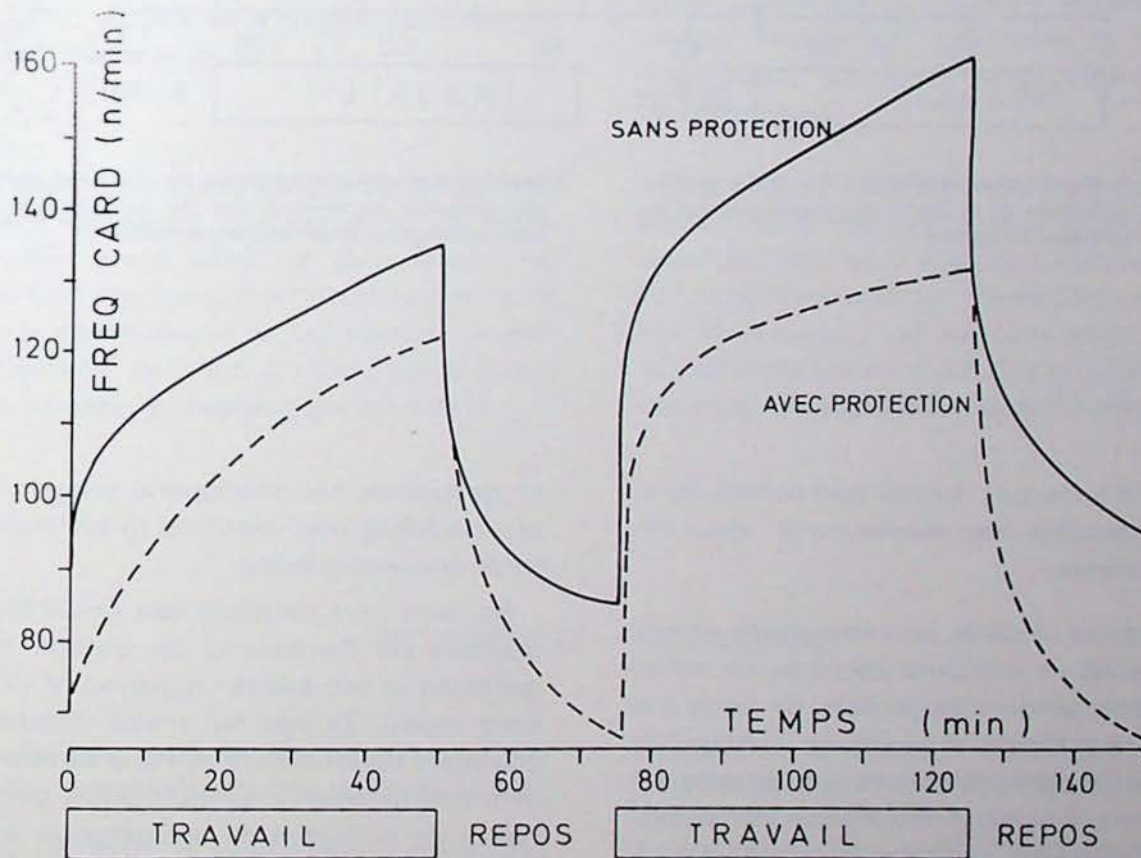


Fig. 12. Marche sur tapis roulant en pente ascendante de 10 % et à vitesse de 4 km/h, à température de 40°C sec et 31°C humide, avec ventilation à 1,75 m/s; alternance de marche (50 min) et de repos (25 min). La protection est constituée par une veste-cagoule mouillée. Les effets de la contrainte thermique sur la fréquence cardiaque en sont fortement amoindris.

Stappen op lopende band met een stijgende helling van 10 % en tegen een snelheid van 4 km/h, bij een droge temperatuur van 40°C en een vochtige temperatuur van 31°C, met ventilatie van 1,75 m/s; afwisselend stapper: (50 min) en rusten (25 min). De bescherming bestaat uit een natte vest-hoofdkap. De invloed van de temperatuurspanning op de hartslagfrequentie wordt hierdoor sterk verminderd.

Les figures 12 et 13 reproduisent respectivement l'évolution de la fréquence cardiaque et le décours de la variation de température corporelle, d'une part, pendant le contrôle sans refroidissement et avec

De figuren 12 en 13 geven respectievelijk het verloop van de hartslagfrequentie en het afnemen van de lichaamstemperatuurschommeling gedurende de controle zonder koeling en met ventilatie (f) enerzijds

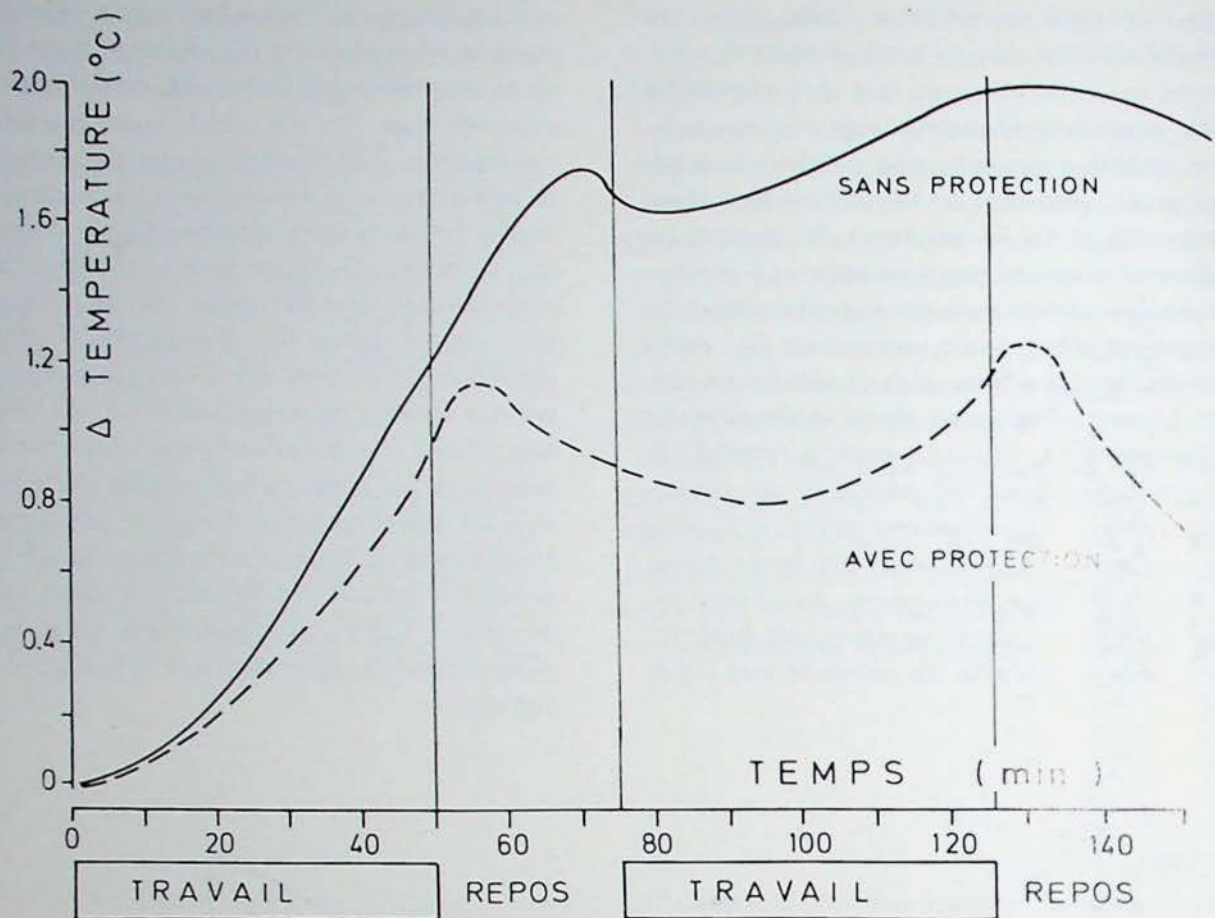


Fig. 13. Mêmes conditions que dans la fig. 12. La protection réduit nettement l'influence de la contrainte thermique sur les variations de la température corporelle.

Dezelfde omstandigheden als bij fig. 12. De bescherming vermindert duidelijk de invloed van de temperatuurspanning op de schommelingen van de lichaamstemperatuur.

ventilation (f), d'autre part, lors du port continu de la veste-cagoule mouillée avec ventilation (i) : deux circonstances extrêmes.

La veste-cagoule mouillée peut être portée de manière avantageuse en ambiance calme ou en milieu ventilé aussi bien pendant les périodes de repos que de façon continue. Elle paraît constituer le moyen de refroidissement le plus pratique et le plus simple à mettre en œuvre. Les autres moyens de refroidissement sont difficilement utilisables en dehors des repos à poste fixe et leur efficacité n'est pas supérieure à celle du port de la veste-cagoule limité au repos.

Les températures de 40°C sec et 31°C humide ont été choisies en raison de leur correspondance aux conditions climatiques du fond de la mine. Le taux d'humidité élevé, de 60 %, constitue une condition défavorable à l'emploi d'un moyen de protection basé sur l'évaporation de l'eau. Cette constatation souligne la validité du système de refroidissement que constitue la veste-cagoule mouillée dont l'efficacité ne pourrait que s'accroître en ambiance plus sèches et/ou plus chaudes.

en gedurende het doorlopend dragen van de natte vest-hoofdkap met ventilatie (i) anderzijds : twee uiterste omstandigheden.

De natte vest-hoofdkap kan zowel tijdens de rustperiodes als doorlopend op nuttige wijze worden gedragen in een kalme omgeving of in een geventileerd milieu. Ze lijkt het meest praktische en eenvoudigste koelmiddel te zijn qua aanwending. De andere koelmiddelen kunnen moeilijk gebruikt worden buiten de rusttijden op vastgestelde plaats en hun doeltreffendheid is niet groter dan die van de vest-hoofdkap, waarvan het dragen beperkt is tot de rusttijd.

De droge temperaturen van 40°C en de vochtige temperaturen van 31°C werden gekozen wegens hun overeenkomst met de klimaatomstandigheden in de mijnondergrond. De hoge vochtigheidsgraad, 60 %, vormt een ongunstige voorwaarde voor het gebruik van een beschermingsmiddel gebaseerd op de verdamping van water. Deze vaststelling benadrukt de validiteit van het koelsysteem dat wordt gevormd door de natte vest-hoofdkap waarvan de doeltreffendheid slechts zou kunnen toenemen in een dro-

En effet, la température de 33°C effectifs telle que nous l'avons obtenue est particulièrement limitée de la contrainte thermique, se trouvant voisine du point d'inversion du diagramme de Yaglou. Les résultats obtenus sous l'influence d'une telle contrainte sont donc nécessairement moins évidents que ceux qui pourraient se manifester dans des ambiances plus sévères.

CONCLUSIONS

Dans les conditions climatiques choisies et qui sont assez sévères, le système de refroidissement étudié s'avère très efficace tant sur le plan objectif (fréquence cardiaque, température corporelle et perte de poids) que sur le plan subjectif (indice de fatigue). Sans exception, tous les sujets étudiés ont accepté et approuvé le système de refroidissement utilisé.

La veste refroidie par immersion dans l'eau froide constitue donc un système de refroidissement utile, bien toléré par les sujets et d'emploi extrêmement simple dans le fond de la mine.

P.S. Une étude plus systématique du système de refroidissement individuel que constitue la veste-cagoule mouillée a été effectuée dans le chantier d'exercice du Coördinatiecentrum Reddingswezen de Hasselt avec la collaboration du Laboratoire d'exploration fonctionnelle de l'U.C.L. Ces résultats ont confirmé entièrement les données qui précèdent.

gere en/of warmere omgeving. De effectieve temperatuur van 33°C zoals wij die hebben verkregen, ligt inderdaad bijzonder dicht bij de thermische spanning die zich nabij het inversiepunt van het Yaglou-diagram bevindt. De resultaten die werden bereikt onder invloed van dergelijke spanning zijn dus noodzakelijk minder evident dan die welke zich zouden kunnen voordoen in strengere omgevingen.

BESLUITEN

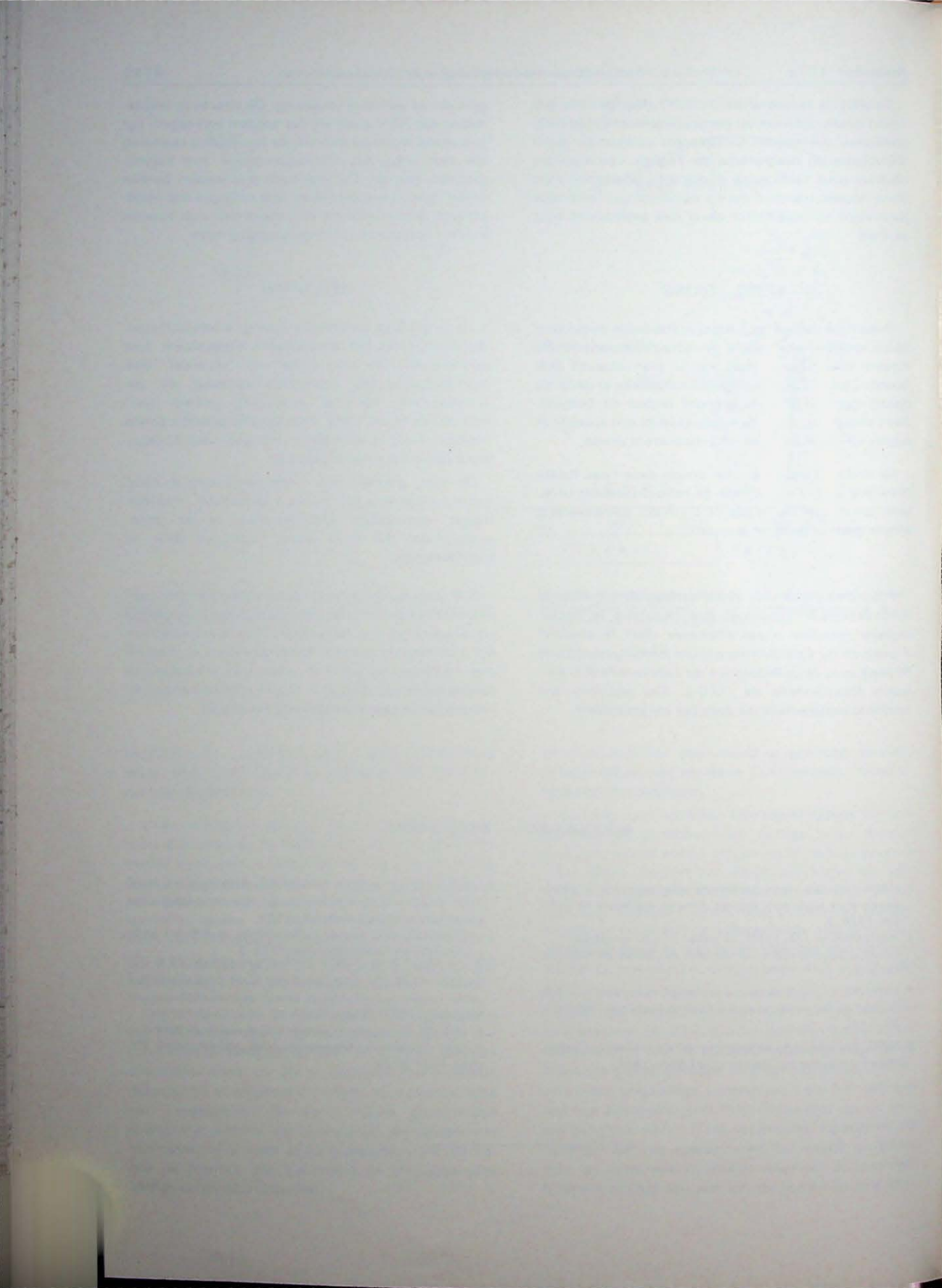
In de gekozen en tamelijk strenge klimaatomstandigheden blijkt het bestudeerde koelsysteem zeer doeltreffend te zijn zowel op objectief vlak (hartslagfrequentie, lichaamstemperatuur en gewichtsverlies) als op subjectief gebied (vermoeidheidsindex). Alle bestudeerde proefpersonen hebben zonder uitzondering het gebruikte koelsysteem aanvaard en goedgekeurd.

De vest, gekoeld door onderdompeling in koud water, vormt dus een nuttig koelsysteem, met een uiterst eenvoudige gebruikswijze in de mijn-ondergrond, dat goed wordt verdragen door de proefpersonen.

N.B., Een meer systematische studie van het individueel koelsysteem dat door de natte vest-hoofdkap wordt gevormd, werd uitgevoerd in de oefenplaats van het Coördinatiecentrum Reddingswezen te Hasselt met medewerking van het Laboratoire d'exploration fonctionnelle van de U.C.L. Die resultaten hebben de voorafgaande gegevens volledig bevestigd.

BIBLIOGRAPHIE — BIBLIOGRAFIE

- A. HAUSMAN. Vêtements antinflamme pour sauveteurs — Vlammenwerende kledij voor redders. Annales des Mines de Belgique, 1978, 5.
- A. HAUSMAN et J.M. PETIT. Le travail à haute température — Arbeid in hoge temperatuur. Annales des Mines de Belgique, 1973, 9.
- F. LAVENNE. Le problème des hautes températures dans les mines de charbon. Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1965, Vol. 20, 3/32.
- B. METZ. Les vêtements de protection contre la chaleur. Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, 1964.
- F. SCHWARTZ, M. ALDJEM, J. BEN MORDECHAL and Y. SHAPIRO. Objective approach to a design of a whole-body water cooled suit. Aerospace Medecine, 1974.
- E. SCHWARTZ. Efficiency and effectiveness of different water cooled suits. Aerospace Medecine, 1972, 5.
- N.B. STRYDOM, D. MITCHELL, A.J. Van RENSBURG et C.H. Van GRAAN. The design, construction and use of a practical in-packet for miners. Journal of South African Institute of Mining and Metallurgy, 1974, 22 september.
- C.P. YAGLOU. Temperature humidity and air and air movement in industry: the effective temperature index. Journal Industr. Hygiene, 1927, 9, 247.



**Statistique des accidents survenus au cours
de 1977 dans les mines de houille
et dans les autres établissements
surveillés par l'Administration des Mines**

**Statistiek van de ongevallen in de kolenmijnen
en in de andere inrichtingen
onder het toezicht van de Administratie
van het Mijnwezen in 1977**

AVANT-PROPOS

La statistique des accidents survenus au cours de l'année 1977 dans les mines de houille et dans les autres établissements surveillés par l'Administration des Mines ne comporte pas d'innovation marquante par rapport à l'année précédente.

L'Administration sera toujours reconnaissante à toute personne qui lui suggérerait des améliorations à apporter au contenu de cette étude où à sa présentation.

*Le Directeur général des Mines,
ir. J. MEDAETS.*

WOORD VOORAF

De statistiek van de ongevallen in de kolenmijnen en in de andere inrichtingen waarop de Administratie van het Mijnwezen toezicht uitoefent heeft in 1977 geen opvallende veranderingen ondergaan tegenover 1976.

De Administratie dankt de lezers die verbeteringen aan de vorm of de inhoud van deze studie mochten voorstellen.

*De Directeur-Generaal der Mijnen,
ir. J. MEDAETS.*

TABLE DES MATIERES

1. MINES DE HOUILLE
 - 1.1. Introduction
 - 1.1.1. Fond
 - 1.1.2. Surface
 - 1.2. Taux de fréquence, de gravité, de risque au fond et à la surface
 - 1.3. Procès-verbaux dressés par l'Administration des Mines
 - 1.4. Rétrospective des accidents mortels
 - 1.5. Répartition des accidents graves suivant le siège et la nature des lésions
2. MINES METALLIQUES,
MINIERES ET CARRIERES SOUTERRAINES

INHOUD

1. KOLENMIJNEN
 - 1.1. Inleiding
 - 1.1.1. Ondergrond
 - 1.1.2. Bovengrond
 - 1.2. Veelvuldigheidsvoet, ernst- en risicovoet in de ondergrond en op de bovengrond
 - 1.3. Processen-verbaal van de ongevallen door de Administratie van het Mijnwezen opgesteld
 - 1.4. De dodelijke ongevallen tijdens de jongste jaren
 - 1.5. Indeling van de zware ongevallen naar de plaats en de aard van het stelsel
2. METAALMIJNEN,
ONDERGRONDSE GROEVEN EN GRAVERIJEN

3. MINIERES
ET CARRIERES A CIEL OUVERT
4. USINES — INDUSTRIE SIDERURGIQUE
5. FABRIQUES D'EXPLOSIFS

3. GROEVEN EN GRAVERIJEN IN DE
OPEN LUCHT
4. FABRIEKEN — STAALNIJVERHEID
5. SPRINGSTOFFABRIEKEN

1. — MINES DE HOUILLE 1977

1.1. — Introduction

La statistique des accidents du travail survenus dans les mines de houille en 1977 répartit les accidents d'un part, suivant leur cause matérielle en 12 rubriques principales et 50 sous-rubriques pour les accidents du fond, 10 rubriques principales pour les accidents de surface et d'autre part, suivant l'importance de l'incapacité de travail qui comporte 4 classes de gravité : « 1 à 3 jours », « 4 à 20 jours », « 21 à 56 jours » et « 56 jours et plus ».

Le décès survenu dans un délai de 56 jours à dater de l'accident est rangé dans les accidents mortels sous la rubrique « tués ».

Le tableau n° 1 reprend les accidents du fond qui ont entraîné au cours de l'année 1977 dans chaque région minière et dans le Royaume, une incapacité de travail durant 1 jour au moins, le jour de l'accident non compris.

Le tableau n° 1 *bis* reprend les accidents survenus à la surface et sur le chemin du travail, ainsi que le calcul des proportions de tués.

A noter que tous les accidents des fabriques d'agglomérés et des autres établissements connexes des houillères sont compris dans les relevés des accidents de surface des charbonnages.

Aussi les taux de fréquence et de gravité des accidents du fond, de la surface et de l'ensemble fond et surface sont ils calculés par rapport aux prestations de tout le personnel intéressé de l'entreprise, y compris celui des industries connexes.

C'est la raison pour laquelle les nombres de postes prestés au fond et surtout à la surface, tels qu'ils sont indiqués au bas du tableau n° 1 *bis*, peuvent différer sensiblement des nombres de postes correspondants d'autres statistiques, lesquels ne concernent que les travaux d'exploitation de la houillère proprement dite.

1.1.1. Fond

Le nombre total des victimes d'accidents du fond s'est élevé en 1977 à 10.928. Il est inférieur (—7,1 %) à celui de 1976 (11.768). Comme le nombre de postes prestés convertis en postes de 8 heures a diminué, lui, de 8,4 %, le nombre de victi-

1. — KOLENMIJNEN 1977

1.1. — Inleiding

De statistiek van de arbeidsongevallen die zich in 1977 in de steenkolenmijnen hebben voorgedaan, deelt die ongevallen in, eensdeels naar hun materiële oorzaken, in 12 hoofdrubrieken en 50 rubrieken voor de ondergrondse ongevallen en in 10 hoofdrubrieken voor de bovengrondse ongevallen en anderdeels naar de duur van de arbeidsongeschiktheid, die 4 klassen omvat : « 1 tot 3 dagen », « 4 tot 20 dagen », « 21 tot 56 dagen » en « 56 dagen of meer ».

Het overlijden binnen 56 dagen na het ongeval wordt, onder de rubriek « doden », tot de dodelijke ongevallen gerekend.

In tabel 1 worden de ondergrondse ongevallen aangegeven die in de loop van het jaar 1977 in elke mijnstreek en voor het hele Rijk een arbeidsongeschiktheid van ten minste 1 dag tot gevolg hebben gehad, de dag van het ongeval niet inbegrepen.

In tabel 1 *bis* worden de bovengrondse ongevallen en de ongevallen op de weg naar en van het werk aangegeven, alsmede het aantal doden per miljoen diensten of per miljoen ton.

Alle ongevallen in brikettenfabrieken en andere nevenbedrijven van kolenmijnen zijn begrepen in de cijfers van de ongevallen op de bovengrond.

De veelvuldigheidsvoet en de ernstvoet van de ongevallen in de ondergrond, op de bovengrond en voor boven- en ondergrond samen, worden dan ook berekend op de prestaties van al het betrokken personeel van de onderneming, dat van de nevenbedrijven inbegrepen.

Daarom kan het aantal in de ondergrond en vooral op de bovengrond verrichte diensten dat in tabel 1 *bis* vermeld is merkkelijk verschillen van de cijfers die in andere statistieken aangeduid zijn welke alleen op de ontginning van de eigenlijke mijn betrekking hebben.

1.1.1. Ondergrond

In 1977 waren er in totaal 10.928 slachtoffers van ongevallen in de ondergrond. Dit is minder (—7,1 %) dan in 1976 (11.768). Aangezien het aantal diensten, in dagen van 8 uren omgerekend, in dezelfde periode met 8,4 % verminderd is, is het

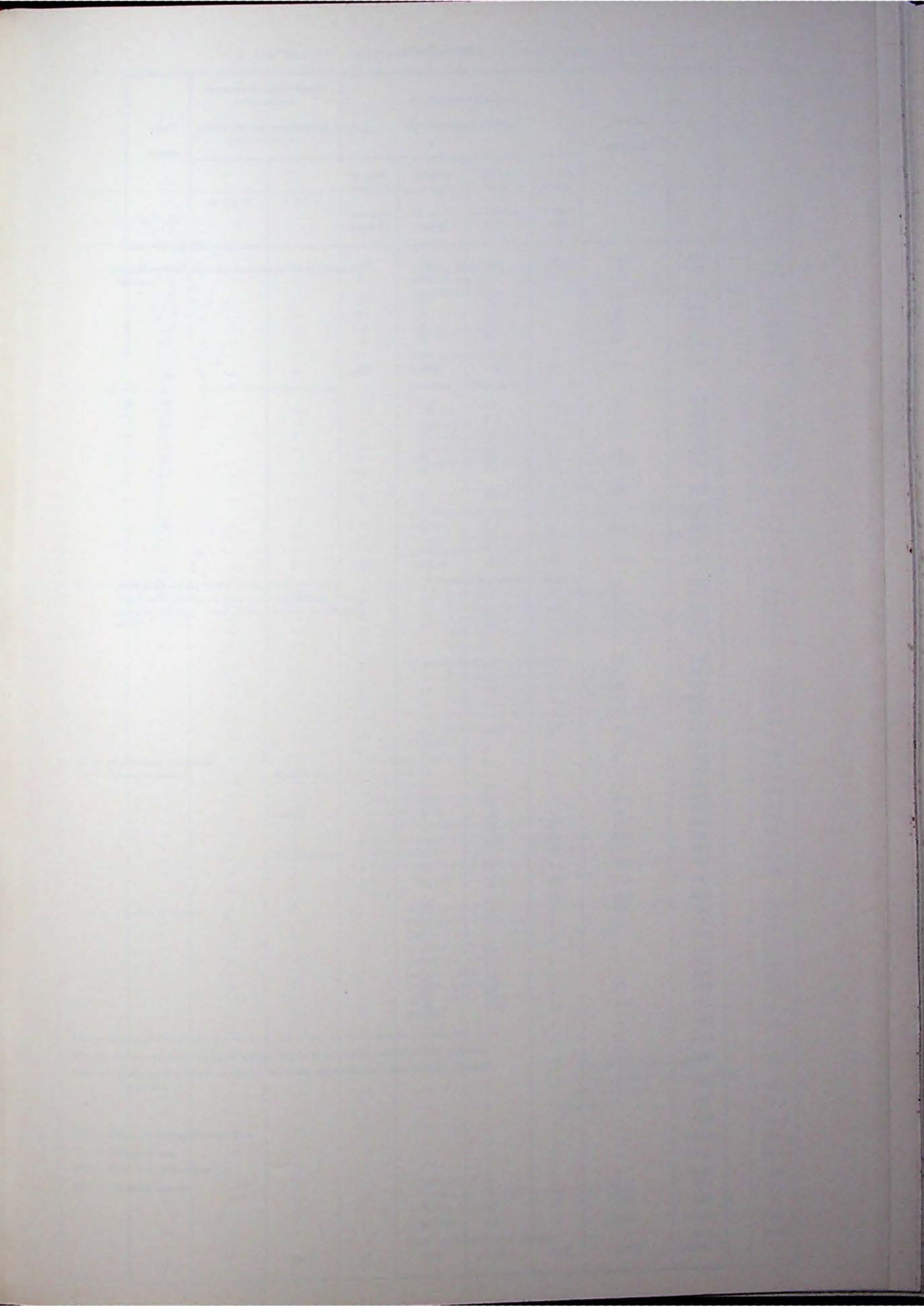


TABLEAU n° 1 — Accidents survenus dans les mines de houille en 1977

| CATEGORIES D'ACCIDENTS | | N° |
|---|--|--------------|
| Accidents du fond | | |
| I. — Eboulements, chutes de pierres et de blocs de houille. | En taille, abattage et suite à l'abattage | 010 |
| | En taille, contrôle du toit (foudroyage, remblayage, etc.) | 011 |
| | Dans les galeries en veine de toute nature (y compris les préparatoires): | |
| | à front | 012 |
| | à l'arrière | 013 |
| | Dans les galeries en roches | |
| | à front | 014 |
| | à l'arrière | 015 |
| | Dans les puits et burquins | 016 |
| | Total I | 01 + |
| II. — Transports (à l'exclusion des accidents dus à l'électricité) | Continus en tailles et en galeries, par : | |
| | gravité | 020 |
| | courroies | 021 |
| | convoyeurs métalliques à raclettes | 022 |
| | autres convoyeurs métalliques | 023 |
| | En galeries horizontales par wagonnets et hiercheurs | |
| | locomotives | 024 |
| | treuils et câbles ou chaînes, pousseurs | 025 |
| | En galeries inclinées par wagonnets et poulies ou treuils et câbles ou chaînes | 026 |
| | En tous travaux autres que les puits par tous autres moyens | 027 |
| | Dans les puits et burquins | 028 |
| | Total II | 02 + |
| III. — Chutes de la victime (chutes, faux pas, trébuchements, glissades, heurts ou accrochage à des parties saillantes, déchirures, foulures, luxations, etc.) | a) A l'occasion de la circulation : | |
| | — Dans les tailles et montages en plateau | 030 |
| | — Dans les tailles et montages en dressant | 031 |
| | — Dans les galeries horizontales ou faiblement inclinées | 032 |
| | — Dans les cheminées et les galeries inclinées | 033 |
| | — Dans les puits et burquins | 034 |
| | b) Au cours d'autres opérations : | |
| | — Dans les tailles et montages en plateau | 035 |
| | — Dans les tailles et montages en dressant | 036 |
| | — Dans les galeries horizontales ou faiblement inclinées | 037 |
| | — Dans les cheminées et les galeries inclinées | 038 |
| | — Dans les puits et burquins | 039 |
| | Total III | 03 + |
| IV. — Machines, outils et soutènement | Machines d'abattage | 040 |
| | Chargeuses | 041 |
| | Remblayeuses | 042 |
| | Autres machines et mécanismes | 043 |
| | Outils ordinaires | 044 |
| | Outils pneumatiques ou électriques à main | 045 |
| | Soutènement | |
| | Manipulation pour la mise en œuvre des bois de soutènement | 046 |
| | Manipulation pour la mise en œuvre d'étauçons, cadres | 047 |
| | Manipulation pour la mise en œuvre de claveaux et de panneaux | 048 |
| | Autres manipulations d'éléments de soutènement | 049 |
| | Total IV | 04 + |
| V. — Chutes d'objets. | Manipulation de rails, tuyaux et autres éléments métalliques | 050 |
| | Manipulation d'autres matériaux | 051 |
| | Débrides d'objets dans les déclivités naturelles | 052 |
| | Chutes d'objets dans les puits et burquins | 053 |
| | Chutes de machines | 054 |
| | Chutes d'outils | 055 |
| | Chute de soutènement | 056 |
| | Autres chutes d'objets divers | 057 |
| | Total V | 05 + |
| VI. — Explosifs (non compris les coups de grisou ou de poussières provoquées par) | | 06 + |
| VII. — Inflammations et explosions de grisou et/ou de poussières de charbon | | 07 + |
| VIII. — Dégagements instantanés, anoxies, asphyxies et intoxications par gaz naturels | a) Dégagements instantanés | 08a |
| | b) Anoxies, asphyxies et intoxications par gaz naturels | 08b |
| | Total VIII | 08 + |
| IX. — Feux de mine et incendies | | 09 + |
| X. — Coups d'eau | | 10 + |
| XI. — Courant électrique | | 11 + |
| XII. — Autres causes | — air comprimé | 120 |
| | — survenus à la surface à des ouvriers du fond | 121 |
| | — autres causes | 122 |
| | Total XII | 12 + |
| | Totaux généraux pour le fond | Total |

| N° | Victimes Slachtoffers | Incapacités temporaires Tijdelijke ongeschiktheid | | | | Blessés avec incapacités permanentes Gekwetsten met blijvende ongeschiktheid | | Tués Dodën |
|--------|--------------------------|--|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|--------|---------------|
| | | 1 à 3 jours 1 tot 3 dagen | 4 à 20 jours 4 tot 20 dagen | 21 à 56 jours 21 tot 56 dagen | Plus de 56 jours Meer dan 56 dagen | < 20 % | ≥ 20 % | |
| 010 | 557 | 58 | 403 | 82 | 14 | 5 | — | — |
| 011 | 154 | 8 | 117 | 24 | 5 | — | — | — |
| 012 | 107 | 7 | 84 | 15 | 1 | 1 | — | — |
| 013 | 47 | 7 | 32 | 5 | 3 | — | — | — |
| 014 | 25 | 3 | 17 | 5 | — | — | — | — |
| 015 | 25 | 3 | 18 | 4 | — | — | — | — |
| 016 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 01 + | 915 | 96 | 671 | 135 | 23 | 6 | — | — |
| 020 | 120 | — | 71 | 11 | 3 | — | — | — |
| 021 | 7 | — | 5 | 1 | 1 | — | — | — |
| 022 | 25 | — | 11 | 10 | 2 | 1 | — | — |
| 023 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| 024 | 45 | — | 30 | 6 | 5 | — | — | — |
| 025 | 25 | — | 15 | 8 | 2 | — | — | — |
| 026 | 51 | — | 38 | 5 | 3 | — | — | — |
| 027 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — |
| 028 | 15 | 2 | 10 | 3 | — | 2 | — | — |
| 029 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| 02 + | 295 | 50 | 184 | 45 | 16 | 3 | — | — |
| 030 | 28 | 2 | 21 | 3 | 2 | — | — | — |
| 031 | 4 | — | 2 | 1 | 1 | — | — | — |
| 032 | 106 | 16 | 73 | 15 | 2 | — | — | — |
| 033 | 24 | 1 | 19 | 3 | 1 | — | — | — |
| 034 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 035 | 52 | 6 | 39 | 5 | 2 | 1 | — | — |
| 036 | 3 | 1 | 2 | — | — | — | — | — |
| 037 | 86 | 5 | 57 | 13 | 1 | — | — | — |
| 038 | 7 | — | 6 | — | 1 | — | — | — |
| 039 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 03 + | 310 | 31 | 229 | 40 | 10 | 1 | — | — |
| 040 | 2 | — | 1 | — | 1 | — | — | — |
| 041 | 5 | 1 | 3 | — | 1 | — | — | — |
| 042 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 043 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 044 | 27 | 1 | 19 | 7 | — | 1 | — | — |
| 045 | 76 | 11 | 55 | 10 | — | — | — | — |
| 046 | 40 | 4 | 30 | 5 | 1 | — | — | — |
| 047 | 41 | 8 | 26 | 7 | — | 2 | — | — |
| 048 | 295 | 16 | 211 | 59 | 9 | 4 | — | — |
| 049 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 04 + | 132 | 8 | 86 | 34 | 4 | — | — | — |
| 050 | 619 | 49 | 432 | 122 | 16 | 7 | — | — |
| 051 | 181 | 19 | 126 | 33 | 3 | 1 | — | — |
| 052 | 57 | 12 | 32 | 12 | 1 | — | — | — |
| 053 | 33 | 4 | 23 | 5 | 1 | — | — | — |
| 054 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 055 | 2 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 056 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| 057 | 71 | 9 | 40 | — | — | — | — | — |
| 05 + | 58 | 8 | 38 | 21 | 1 | 1 | — | — |
| 06 + | 406 | 55 | 261 | 82 | 8 | 2 | 1 | — |
| 07 + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08a | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08b | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08 + | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 09 + | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 10 + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 11 + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 120 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 121 | 5 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 122 | 2 | — | 4 | — | — | — | — | — |
| 012 + | 149 | 55 | 88 | — | — | — | — | — |
| Total | 156 | 56 | 94 | 5 | 1 | — | — | — |
| Totaal | 2703 | 328 | 1872 | 429 | 74 | 19 | 1 | — |

Sud — Zuiden

| N° | Victimes Slachtoffers | Incapacités temporaires Tijdelijke ongeschiktheid | | | | Blessés avec incapacités permanentes Gekwetsten met blijvende ongeschiktheid | | Tués Doden |
|-------|--------------------------|--|-------------------|--------------------|----------------------|---|--------|---------------|
| | | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | Plus de 56 jours | < 20 % | ≥ 20 % | |
| | | 1 tot 3 dagen | 4 tot 20 dagen | 21 tot 56 dagen | Meer dan 56 dagen | | | |
| 010 | 557 | 58 | 403 | 82 | 14 | 5 | — | — |
| 011 | 154 | 8 | 117 | 24 | 5 | — | — | — |
| 012 | 107 | 7 | 84 | 15 | 1 | 1 | — | — |
| 013 | 47 | 7 | 32 | 5 | 3 | — | — | — |
| 014 | 25 | 3 | 17 | 5 | — | — | — | — |
| 015 | 25 | 3 | 18 | 4 | — | — | — | — |
| 016 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 01+ | 915 | 86 | 671 | 135 | 23 | 6 | — | — |
| 020 | 120 | 35 | 71 | 11 | 3 | — | — | — |
| 021 | 7 | — | 5 | 1 | 1 | — | — | — |
| 022 | 25 | 2 | 11 | 10 | 2 | 1 | — | — |
| 023 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | — | — |
| 024 | 45 | 4 | 30 | 6 | 5 | — | — | — |
| 025 | 25 | — | 15 | 8 | 2 | — | — | — |
| 026 | 51 | 5 | 38 | 5 | 3 | — | — | — |
| 027 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — |
| 028 | 15 | 2 | 10 | 3 | — | 2 | — | — |
| 029 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| 02+ | 295 | 50 | 184 | 45 | 16 | 3 | — | — |
| 030 | 28 | 2 | 21 | 3 | 2 | — | — | — |
| 031 | 4 | — | 2 | 1 | 1 | — | — | — |
| 032 | 106 | 16 | 73 | 15 | 2 | — | — | — |
| 033 | 24 | 1 | 19 | 3 | 1 | — | — | — |
| 034 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 035 | 52 | 6 | 39 | 5 | 2 | 1 | — | — |
| 036 | 3 | 1 | 2 | — | — | — | — | — |
| 037 | 86 | 5 | 67 | 13 | 1 | — | — | — |
| 038 | 7 | — | 6 | — | 1 | — | — | — |
| 039 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 03+ | 310 | 31 | 229 | 40 | 10 | 1 | — | — |
| 040 | 2 | — | 1 | — | 1 | — | — | — |
| 041 | 5 | 1 | 3 | — | 1 | — | — | — |
| 042 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 043 | 27 | 1 | 19 | 7 | — | — | — | — |
| 044 | 76 | 11 | 55 | 10 | — | 1 | — | — |
| 045 | 40 | 4 | 30 | 5 | — | — | — | — |
| 046 | 41 | 8 | 26 | 7 | — | 2 | — | — |
| 047 | 295 | 16 | 211 | 59 | 9 | 4 | — | — |
| 048 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 049 | 132 | 8 | 86 | 34 | 4 | — | — | — |
| 04+ | 619 | 49 | 432 | 122 | 16 | 7 | — | — |
| 050 | 181 | 19 | 126 | 33 | 3 | 1 | — | — |
| 051 | 57 | 12 | 32 | 12 | 1 | — | — | — |
| 052 | 33 | 4 | 23 | 5 | 1 | — | 1 | — |
| 053 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 054 | 2 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 055 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — |
| 056 | 71 | 9 | 40 | 21 | 1 | — | — | — |
| 057 | 58 | 8 | 38 | 10 | 2 | — | — | — |
| 05+ | 406 | 55 | 261 | 82 | 8 | 2 | 1 | — |
| 06+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 07+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08a | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08b | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 08+ | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 09+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 010+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 011+ | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 120 | 5 | 1 | 4 | — | — | — | — | — |
| 121 | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| 122 | 149 | 55 | 88 | 5 | 1 | — | — | — |
| 012+ | 156 | 56 | 94 | 5 | 1 | — | — | — |
| Total | 2703 | 328 | 1872 | 429 | 74 | 19 | 1 | — |

Nord — Noorden

| N° | Victimes Slachtoffers | Incapacités temporaires Tijdelijke ongeschiktheid | | | | Blessés avec incapacités permanentes Gekwetsten met blijvende ongeschiktheid | | Tués Doden |
|-------|--------------------------|--|-------------------|--------------------|----------------------|---|--------|---------------|
| | | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | Plus de 56 jours | < 20 % | ≥ 20 % | |
| | | 1 tot 3 dagen | 4 tot 20 dagen | 21 tot 56 dagen | Meer dan 56 dagen | | | |
| 010 | 1604 | 424 | 1043 | 113 | 24 | 45 | 1 | — |
| 011 | 173 | 28 | 121 | 22 | 2 | 7 | — | — |
| 012 | 799 | 150 | 580 | 56 | 13 | 14 | 1 | — |
| 013 | 90 | 20 | 65 | 5 | — | 2 | — | — |
| 014 | 168 | 29 | 122 | 14 | 3 | 4 | — | 1 |
| 015 | 84 | 24 | 54 | 5 | 1 | 3 | — | — |
| 016 | 48 | 19 | 27 | 2 | — | 1 | — | — |
| 01+ | 2966 | 694 | 2012 | 217 | 43 | 76 | 2 | 1 |
| 020 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 021 | 71 | 18 | 46 | 6 | 1 | 3 | — | — |
| 022 | 53 | 11 | 29 | 11 | 2 | 7 | — | — |
| 023 | 19 | 3 | 9 | 3 | 4 | 5 | — | — |
| 024 | 79 | 14 | 44 | 15 | 6 | 9 | — | 1 |
| 025 | 159 | 42 | 84 | 18 | 15 | 13 | 1 | 1 |
| 026 | 70 | 13 | 43 | 13 | 1 | 5 | — | — |
| 027 | 42 | 9 | 27 | 3 | 3 | 4 | 2 | — |
| 028 | 99 | 19 | 62 | 11 | 7 | 9 | 1 | — |
| 029 | 20 | 1 | 11 | 6 | 2 | 2 | — | — |
| 02+ | 612 | 130 | 355 | 86 | 41 | 57 | 4 | 2 |
| 030 | 6 | 2 | 3 | 1 | — | 1 | — | — |
| 031 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 032 | 53 | 8 | 39 | 5 | 1 | 2 | — | — |
| 033 | 12 | 2 | 9 | 1 | — | — | — | — |
| 034 | 3 | — | 2 | 1 | — | — | — | — |
| 035 | 137 | 52 | 78 | 6 | 1 | — | — | — |
| 036 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | 1 |
| 037 | 615 | 164 | 385 | 54 | 12 | 12 | — | — |
| 038 | 71 | 24 | 42 | 5 | — | 2 | — | — |
| 039 | 40 | 10 | 28 | 2 | — | — | — | — |
| 03+ | 940 | 262 | 589 | 75 | 14 | 17 | — | 1 |
| 040 | 22 | 6 | 11 | 4 | 1 | — | — | — |
| 041 | 14 | 1 | 9 | 4 | — | 2 | 1 | — |
| 042 | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | 1 |
| 043 | 131 | 22 | 82 | 19 | 8 | 12 | — | — |
| 044 | 337 | 91 | 233 | 13 | — | 1 | — | — |
| 045 | 155 | 66 | 77 | 11 | 1 | 5 | — | — |
| 046 | 48 | 10 | 29 | 7 | 2 | 3 | — | — |
| 047 | 369 | 76 | 243 | 41 | 9 | 19 | 1 | — |
| 048 | 42 | 14 | 25 | 3 | — | 7 | — | — |
| 049 | 274 | 65 | 184 | 22 | 3 | — | — | — |
| 04+ | 1393 | 352 | 893 | 124 | 24 | 50 | 3 | 1 |
| 050 | 531 | 113 | 365 | 46 | 7 | 16 | 2 | — |
| 051 | 321 | 63 | 244 | 13 | 1 | 5 | — | — |
| 052 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — |
| 053 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 054 | 10 | 1 | 9 | — | — | 1 | — | — |
| 055 | 20 | 4 | 13 | 3 | 7 | 13 | — | — |
| 056 | 611 | 166 | 377 | 61 | 7 | 14 | — | — |
| 057 | 366 | 98 | 230 | 31 | 7 | 49 | 2 | — |
| 05+ | 1862 | 445 | 1241 | 154 | 22 | — | — | — |
| 06+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 07+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08a | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08b | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 09+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 010+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 011+ | 10 | 2 | 4 | 1 | — | — | — | — |
| 120 | 24 | 10 | 39 | 2 | 1 | 5 | 1 | — |
| 121 | 58 | 17 | 115 | 13 | — | — | — | — |
| 122 | 360 | 231 | 167 | 16 | 1 | — | — | — |
| 012+ | 442 | 258 | 167 | 145 | 254 | 12 | — | 5 |
| Total | 8225 | 2143 | 5261 | 676 | 145 | 254 | 12 | 5 |

Le Royaume — Het Rijk

| N° | Victimes Slachtoffers | Incapacités temporaires Tijdelijke ongeschiktheid | | | | Blessés avec incapacités permanentes Gekwetsten met blijvende ongeschiktheid | | Tués Doden |
|-----------------|--------------------------|--|-------------------|--------------------|----------------------|---|--------|---------------|
| | | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | Plus de 56 jours | < 20 % | ≥ 20 % | |
| | | 1 tot 3 dagen | 4 tot 20 dagen | 21 tot 56 dagen | Meer dan 56 dagen | | | |
| 010 | 2161 | 482 | 1446 | 195 | 38 | 50 | 1 | — |
| 011 | 327 | 36 | 238 | 46 | 7 | 7 | — | — |
| 012 | 906 | 157 | 664 | 71 | 14 | 15 | 1 | — |
| 013 | 137 | 27 | 97 | 10 | 3 | 2 | — | — |
| 014 | 193 | 32 | 139 | 19 | 3 | 4 | — | 1 |
| 015 | 109 | 27 | 72 | 9 | 1 | 3 | — | — |
| 016 | 48 | 19 | 27 | 2 | — | 1 | — | — |
| 01+ | 3881 | 780 | 2683 | 352 | 66 | 82 | 2 | 1 |
| 020 | 120 | 35 | 71 | 11 | 3 | — | — | — |
| 021 | 78 | 18 | 51 | 7 | 2 | 3 | 0 | — |
| 022 | 78 | 13 | 40 | 21 | 4 | 8 | — | — |
| 023 | 21 | 3 | 10 | 4 | 4 | 5 | — | — |
| 024 | 1240 18 | 74 | 21 | 11 | 9 | — | 1 | — |
| 025 | 184 | 42 | 99 | 26 | 17 | 13 | 1 | 1 |
| 026 | 121 | 18 | 81 | 18 | 4 | 5 | — | — |
| 027 | 44 | 9 | 29 | 3 | 3 | 4 | 2 | — |
| 028 | 114 | 21 | 72 | 14 | 7 | 11 | 1 | — |
| 029 | 23 | 3 | 12 | 6 | 2 | 2 | — | — |
| 02+ | 907 | 180 | 539 | 131 | 57 | 60 | 4 | 2 |
| 030 | 34 | 4 | 24 | 4 | 2 | 1 | — | — |
| 031 | 5 | — | 3 | 1 | 1 | — | — | — |
| 032 | 159 | 24 | 112 | 20 | 3 | 2 | — | — |
| 033 | 36 | 3 | 28 | 4 | 1 | — | — | — |
| 034 | 3 | — | 2 | 1 | — | — | — | — |
| 035 | 189 | 58 | 117 | 11 | 3 | 1 | — | — |
| 036 | 5 | 1 | 4 | — | — | — | — | — |
| 037 | 701 | 169 | 452 | 67 | 13 | 12 | — | 1 |
| 038 | 78 | 24 | 48 | 5 | 1 | 2 | — | — |
| 039 | 40 | 10 | 28 | 2 | — | — | — | — |
| 03+ | 1250 | 293 | 878 | 115 | 24 | 18 | — | 1 |
| 040 | 24 | 6 | 12 | 4 | 2 | — | — | — |
| 041 | 19 | 2 | 12 | 4 | 1 | 2 | 1 | — |
| 042 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 043 | 158 | 23 | 101 | 26 | 8 | 13 | 1 | 1 |
| 044 | 413 | 102 | 288 | 23 | — | 1 | — | — |
| 045 | 195 | 70 | 107 | 16 | 2 | 5 | — | — |
| 046 | 89 | 18 | 55 | 14 | 2 | 5 | — | — |
| 047 | 664 | 92 | 454 | 100 | 18 | 23 | 1 | — |
| 048 | 43 | 14 | 26 | 3 | — | 1 | — | — |
| 049 | 406 | 73 | 270 | 56 | 7 | 7 | — | — |
| 04+ | 2012 | 401 | 1325 | 246 | 40 | 57 | 3 | 1 |
| 050 | 712 | 132 | 491 | 79 | 10 | 17 | 2 | — |
| 051 | 378 | 75 | 276 | 25 | 2 | 5 | 1 | — |
| 052 | 35 | 4 | 25 | 5 | 1 | — | — | — |
| 053 | 2 | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| 054 | 12 | 1 | 10 | 1 | — | — | — | — |
| 055 | 23 | 6 | 14 | 3 | — | 1 | — | — |
| 056 | 682 | 175 | 417 | 82 | 8 | 14 | — | — |
| 057 | 424 | 106 | 268 | 41 | 9 | 14 | — | — |
| 05+ | 2268 | 500 | 1502 | 236 | 30 | 51 | 3 | — |
| 06+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 07+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08a | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 08b | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 08+ | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — |
| 09+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 010+ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 011+ | 11 | 3 | 4 | 4 | — | — | — | — |
| 120 | 29 | 11 | 17 | 1 | — | — | — | — |
| 121 | 60 | 17 | 41 | 2 | — | — | — | — |
| 122 | 509 | 286 | 203 | 18 | 2 | — | — | — |
| 012+ | 598 | 314 | 261 | 21 | 2 | 5 | 1 | — |
| Total Totaal | 10928 | 2471 | 7133 | 1105 | 219 | 273 | 13 | 5 |

TABEL 1 — In 1977 in de kolenmijnen gebeurde ongevallen

| Nr | KATEGORIEËN VAN ONGEVALLEN | | | | |
|-----|---|--|---|---------------------------------|--|
| | Ongevallen in de ondergrond | | | | |
| 010 | i. - instortingen, vallen van stenen en blokken kool | In pijlers, bij de winning en het vervolg van de winning In pijlers, bij de dakkontrolle (dakbreuk, opvulling, enz.) In om het even welke mijngangen in de kolen (voorbereid. ingegr.) aan het front achter het front In steengangen : aan het front achter het front In schachten en blinde schachten Totaal I Bestendig vervoer in pijlers en mijngangen door middel van de zwaartekracht bandtransporteurs panteltransporteurs andere metalen transporteurs In vlakke mijngangen door middel van wagentjes en sleepers lokomotieven lieren met kabels of kettingen stootinstallaties In hellende mijngangen door middel van wagentjes en katrollen of lieren met kabels of kettingen in alle werken buiten de schachten, met alle andere middelen in schachten en blinde schachten Totaal II | | | |
| 011 | | | | | |
| 012 | | | | | |
| 013 | | | | | |
| 014 | | | | | |
| 015 | | | | | |
| 016 | | | | | |
| 017 | | | | | |
| 018 | | | | | |
| 019 | | | | | |
| 020 | ii. — Vervoer (met uitzondering van de ongevallen veroorzaakt door hetgeen hi) | a) Bij het doorlopen : — In pijlers en ophouwen in vlakke lagen — In pijlers en ophouwen in steile lagen — In vlakke of licht hellende mijngangen — In kokers en hellende mijngangen — In schachten en blinde schachten b) Tijdens andere verrichtingen : — In pijlers en ophouwen in vlakke lagen — In pijlers en ophouwen in steile lagen — In vlakke of licht hellende mijngangen — In kokers en hellende mijngangen — In schachten en blinde schachten Totaal III | | | |
| 021 | | | | | |
| 022 | | | | | |
| 023 | | | | | |
| 024 | | | | | |
| 025 | | | | | |
| 026 | | | | | |
| 027 | | | | | |
| 028 | | | | | |
| 029 | | | | | |
| 030 | III. — Vallen van het slachtoffer (vallen, struikelen, uitglijden, stoten tegen uitstekende delen of er blijven aan haken, scheurwonden, verstuiking of ontwrichting enz.) | IV — Machines, gereedschap en ondersteuning | | | |
| 031 | | | Machines Winmachines Laadmachines Vulmachines Andere machines en tuigen Gereedschap Gewoon gereedschap Door perslucht of elektr. gedreven handgereedschap Ondersteuning Manipulatie voor het gebruik van houten ondersteuningsmiddelen Manipulatie voor het gebruik van stijlen, ramen Manipulatie voor het gebruik van betonblokken en panelen Andere manipulaties van ondersteuningsmiddelen Totaal IV | | |
| 032 | | | | | |
| 033 | | | | | |
| 034 | | | | | |
| 035 | | | | | |
| 036 | | | | | |
| 037 | | | | | |
| 038 | | | | | |
| 039 | | | | | |
| 040 | V. — Vallen van voorwerpen | Manipulatie van spoorstaven, buizen en andere metalen stukken Manipulatie van andere materialen Wegschieten van voorwerpen in natuurlijke hellingen Vallen van voorwerpen in schachten en blinde schachten Vallen van machines Vallen van gereedschap Vallen van ondersteuningsmiddelen Vallen van allerlei andere voorwerpen Totaal V | | | |
| 041 | | | | | |
| 042 | | | | | |
| 043 | | | | | |
| 044 | | | | | |
| 045 | | | | | |
| 046 | | | | | |
| 047 | | | | | |
| 048 | | | | | |
| 049 | | | | | |
| 050 | VI. — Springstoffen (ontploffingen van mijngas en kolenstof veroorzaakt door springstoffen niet inbegrepen) | a) Gasdoorbraken b) Zuurstoftekort, verstikking en vergifting door natuurlijke gassen Totaal VIII | | | |
| 051 | | | | | |
| 052 | | | | | |
| 053 | | | | | |
| 054 | | | | | |
| 055 | | | | | |
| 056 | | | | | |
| 057 | | | | | |
| 058 | | | | | |
| 059 | | | | | |
| 060 | VII. — Ontvlaming en ontploffing van mijngas en/of kolenstof | IX. — Mijnvuur en branden | | | |
| 061 | | | X. — Waterdoorbraken | | |
| 062 | | | | XI. — Elektrische stroom | |
| 063 | | | | | XII. — Andere oorzaken — Perslucht — Op de bovengrond aan de ondergr. arbeid. overkomen — Andere oorzaken Totaal XII |
| 064 | | | | | |
| 065 | | | | | |
| 066 | | | | | |
| 067 | | | | | |
| 068 | | | | | |
| 069 | | | | | |
| 070 | | | | | |
| 071 | VIII. — Gasdoorbraken : zuurstoftekort, verstikking en vergifting door natuurlijke gassen | Algemeen totaal van de ondergrond | | | |
| 072 | | | | | |
| 073 | | | | | |
| 074 | | | | | |
| 075 | | | | | |
| 076 | | | | | |
| 077 | | | | | |
| 078 | | | | | |
| 079 | | | | | |
| 080 | | | | | |
| 081 | Totaal | | | | |
| 082 | | | | | |
| 083 | | | | | |
| 084 | | | | | |
| 085 | | | | | |
| 086 | | | | | |
| 087 | | | | | |
| 088 | | | | | |
| 089 | | | | | |
| 090 | | | | | |

TABLEAU n° 1 bis — Accidents survenus dans les mines de houille en 1977

| CATEGORIES D'ACCIDENTS | Sud Zuidea | | | | | | | Nord Noorden | | | | | | | Royaume Het Rijk | | | | | | | KATEGORIEEN VAN ONGEVALLEN |
|--|-------------------------|--------------|------------------|--------------------------------------|------------------|------|--------------|-------------------------|--------------|------------------|--------------------------------------|------------------|------|--------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|------|------|---|--|
| | Victimes — Slachtoffers | | | | | | | Victimes — Slachtoffers | | | | | | | Victimes — Slachtoffers | | | | | | | |
| | Incapacités temporaires | | | Blessés avec incapacités permanentes | | | | Incapacités temporaires | | | Blessés avec incapacités permanentes | | | | Incapacités temporaires | | | Blessés avec incapacités permanentes | | | | |
| | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | Plus de 20 jours | Moins de 56 jours | 56 jours et plus | 20 % | 70 % | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | Plus de 20 jours | Moins de 56 jours | 56 jours et plus | 20 % | 70 % | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | Plus de 56 jours | 20 % | 70 % | | |
| Tués — Doden | | | | | | | Tués — Doden | | | | | | | Tués — Doden | | | | | | | | |
| Accidents de la surface | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ongevallen op de bovengrond |
| 1 Eboulements, chutes de pierres ou de blocs de houille | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 Instortingen, vallen van stenen en blokken kool | |
| 2 Transport | 6 | — | — | — | — | — | — | 36 | 5 | 20 | 8 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 Vervoer | |
| 3 Chutes de la victime | 59 | 15 | 31 | 9 | — | — | — | 79 | 18 | 51 | 8 | 2 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | 3 Vallen van het slachtoffer | |
| 4 Maniement ou emploi d'outils, machines et mécanismes | 44 | 14 | 24 | 6 | — | — | — | 83 | 16 | 56 | 8 | 3 | 3 | 1 | — | — | — | — | — | — | 4 Hanteren of gebruiken van gereedschap, machines en tuigen | |
| 5 Chutes d'objets et manipulation | 46 | 6 | 31 | 8 | — | — | — | 109 | 24 | 74 | 11 | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | 5 Vallen en manipulatie van voorwerpen | |
| 6 Explosifs | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6 Springstoffen | |
| 7 Inflammations, explosions | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 7 Ontvlamingen, ontploffingen | |
| 8 Incendies et feux | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 8 Vuur en brand | |
| 9 Courant électrique | 1 | — | — | — | — | — | — | 4 | — | 3 | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 9 Elektrische stroom | |
| 10 Divers | 1 | 1 | — | — | — | — | — | 3 | — | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 Allerhande | |
| 107 Divers | 107 | 29 | 59 | 16 | 3 | — | — | 47 | 16 | 26 | 4 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| Total surface | 264 | 65 | 150 | 40 | 9 | 1 | — | 362 | 79 | 233 | 40 | 10 | 12 | 1 | — | — | — | — | — | — | | |
| Total général fond et surface | 2967 | 393 | 2022 | 469 | 83 | 20 | 2 | 8537 | 2222 | 5494 | 716 | 155 | 266 | 13 | 626 | 144 | 383 | 80 | 19 | 13 | 2 | |
| Accidents sur le chemin du travail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Totaal bovengrond |
| * Accidents de trajet * | 32 | 4 | 20 | 6 | 2 | 1 | — | 82 | 20 | 50 | 6 | 6 | 3 | — | 114 | 24 | 70 | 12 | 8 | 4 | — | Algemeen totaal ondergrond en bovengrond |
| Calcul des proportions de tués | Sud Zuidea | | | | | | | Nord Noorden | | | | | | | Royaume Het Rijk | | | | | | | Ongevallen op de weg naar en van het werk |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * Trajectongevallen * |
| Nombre de postes effectués convertis en postes de 8 heures | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Berekening van de verhouding van het aantal doden |
| Fond | 461 501 | | | | | | | 2 762 259 | | | | | | | 3 223 760 | | | | | | | Aantal verrichte diensten omgezet in diensten van 8 uren |
| Surface | 281 273 | | | | | | | 911 640 | | | | | | | 1 192 913 | | | | | | | Ondergrond |
| Fond et surface | 742 774 | | | | | | | 3 673 899 | | | | | | | 4 416 673 | | | | | | | Bovengrond |
| Proportion de tués par million d'hommes-postes | | | | | | | | 1,81 | | | | | | | 1,55 | | | | | | | Ondergrond en bovengrond |
| Fond | — | | | | | | | — | | | | | | | — | | | | | | | Ondergrond |
| Surface | — | | | | | | | 1,36 | | | | | | | 1,13 | | | | | | | Bovengrond |
| Fond et surface | 795 741 | | | | | | | 6 272 300 | | | | | | | 7 068 041 | | | | | | | Ondergrond en bovengrond |
| Nombre de tonnes nettes extraites | 795 741 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aantal netto gewonnen ton |
| Proportion de tués par million de tonnes nettes extraites : | | | | | | | | 0,80 | | | | | | | 0,71 | | | | | | | Verhouding van het aantal doden per miljoen nettogewonnen ton |
| Fond | — | | | | | | | — | | | | | | | — | | | | | | | Ondergrond |
| Surface | — | | | | | | | 0,80 | | | | | | | 0,71 | | | | | | | Bovengrond |
| Fond et surface | — | | | | | | | 2 978 | | | | | | | 3 390 | | | | | | | Ondergrond en bovengrond |
| Nombre de victimes par million de postes prestés | 5 856 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aantal slachtoffers per miljoen verstrekte diensten |
| Fond | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ondergrond |

TABEL 1 bis — In 1977 in de kolenmijnen gebeurde ongevallen

mes d'accidents par million de postes prestés n'a pratiquement pas varié (3.389 contre 3.342 en 1976).

Dans le nord, ce rapport était de 2.978 en 1977, contre 2.882 en 1976, soit une augmentation de +3,3 %.

Dans le Sud le rapport est passé de 5.231 en 1976 à 5.857 en 1977 (+12 %).

On observe une aggravation dans le Nord et dans le Sud.

Les accidents causés par les *éboulements et chutes de pierres et de blocs de houille*, restent de loin les plus nombreux et se décomposent comme suit :

| | |
|---|-------|
| — en taille : | |
| au cours de l'abatage et des travaux qui y font suite | 2.161 |
| au cours des travaux de contrôle du toit | 327 |
| — dans les galeries en veine de toute nature | 1.043 |
| — dans les galeries au rocher | 302 |
| — dans les puits et burquins | 48 |
| | 3.881 |

Soit au total : 3.881

La proportion d'accidents de cette nature par rapport à l'ensemble des accidents du fond s'établit ainsi à 35,5 % (en 1976 35,6 %). Cette proportion atteignait près de 50 % en 1956. Le pourcentage est le même dans le Nord que dans le Sud.

Les accidents occasionnés par le fonctionnement de *machines d'abatage, chargeuses, remblayeuses et autres machines*, ainsi que *l'emploi d'outils et la manipulation d'éléments de soutènement* ont enregistré en 1977, 2.012 cas (18,4 % du total des accidents du fond). La manipulation d'éléments de soutènement a fait 1.202 victimes contre 1.401 en 1976 (—14,1 %).

Les manipulations diverses et chutes d'objets sont aussi importantes parmi des causes d'accidents avec 2.268 victimes en 1977 contre 2.224 en 1976. La proportion des victimes d'accidents de cette catégorie s'est élevée en 1977 (20,7 % du nombre total des accidents du fond, contre 18,9 % en 1976).

Les accidents provoqués par la circulation du personnel (chutes, heurts, foulures etc.) ont fait 1.250 victimes (11,4 % contre 12,8 % en 1976).

Les transports ont enregistré 907 victimes, soit 8,2 % de l'ensemble des accidents du fond (8,9 % en 1976).

totaal aantal slachtoffers van ongevallen per miljoen diensten haast niet veranderd (3.387 tegenover 3.342 in 1976).

In het Noorden was die verhouding 2.978 in 1977, tegenover 2.882 in 1976, wat neerkomt op een stijging met +3,3 %.

In het Zuiden is er een stijging van 5.231 in 1976 tot 5.857 in 1977 (+12 %).

In het Zuiden en in het Noorden wordt een verslechtering waargenomen.

De ongevallen door *instortingen en door het vallen van stenen en blokken kool* veroorzaakt, zijn nog steeds het talrijkst en worden als volgt verdeeld :

| | |
|--|-------|
| — in pijlers : | |
| tijdens de winning en het vervolg van de winning | 2.161 |
| tijdens verrichtingen voor de dakcontrole | 327 |
| — in om het even welke gangen in de kolen | 1.043 |
| — in de gangen in het gesteente | 302 |
| — in schachten en blinde schachten | 48 |
| | 3.881 |

Samen : 3.881

Deze ongevallen vormen samen 35,5 % van het totaal aantal ondergrondse ongevallen (in 1976 35,6 %). In 1956 was dat bijna 50 %. Het percentage is ongeveer hetzelfde voor het Noorden en het Zuiden.

De ongevallen veroorzaakt door *winmachines, laadmachines, vulmachines en andere machines*, evenals door *het gebruik van gereedschap en de manipulatie van ondersteuningsmiddelen*, hebben in 1977 2.012 slachtoffers gemaakt (18,4 % van het totaal aantal ongevallen in de ondergrond). De manipulatie van ondersteuningsmiddelen heeft 1.202 slachtoffers gemaakt, tegenover 1.401 in 1976 (—14,1 %).

Diverse manipulaties en het vallen van voorwerpen nemen ook een belangrijke plaats in wat de oorzaken van de ongevallen betreft, met 2.268 slachtoffers in 1977 tegenover 2.224 in 1976. Proportioneel is het aantal slachtoffers van ongevallen in deze categorie toegenomen in 1977 (20,7 % van het totale aantal ongevallen in de ondergrond, tegen 18,9 % in 1977).

De ongevallen veroorzaakt door het circuleren van het personeel (vallen, zich stoten, verstuikingen, enz.), hebben 1.250 slachtoffers gemaakt (11,4 % tegen 12,8 % in 1976).

Het vervoer heeft 907 slachtoffers gemaakt, d.i. 8,2 % van het totaal aantal ongevallen in de ondergrond (8,9 % in 1976).

Le nombre d'accidents dus aux *explosifs* et à l'*électricité* a été de 11 au total.

On relève enfin sous la rubrique « *autres causes* » 598 accidents, dont 29 imputables à l'air comprimé et 60 survenus à la surface à des ouvriers du fond, en dehors du poste de travail proprement dit.

1.1.2. Surface

A la surface, le nombre d'accidents est de 626 pour le Royaume contre 747 en 1976. Le nombre d'accidents dans le Nord (362) est plus élevé que dans le Sud (264).

1.1.3. Chemin du travail

En 1977, il y a eu 114 accidents sur le chemin du travail contre 102 en 1976.

1.2. — Taux de fréquence, de gravité, de risque au fond et à la surface

Rappelons que le nombre de journées de chômage attribuées à tout accident mortel ou ayant entraîné une incapacité permanente totale a été portée à 7.500 et que le nombre conventionnel de journées de chômage attribuées au cas d'incapacité permanente partielle est le produit de 7.500 par le taux réel d'incapacité permanente attribué définitivement par les services médicaux compétents.

Le tableau n° 2 donne les taux de fréquence et les taux de gravité des accidents survenus au fond et à la surface des mines de houille, dans le Sud, le Nord et dans le Royaume.

Le taux de fréquence — c'est-à-dire le nombre d'accidents par million d'heures de travail — a été de 424 au fond (417 en 1976) et 65 à la surface (68 en 1976).

Dans le Sud, le taux de fréquence a augmenté de 12 % au fond et de 8 % à la surface. Dans le Nord on observe une augmentation du taux de fréquence au fond (+3 %) et une diminution à la surface (—2 %).

Pour le fond, le taux de loin le plus élevé s'observe à nouveau, comme précédemment, dans le Sud : 732, presque le double du taux relevé dans le Nord (372).

Pour la surface, l'écart entre les deux régions est plus important car le taux de fréquence, qui s'élève à

Springstoffen en *elektriciteit* hebben in totaal 11 ongevallen veroorzaakt.

Onder de rubriek « *andere oorzaken* » komen 598 ongevallen voor, 29 te wijten aan het gebruik van perslucht en 60 die op de bovengrond overkomen zijn aan de ondergrondse arbeiders, buiten de eigenlijke arbeidsdienst.

1.1.2. Bovengrond

Op de bovengrond zijn er in 1977 in heel het Rijk 626 ongevallen gebeurd, tegen 747 in 1976. In het Noorden hebben zich meer ongevallen voorgedaan (362) dan in het Zuiden (264).

1.1.3. Op de weg naar of van het werk

In 1977 hebben zich 114 ongevallen voorgedaan op de weg naar of van het werk, tegen 102 in 1976.

1.2. — Veelvuldigheidsvoet, ernst- en risicovoet in de ondergrond en op de bovengrond

Men weet dat het aantal afwezigheidsdagen, voor ieder dodelijk ongeval of voor ieder ongeval met een totale blijvende ongeschiktheid aangerekend, op 7.500 gebracht werd en dat het konventioneel aantal afwezigheidsdagen, voor de ongevallen met gedeeltelijke blijvende ongeschiktheid aangerekend, gelijk is aan het produkt van 7.500 met het door de bevoegde medische diensten definitief toegekende percentage van blijvende ongeschiktheid.

In tabel 2 worden de veelvuldigheidsvoet en de ernstvoet van de ongevallen in de ondergrond en op de bovengrond van de kolenmijnen aangeduid voor het Zuiden, voor het Noorden en voor heel het Rijk.

De veelvuldigheidsvoet, d.i. het aantal ongevallen per miljoen werkuren, beliep 424 voor de ondergrond (417 in 1976) en 65 op de bovengrond (68 in 1976).

In het Zuiden is de veelvuldigheidsvoet met 12 % toegenomen in de ondergrond en met 8 % op de bovengrond. In het Noorden is de veelvuldigheidsvoet toegenomen in de ondergrond (+3 %) en afgenomen op de bovengrond (—2 %).

Voor de ondergrond wordt het hoogste cijfer weer in het Zuiden waargenomen, nl. 732, d.i. bijna tweemaal meer dan in het Noorden (372).

Voor de bovengrond is het verschil tussen deze twee streken groter, want de veelvuldigheidsvoet, die

TABLEAU n° 2. — Taux de fréquence et de gravité des accidents survenus au fond et à la surface des mines de houille en 1977 et nombre moyen de journées chômées par accident

TABEL 2. — Veelvuldigheidsvoet en ernstvoet van de in 1977 in de ondergrond en op de bovengrond van de kolenmijnen gebeurde ongevallen en gemiddeld aantal verletdagen per ongeval

| | SUD | | NORD | | ROYAUME | | | |
|---|--|---|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| | Fond Ondergrond | Surface Bovengrond | Fond Ondergrond | Surface Bovengrond | Fond Ondergrond | Surface Bovengrond | | |
| | ZUIDEN | | NOORDEN | | HET RIJK | | | |
| Nombre de postes de 8 heures effectués en 1977 : n Nombre d'accidents chômants (y compris les cas de mort) : A | Aantal diensten van 8 uren verricht in 1977 : n Aantal ongevallen met arbeidsverzuim (dodelijke ongevallen inbegrepen) : A | | 461 501 | 281 273 | 2 762 259 | 911 640 | 3 223 760 | 1 192 913 |
| Taux de fréquence (1977) $T_f = \frac{A \times 10^3}{8n}$ | Veelvuldigheidsvoet (1977) | | 2 703 | 264 | 8 220 | 362 | 10 923 | 626 |
| Rappel de 1976 : T _f = | Idem voor 1976 : T _f | | 732 | 117 | 372 | 50 | 424 | 65 |
| | | | 654 | 108 | 360 | 52 | 417 | 68 |
| Nombre de jours d'incapacité temporaire (à l'exclusion des cas de morts et des incapacités permanentes) : J Nombre de jours conventionnels de chômage pour les cas de morts et d'incapacité permanente : | Aantal dagen met volledige tijdelijke ongeschiktheid (met uitsluiting van de dodelijke ongevallen met blijvende ongeschiktheid) : J Overeengekomen aantal verloren dagen wegens dodelijke ongevallen en ongevallen met blijvende ongeschiktheid | | 39 278 | 3 386 | 81 857 | 4 480 | 121 135 | 7 866 |
| $J' = M + \frac{P}{100} \times 7 500$ | | | 7 650 | 10 575 | 184 725 | 7 125 | 192 375 | 17 700 |
| TOTAL | J + J' | TOTAAL | 46 928 | 13 961 | 266 582 | 11 605 | 313 510 | 25 566 |
| Taux de gravité : T _g — sans J' rappel de 1976 | $\frac{J \times 10^3}{8n}$ | Ernstvoet : T _g — J' niet inbegrepen id. voor 1976 : | 10,6 | 1,5 | 3,7 | 0,6 | 4,7 | 0,8 |
| — avec J' rappel de 1976 | $\frac{(J + J') \times 10^3}{8n}$ | — J' inbegrepen id. voor 1976 : | 9,6 | 1,4 | 3,9 | 0,7 | 5,0 | 0,9 |
| | | | 12,7 | 6,2 | 12,1 | 1,5 | 12,2 | 2,7 |
| | | | 23,1 | 5,3 | 11,1 | 2,4 | 13,5 | 3,2 |
| Nombre moyen de journées chômées par accident — sans J' rappel de 1976 | $\frac{J}{A}$ | Gemiddeld aantal verletdagen per ongeval — J' niet inbegrepen id. voor 1976 : | 14,5 | 12,8 | 9,6 | 12,4 | 11,1 | 12,6 |
| — avec J' rappel de 1976 | $\frac{J + J'}{A}$ | — J' inbegrepen id. voor 1976 : | 14,5 | 13,0 | 10,9 | 13,4 | 12,1 | 13,2 |
| | | | 17,4 | 52,9 | 32,4 | 32,1 | 28,7 | 40,8 |
| | | | 35,3 | 48,8 | 31,1 | 45,8 | 32,4 | 47,2 |

50 dans le Nord, atteint en moyenne le double (117) dans le Sud.

Pour établir le *taux de gravité* des accidents, le tableau 2 donne d'abord le nombre de jours d'incapacité temporaire totale à l'exclusion des cas mortels et des incapacités permanentes (J), et ensuite le nombre conventionnel de jours de chômage attribués à ces dernières catégories d'accidents conformément aux prescriptions de l'arrêté royal du 29 avril 1958 (J').

Ce nombre résulte en fait de la formule :

$$J' = M + \frac{P}{100} \times 7.500$$

dans laquelle

M - est le nombre d'accidents mortels qui figure au tableau 1

P - est la somme des taux d'incapacité suivants, exprimés en % :

1. des incapacités permanentes définitivement consolidées en 1977 résultant d'accidents survenus dans l'année ;
2. des prévisions d'incapacité permanente attribuées à des lésions résultant d'accidents survenus en 1977 mais dont la consolidation définitive n'était pas acquise en fin d'exercice ;
3. des différences entre les taux de consolidation définitive attribuées en 1977 à des victimes d'accidents survenus au cours d'exercices antérieurs, et les taux provisoires pris en considération pour le calcul des taux de gravité des exercices antérieurs. (1)

Ces éléments permettent d'établir le *taux de gravité* des accidents, c'est-à-dire le nombre de journées d'incapacité rapporté au nombre d'heures de travail exprimé en milliers.

$$\text{Ainsi : } T_g = 1.000 \times \frac{J}{8n} \text{ ou } 1.000 \times \frac{J + J'}{8n}$$

suivant que l'on tient compte ou non du nombre de jours conventionnels de chômage attribués aux accidents ayant entraîné la mort ou une incapacité permanente.

Le premier de ces taux, qui exprime le nombre de journées perdues pour 1.000 heures de travail respectivement au fond et à la surface, montre que le chômage provoqué par les accidents du travail est en 1977 plus de deux fois supérieur dans le Sud à celui du Nord, tant au fond qu'à la surface.

(1) Pour des raisons de simplification, cet élément du calcul n'a pas été pris en considération.

in het Noorden 50 bedraagt, ligt tweemaal hoger (117) in het Zuiden.

Om de *ernstvoet* van de ongevallen te bepalen, geeft tabel 2 eerst het aantal dagen met volledige tijdelijke ongeschiktheid, met uitsluiting van de dodelijke ongevallen en die met een blijvende ongeschiktheid (J), en daarna het overeengekomen aantal verloren dagen aan deze twee categorieën van ongevallen toegekend overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 29 april 1958 (J').

Feitelijk bekomt men dit aantal door de formule :

$$J' = M + \frac{P}{100} \times 7.500$$

waarin

M - het aantal dodelijke ongevallen vermeld in tabel 1 voorstelt en

P - de som is van de daarna vermelde ongeschiktheidspercentages :

1. de in 1977 definitief gekonsolideerde blijvende ongeschiktheid voortspruitende uit ongevallen die in de loop van het jaar gebeurd zijn ;
2. de voorziene blijvende ongeschiktheden toegekend voor letsels van ongevallen die in 1977 gebeurd, maar op het einde van het jaar nog niet definitief gekonsolideerd waren ;
3. de verschillen tussen de percentages van definitieve konsolidatie in 1977 toegekend aan slachtoffers van ongevallen van voorgaande jaren en de voorlopige percentages die voor de berekening van de ernstvoeten van de vorige jaren in aanmerking genomen zijn. (1)

Aan de hand van deze gegevens kan de *ernstvoet* van de ongevallen berekend worden, d.i. het aantal dagen door ongevallen verloren per duizend werkuren, zodat :

$$T_g = 1.000 \times \frac{J}{8n} \text{ of } 1.000 \times \frac{J + J'}{8n}$$

naargelang men al dan niet rekening houdt met het konventioneel aantal verloren dagen aan dodelijke ongevallen of aan ongevallen met een blijvende ongeschiktheid toegekend.

Het eerste cijfer, dat het aantal verloren dagen per 1.000 werkuren weergeeft, eensdeels voor de ondergrond en anderdeels voor de bovengrond, toont aan dat in 1977 het aantal door arbeidsongevallen verloren dagen in het Zuiden meer dan tweemaal hoger ligt dan in het Noorden, zowel in de ondergrond als op de bovengrond.

(1) Eenvoudigheidshalve werd dit gedeelte van de berekening buiten beschouwing gelaten.

Par contre, le nombre moyen de journées chômées par accident en tenant compte des jours conventionnels, est respectivement de 32,4 dans le Nord contre 17,4 dans le Sud pour le fond et de 32,1 dans le Nord contre 52,9 dans le Sud pour la surface.

L'évolution du taux de gravité global (avec J') accuse une amélioration dans le Sud (où il passe de 23,1 à 12,7) ; par contre, dans le Nord il passe de 11,1 à 12,1.

Le taux de risque — sans J' — (nombre moyen de journées chômées par accident) n'a pas varié au fond dans les deux régions.

Le taux de risque avec J', pour les accidents de la surface, a augmenté sensiblement pour le Sud et s'est amélioré pour le Nord.

1.3. — Procès-verbaux d'accidents dressés par l'Administration des Mines

Les enquêtes auxquelles ont donné lieu les accidents graves survenus dans les charbonnages en 1977 ont fait l'objet de 14 procès-verbaux dressés par les ingénieurs du Corps des Mines. Les suites en sont données au tableau n° 3.

L'écart éventuel entre le nombre de procès-verbaux et celui des accidents graves et mortels mentionnés au tableau 1 s'explique comme suit :

1) certains accidents font plusieurs victimes, mais ne font l'objet que d'un seul procès-verbal d'enquête, d'où l'écart entre le nombre de procès-verbaux et le nombre de victimes mentionnés au tableau n° 3 ;

2) dans certains cas, l'incapacité de la victime a été portée à 20 % ou davantage trop tardivement pour que l'ingénieur des mines puisse utilement procéder à une enquête technique sur les causes en circonstances de ces accidents. Inversément, des enquêtes sont faites pour des accidents apparemment graves mais dont résultent finalement des incapacités permanentes partielles consolidées à moins de 20 % ;

3) les procès-verbaux de certaines enquêtes en cours à la date du 31 décembre ne sont pas encore enregistrés à cette date. En revanche, certains procès-verbaux enregistrés dans l'année peuvent se rapporter à des accidents de l'exercice précédent ;

4) certaines enquêtes sont faites pour des accidents mortels survenus dans les charbonnages fermés et qui dès lors ne sont plus repris dans la statistique, ou encore pour des accidents survenus à

Als men de overeengekomen verletdagen meerekent is het gemiddeld aantal verloren dagen per ongeval 32,4 in het Noorden en 17,4 in het Zuiden voor de ondergrond en 32,1 in het Noorden en 52,9 in het Zuiden voor de bovengrond.

De totale ernstvoet (met J') is gedaald in het Zuiden van 23,1 naar 12,7, maar in het Noorden stijgt hij van 11,1 naar 12,1.

De risicovoet — zonder J' — (gemiddeld aantal verloren werkdagen per ongeval) is in beide streken ongeveer gelijk gebleven in de ondergrond.

Voor de bovengrondse ongevallen is de risicovoet met J' in 1977 merkkelijk gestegen in het Zuiden, maar gedaald in het Noorden.

1.3. — Processen-verbaal van ongevallen door de Administratie van het Mijnwezen opgesteld

In 1977 hebben de ingenieurs van het Mijncorps 14 processen-verbaal van zware ongevallen in de mijnen opgesteld ; meer bijzonderheden daarover zijn te vinden in tabel 3.

Indien er een verschil tussen het aantal processen-verbaal en het in tabel 1 vermelde cijfer van de zware en dodelijke ongevallen is, is dat als volgt te verklaren :

1) sommige ongevallen maken verscheidene slachtoffers, maar geven slechts aanleiding tot één enkel proces-verbaal van onderzoek, zodat er een verschil is tussen het aantal processen-verbaal en het aantal slachtoffers dat in tabel 3 aangeduid is ;

2) voor sommige ongevallen wordt de ongeschiktheid van het slachtoffer te laat op 20 % of meer vastgesteld, zodat de rijksmijn ingenieur geen technisch onderzoek naar de oorzaken en de omstandigheden van die ongevallen meer kan instellen. Omgekeerd, wordt soms een onderzoek ingesteld voor ongevallen die zwaar lijken, maar die uiteindelijk slechts een blijvende ongeschiktheid van minder dan 20 % tot gevolg hebben ;

3) de processen-verbaal van sommige onderzoeken die op 31 december nog aan de gang zijn, zijn op die datum nog niet ingeschreven. Van de andere kant kunnen sommige processen-verbaal die in de loop van het jaar ingeschreven zijn betrekking hebben op ongevallen die het jaar te voren gebeurd zijn ;

4) sommige onderzoeken hebben betrekking op dodelijke ongevallen in gesloten kolenmijnen, die bijgevolg in de statistiek niet meer opgenomen worden, of op ongevallen waarvan personen die niet tot

TABLEAU n° 3

Accidents graves survenus dans les mines en 1977

TABEL 3

Zware ongevallen in de mijnen in 1977

| RUBRIQUES | Sud Zuiden | Nord Noorden | Royaume Het Rijk | RUBRIEKEN |
|---|---------------|-----------------|---------------------|---|
| Nombre de P.V. d'accidents : | | | | Aantal processen-verbaal van ongevallen : |
| Fond | 2 | 11 | 13 | Ondergrond |
| Surface | 1 | — | 1 | Bovengrond |
| Total | 3 | 11 | 14 | Totaal |
| Nombre de victimes (voir tableau n° 1) : | | | | Aantal slachtoffers (zie tabel 1) : |
| a) Tués ou blessés mortellement | — | 5 | 5 | a) Doden en dodelijk gewetst |
| b) Blessés grièvement | 3 | 6 | 9 | b) Zwaar gekwetsten |
| Total | 3 | 11 | 14 | Totaal |
| Conclusions de l'Administration des Mines : | | | | Konklusies van de Administratie van het Mijnwezen : |
| 1) Poursuites demandées | — | — | — | 1) Vervolgingen gevraagd : |
| 2) Poursuites laissées à l'appréciation du Procureur du Roi | — | 2 | 2 | 2) Vervolgingen overgelaten aan de beoordeling van de Prokureur des Konings |
| 3) Recommandations de sécurité faites au charbonnage | — | 6 | 6 | 3) Aan de mijn gedane aanbevelingen betreffende de veiligheid |
| 4) Classement demandé | 3 | — | 3 | 4) Klassering gevraagd |
| 5) Enquêtes en cours | — | 1 | 1 | 5) Nog lopende onderzoeken |

des personnes étrangères aux mines dans les dépendances des mines (par exemple sur les terrils...) ou encore pour des accidents dont seraient victimes dans l'enceinte des charbonnages des personnes au service d'entrepreneurs étrangers à la mine chargés de l'exécution de certains travaux.

1.4. — *Rétrospective des accidents mortels*

L'évolution du nombre de tués au fond et à la surface, en chiffres absolus et rapporté au million de postes au cours des 5 dernières années, avec rappel des données correspondantes pour 1950, 1960, 1965 et 1970 est figurée au tableau n° 4.

het mijnpersoneel behoren in de aanhorigheden van de mijnen (op steenberg b.v.) het slachtoffer zijn of ook nog op ongevallen op het terrein van de mijn overkomen aan het personeel van aannemers die bepaalde werken uitvoeren.

1.4. — *De dodelijke ongevallen tijdens de jongste jaren*

Het aantal doden in de ondergrond en op de bovengrond tijdens de jongste 5 jaren, in volstrekte cijfers uitgedrukt en per miljoen diensten berekend, is in tabel 4 aangeduid, samen met de overeenkomstige cijfers van 1950, 1960, 1965 en 1970.

TABLEAU n° 4
Rétrospective des accidents mortels

TABEL 4
De dodelijke ongevallen tijdens de jongste jaren

| Année Jaar | Nombre de tués Fond Aantal doden Ondergrond | Nombre de tués par million de postes Fond Aantal doden per miljoen diensten Ondergrond | Nombre de tués Surface Aantal doden Bovengrond | Nombre de tués par million de postes Surface Aantal doden per miljoen diensten Bovengrond | Nombre de tués Fond et surface Aantal doden Onder- en bovengrond | Nombre de tués par million de postes Fond et surface Aantal doden per miljoen diensten Onder- en bovengrond |
|---------------|--|---|---|--|---|--|
| 1950 | 147 | 5,46 | 20 | 1,62 | 167 | 4,25 |
| 1960 | 68 | 4,28 | 4 | 0,59 | 72 | 3,18 |
| 1965 | 52 | 4,34 | 3 | 0,62 | 55 | 3,28 |
| 1970 | 19 | 3,70 | 2 | 0,77 | 21 | 2,72 |
| 1973 | 18 | 4,32 | 1 | 0,48 | 19 | 3,04 |
| 1974 | 6 | 1,67 | — | — | 6 | 1,18 |
| 1975 | 9 | 2,40 | — | — | 9 | 1,71 |
| 1976 | 7 | 1,99 | 2 | 1,47 | 9 | 1,84 |
| 1977 | 5 | 1,55 | — | — | 5 | 1,13 |

1.5. — Répartition des accidents graves suivant le siège et la nature des lésions

Depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté royal du 29 avril 1958 relatif aux organes de sécurité, d'hygiène et d'embellissement des lieux de travail concernant les mines, minières et carrières souterraines, les befs services de sécurité et d'hygiène des charbonnages sont tenus de remplir, pour chaque accident, une « fiche d'accident » dont le contenu est défini à l'annexe 1 dudit arrêté, annexe à laquelle renvoie l'article 4.

L'arrêté ministériel en date du 19 décembre 1973, entré en vigueur le 1 janvier 1974, a modifié le contenu de la fiche d'accident dans les mines de houille afin de saisir un plus grand nombre de données relatives aux accidents, pour mieux en dégager les causes et à l'effet de prendre toutes mesures utiles pour en diminuer le nombre et la gravité. La codification a été fixée de manière à permettre l'exploitation des informations par des moyens mécanographiques et à faciliter l'élaboration des statistiques communes relatives aux victimes des accidents du fond par les Communautés européennes.

Par accident grave, l'Organe permanent entend l'accident qui a entraîné soit la mort endéans les 56 jours de sa survenance, soit une incapacité de travail au fond de plus de 56 jours.

1.5. — Indeling van de zware ongevallen naar de plaats en de aard van het letsel

Sedert het koninklijk besluit van 29 april 1958 betreffende de organen voor veiligheid, gezondheid en verfraaiing der werkplaatsen in de mijnen, grave-rijen en ondergrondse groeven in werking getreden is, moeten de hoofden van de diensten voor veiligheid en gezondheid van de kolenmijnen voor ieder ongeval een ongevalskaart invullen, waarvan de inhoud bepaald is in bijlage 1 van dat besluit, een bijlage waar in artikel 4 naar verwezen wordt.

Het ministerieel besluit van 19 december 1973, dat op 1 januari 1974 in werking getreden is, heeft de inhoud en de vorm van de ongevallensteekkaart gewijzigd ten einde een groter aantal gegevens over de ongevallen in te winnen, om de oorzaken ervan beter te achterhalen en de nodige maatregelen te nemen om het aantal ongevallen en de zwaarte ervan te doen afnemen. Deze wijziging werd derwijze doorgevoerd dat de gegevens met mechanografische middelen kunnen verwerkt worden en dat het opmaken van de gemeenschappelijke statistieken van de door ondergrondse ongevallen getroffen door de Europese Gemeenschappen erdoor vergemakkelijkt wordt.

Onder zwaar ongeval verstaat het Permanent Orgaan een ongeval dat ofwel de dood van het slachtoffer binnen 56 dagen nadat het gebeurd is, ofwel een arbeidsongeschiktheid voor de ondergrond van meer dan 56 dagen veroorzaakt heeft.

Les résultats de ce travail sont consignés dans le tableau n° 4bis.

L'examen de ce tableau montre que les accidents aux mains totalisent le quart des accidents graves du fond (26 %), les accidents aux jambes presque le tiers (31 %) et aux pieds plus d'un dixième (13 %), soit ensemble les sept dixièmes (70 %).

Ce sont les accidents affectant la tête, le cou et le tronc qui entraînent le plus de décès.

Quant à la nature des lésions, il convient d'abord d'observer que certaines d'entre elles (asphyxie, submersion, empoisonnement) affectent, de par leur nature même, l'ensemble du corps, tandis que d'autres ne peuvent affecter que certains « sièges » (par exemple, la perte d'un membre ne peut affecter que les membres). C'est pourquoi dans certaines colonnes, un certain nombre de lignes ont été condamnées.

Ceci étant précisé, on constatera que les fractures totalisent presque la moitié des accidents graves recensés (46 %) et 60 % des accidents mortels tandis que les contusions, écorchures et plaies en groupent encore plus de quatre dixièmes (42 %). Ainsi ces deux « natures de lésion » rassemblent presque neuf dixièmes des accidents graves (88 %) et 80 % des accidents mortels. On relève également 1 accident mortel provoqué par lésions internes.

2. — MINES METALLIQUES, MINIERES ET CARRIERES SOUTERRAINES

Le recensement et la classification des accidents survenus dans les mines métalliques, les minières et carrières souterraines est fait par l'Administration des Mines sur les mêmes bases que pour les mines de houille. Les données du tableau 5 relatives à l'année 1977, concernent les carrières souterraines selon la définition (ardoisières, terres plastiques, marbre, tuffeau, etc.) et l'unique mine de fer du pays.

Ces établissements n'ont occupé ensemble en 1977 que 117 ouvriers, dont 61 au fond et 56 à la surface. On observe une diminution des effectifs de près de 21 % par rapport à l'année précédente.

Le nombre total d'accidents chômants a été de 6 contre 29 en 1976. Dans ces entreprises on n'a pas enregistré en 1977 d'accident ayant entraîné une incapacité permanente ou accident mortel.

Pour le fond le maniement ou emploi de machines, outils, mécanismes et soutènements ont entraîné 4 accidents ; les éboulements et chutes de pierres ont entraîné 4 accidents ; la chute et le mouvement de la

De uitslagen van dat werk zijn in tabel 4bis opgenomen.

Uit deze tabel blijkt dat een vierde van de zware ongevallen in de ondergrond aan de handen gebeuren (26 %), bijna een derde aan de benen (31 %) en 13 % aan de voeten, d.i. samen zeven tiende (70 %).

De meeste sterfgevallen worden veroorzaakt door ongevallen aan het hoofd, de hals en de romp.

Wat de aard van de letsels betreft, dient vooreerst te worden opgemerkt dat sommige letsels (verstikking, verdrinking, vergiftiging) uiteraard op heel het lichaam betrekking hebben, terwijl andere alleen op bepaalde plaatsen kunnen slaan (zo kan het verlies van een lidmaat alleen op de ledematen slaan). Daarom zijn sommige regels en sommige kolommen weggelaten.

Na deze verduidelijking ziet men dat de breuken bijna de helft van de gewone, zware ongevallen (46 %) en 60 % van de dodelijke ongevallen uitmaken en de kneuzingen, schaafwonden en andere wonden nog meer dan vier tiende (42 %). Deze twee « soorten letsels » maken samen dus bijna negen tiende van de zware ongevallen (88 %) en 80 % van de dodelijke ongevallen uit. Een sterfgeval is te wijten aan inwendige letsels.

2. — METAALMIJNEN, ONDERGRONDSE GROEVEN EN GRAVERIJEN

De telling en de indeling van de ongevallen in de metaalmijnen en in de ondergrondse groeven en graverijen worden door de Administratie van het Mijnwezen op dezelfde manier verricht als die van de ongevallen in de kolenmijnen. De in tabel 5 vervatte gegevens over het jaar 1977 betreffen de ondergrondse graverijen volgens de definitie (leisteengroeven, plastische aarde, marmar, tufsteen, enz.) en de enige in het land bestaande ijzermijn.

Al deze inrichtingen samen hebben in 1977 slechts 117 arbeiders tewerkgesteld, 61 in de ondergrond en 56 op de bovengrond. Tegenover 1976 is het aantal tewerkgestelde arbeiders met bijna 21 % verminderd.

Er waren 24 ongevallen met arbeidsverzuim, tegenover 29 in 1976. In die ondernemingen werd in 1977 geen enkel ongeval met blijvende arbeidsongeschiktheid en geen enkel dodelijk ongeval opgetekend.

In de ondergrond waren 4 ongevallen te wijten aan het hanteren of gebruiken van machines, gereedschap, tuigen en ondersteuningsmiddelen en eveneens 4 aan instortingen en vallende stenen. 8

TABLEAU n° 4 bis — Répartition des victimes des accidents du fond selon le siège, la nature, la durée d'incapacité.

TABEL 4 bis — Indeling van de ongevallen ondergronds naar de plaats en de aard van het letsel en de duur van de arbeidsongeschiktheid.

LE ROYAUME — HET RIJK

Chiffres absolus — Absolute cijfers

Nombre d'heures — Aantal uren

| | | Tête cou Hoofd hals | Yeux Ogen | Tronc Romp | Membres infér. supér. Ledematen onderste bovenste | Mains Handen | Pieds Voeten | Sièges multiples Versch. plaatsen | Non précisé Niet om- schreven | Total Totaal | |
|--|---------------------|------------------------------|--------------|---------------|--|-----------------|-----------------|--|--|-----------------|---|
| Amputations et énucléations | > 56 tué tot. | — — — | — — — | — — — | 2 — 2 | 10 — 10 | 4 — 4 | — — — | — — — | 16 — 16 | > 56 Amputaties en dood enucleaties tot. |
| Fractures | > 56 tué tot. | 8 2 10 | — — — | 8 — 8 | 20 — 20 | 18 — 18 | 26 — 26 | 13 — 13 | 7 1 8 | 100 3 103 | > 56 Breuken dood tot. |
| Luxations, entorses, foulures | > 56 tué tot. | — — — | — — — | — — — | 3 — 3 | 1 — 1 | — — — | — — — | — — — | 4 — 4 | > 56 Ontwrichtingen, dood verstuingen, tot. spierverrekkingen |
| Commotions et lésions internes | > 56 tué tot. | 1 — 1 | — — — | — 1 1 | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | 1 1 2 | > 56 Hersenschudding, dood inwendige letsels tot. |
| Plaies, contusions, attritions musculaires | > 56 tué tot. | 2 — 2 | 2 — 2 | 4 1 5 | 39 — 39 | 12 — 12 | 21 — 21 | 11 — 11 | 3 — 3 | 94 1 95 | > 56 Wonden, kneuzingen, dood spierbeschadiging tot. |
| Brûlures, effets nocifs de l'électricité, radiations | > 56 tué tot. | — — — | — — — | — — — | 1 — 1 | — — — | — — — | — — — | — — — | 1 — 1 | > 56 Brandwonden, schadelijke dood gevolgen van elektrische tot. stroom, straling |
| Intoxications, asphyxies | > 56 tué tot. | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | > 56 Vergiftigingen, dood verstikkingen tot. |
| Lésions multiples ou non précisées | > 56 tué tot. | — — — | — — — | — — — | 2 — 2 | — — — | — — — | — — — | 1 — 1 | 3 — 3 | > 56 Meervoudige of dood onbepaalde letsels tot. |
| Total | > 56 tué tot. | 11 2 13 | 2 — 2 | 12 2 14 | 67 — 67 | 31 — 31 | 57 — 57 | 28 — 28 | 11 1 12 | 219 5 224 | > 56 dood Totaal tot. |

TABLEAU n° 5

Accidents survenus dans les mines métalliques,
les minières souterraines et les carrières souterraines.

1977

TABEL 5

In de metaalmijnen, ondergrondse groeven en
graverijen gebeurde ongevallen.

| A. FOND | Nombre de victimes ayant subi une incapacité temporaire totale | | | | | | | Tués | A. ONDERGROND |
|---|--|----------------|-----------------|------------|----------------------------|---------------------------------|--------|-------|---|
| | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | > 56 jours | Nombre total de victimes | < 20% | ≥ 20% | | |
| CAUSES TECHNIQUES | Aantal slachtoffers met | | | | | blijvende arbeidsongeschiktheid | | Doden | TECHNISCHE OORZAKEN |
| | 1 tot 3 dagen | 4 tot 20 dagen | 21 tot 56 dagen | > 56 dagen | Totaal aantal slachtoffers | < 20 % | ≥ 20 % | | |
| I. Eboulements et chutes de pierres | — | 4 | — | — | 4 | — | — | — | I. Instortingen en vallen van stenen |
| II. Moyens de transport | — | 3 | — | — | 3 | — | — | — | II. Vervoermiddelen |
| III. Chute et mouvement de la victime | 1 | 6 | — | 1 | 8 | — | — | — | III. Vallen en bewegen van het slachtoffer |
| IV. Maniement ou emploi de machines, outils, mécanismes et soutènements | 1 | 2 | 1 | — | 4 | — | — | — | IV. Hanteren of gebruiken van machines, gereedschap, tuigen en ondersteuningsmiddelen |
| V. Chute d'objets et manipulations diverses | — | — | — | — | — | — | — | — | V. Vallen van voorwerpen en alerhande manipulaties |
| VI. Explosifs | — | — | — | — | — | — | — | — | VI. Springstoffen |
| VII. Inflammations et explosions | — | — | — | — | — | — | — | — | VII. Ontvlammingsen en ontploffingen |
| VIII. Anoxies, asphyxies et intoxications par gaz naturel et autres | — | — | — | — | — | — | — | — | VIII. Zuurstoftekort, verstikking en vergiftiging door natuurlijke en andere gassen |
| IX. Feux et incendies | — | — | — | — | — | — | — | — | IX. Vuur en branden |
| X. Coups d'eau | — | — | — | — | — | — | — | — | X. Waterdoorbraken |
| XI. Electricité | — | — | — | — | — | — | — | — | XI. Elektriciteit |
| XII. Autres causes | — | — | — | — | — | — | — | — | XII. Andere oorzaken |
| Total pour le fond | 2 | 15 | 1 | 1 | 19 | — | — | — | Totaal voor de ondergrond |

Accidents survenus dans les mines métalliques,
les minières souterraines et les carrières souterraines.

TABEL 5 (vervolg)
In de metaalmijnen, ondergrondse groeven en
graverijen gebeurde ongevallen.

| B. SURFACE | Nombre de victimes ayant subi une incapacité | | | | | | | Tués | B. BOVENGROND |
|--|--|-------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|---|
| | temporaire totale | | | | Nombre total de victimes | permanente | | | |
| CAUSES TECHNIQUES | 1 à 3 jours | 4 à 20 jours | 21 à 56 jours | > 56 jours | | Totaal aantal slachtoffers | < 20 % | ≥ 20 % | Doden |
| | Aantal slachtoffers met | | | | blijvende arbeids- ongeschiktheid | | | | |
| | 1 tot 3 dagen | 4 tot 20 dagen | 21 tot 56 dagen | > 56 dagen | | < 20 % | ≥ 20 % | | |
| I. Eboulements et chutes de pierres | — | — | — | — | — | — | — | — | I. Instortingen en vallen van stenen |
| II. Transports | — | 3 | — | — | 3 | — | — | — | II. Vervoermiddelen |
| III. Maniement ou emploi d'outils, machines et mécanismes | — | — | 1 | — | 1 | — | — | — | III. Hanteren of gebruiken van ge- reedschap, machines en tuigen |
| IV. Chutes d'objets et manipu- lations | — | — | — | — | — | — | — | — | IV. Vallen van voorwerpen en manipu- laties |
| V. Chute et mouvements de la victime | — | 1 | — | — | 1 | — | — | — | V. Vallen en bewegen van het slacht- offer |
| VI. Inflammations, explosions, asphyxies et intoxications | — | — | — | — | — | — | — | — | VI. Ontvlamingen, ontploffingen, verstikking en vergiftiging |
| VII. Feux et incendies | — | — | — | — | — | — | — | — | VII. Vuur en branden |
| VIII. Explosifs | — | — | — | — | — | — | — | — | VIII. Springstoffen |
| IX. Electricité | — | — | — | — | — | — | — | — | IX. Elektriciteit |
| X. Autres causes | — | — | — | — | — | — | — | — | X. Andere oorzaken |
| Total pour la surface | — | 4 | 1 | — | 5 | — | — | — | Totaal voor de bovengrond |
| Total fond + surface | 2 | 19 | 2 | 1 | 24 | — | — | — | Totaal onder- en bovengrond |
| C. ACCIDENTS SUR LE CHEMIN DU TRAVAIL | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | C. ONGEVALLLEN OP DE WEG NAAR EN VAN HET WERK |

victime ont entraîné 8 accidents, les moyens de transport ont entraîné 3 accidents.

Pour la surface, les transports comptent 3 accidents. Il y a aussi 1 accident dû au maniement et emploi d'outil et 1 accident pour les chutes de la victime.

3. — MINIERES ET CARRIERES A CIEL OUVERT

Jusqu'à présent, seuls les accidents mortels survenus dans les minières et carrières à ciel ouvert font l'objet d'une statistique. Elle comporte les mêmes rubriques principales que celle des accidents survenus dans les mines, ainsi qu'il résulte du tableau n° 6 A.

En 1977, il y a eu 7 accidents mortels contre 4 en 1976. Il y a eu 2 accidents au transport, 2 accidents à l'emploi d'outils, machines, etc. De plus, il y a 1 accident par éboulement, chute de pierres ou de blocs, 1 accident pour les manipulations et chute d'objets et 1 accident pour l'électrocution.

Ces chiffres comprennent un accident survenu dans une entreprise surveillée par l'Administration des Mines a une personne travaillant pour compte d'une entreprise particulière ou à une personne étrangère à l'entreprise.

ongevallen waren te wijten aan het vallen of bewegen van het slachtoffer en 3 aan vervoermiddelen.

Op de bovengrond waren 3 ongevallen te wijten aan het vervoer ; 1 ongeval werd veroorzaakt door het hanteren en gebruiken van gereedschap en 1 ongeval door het vallen van het slachtoffer.

3. — GROEVEN EN GRAVERIJEN IN DE OPEN LUCHT

Tot dusver wordt alleen de statistiek van de dodelijke ongevallen in de groeven en de graverijen in de open lucht opgemaakt. De hoofdreubrieken zijn dezelfde als voor de ongevallen in de mijnen, zoals uit tabel 6 A blijkt.

In 1977 waren er 7 dodelijke ongevallen, tegen 4 in 1976. Bij het vervoer zijn 2 personen omgekomen en bij het gebruik van werktuigen, machines enz. eveneens 2. Verder was 1 ongeval te wijten aan instortingen, vallen van stenen en blokken, 1 aan manipulaties en vallen van voorwerpen en 1 aan elektrocutie. Daarin is 1 ongeval begrepen dat zich in een onderneming die onder het toezicht van het Mijnwezen valt voorgedaan heeft aan een personeelslid van een aannemer of aan een persoon van buiten de onderneming.

TABLEAU n° 6A
*Accidents mortels
dans mes minières et carrières à ciel ouvert*

TABEL 6 A
*Dodelijke ongevallen
in de graverijen en groeven in de open lucht*

1977

| Catégories d'accidents | Royaume Het Rijk Nombre de tués Aantal doden | Kategorieën van ongevallen |
|---|---|---|
| 1. Eboulements, chutes de pierres ou de blocs | 1 | 1. Instortingen, vallen van stenen en blokken |
| 2. Transport | 2 | 2. Vervoer |
| 3. Emploi d'outils, machines et mécanismes | 2 | 3. Gebruik van werktuigen, machines, enz. |
| 4. Manipulations et chutes d'objets | 1 | 4. Manipulaties, vallen van voorwerpen |
| 5. Chute de la victime | — | 5. Vallen van het slachtoffer |
| 6. Asphyxies et intoxications | — | 6. Verstikking en vergiftiging |
| 7. Explosions, incendies, feux | — | 7. Ontploffingen, brand, vuur |
| 8. Emploi des explosifs | — | 8. Gebruik van springstoffen |
| 9. Electrocution | 1 | 9. Elektrocutie |
| 10. Divers | — | 10. Allerlei |
| Total | 7 | Totaal |

4. — USINES - INDUSTRIE SIDERURGIQUE

Dans les établissements surveillés par l'Administration des Mines autres que les mines, les minières et les carrières, avec leur dépendances, c'est-à-dire pour l'essentiel les usines sidérurgiques, avec leurs cokeries, mais aussi les cimenteries, les cokeries indépendantes et les fabriques d'agglomérés indépendantes, la statistique des accidents est longtemps restée limitée aux accidents mortels.

Ces dernières années une statistique plus détaillée des accidents de la sidérurgie a pu être établie, mais elle n'a toujours pas pu être étendue aux autres usines.

Le tableau n° 6 B concerne les accidents mortels survenus dans l'ensemble des usines sidérurgiques ou autres.

4. — FABRIEKEN - STAALNIJVERHEID

In de andere inrichtingen die onder het toezicht van de Administratie van het Mijnwezen staan — andere dan mijnen, groeven en graverijen en hun aanhoorigheden — en dat zijn hoofdzakelijk de siderurgiebedrijven met hun cokesfabrieken, maar ook de cementfabrieken en de zelfstandige cokes- en agglomeratenfabrieken, is de statistiek van de ongevallen jarenlang tot de dodelijke ongevallen beperkt gebleven.

De jongste jaren is men ertoe gekomen een uitvoerige statistiek van de ongevallen in de staalindustrie op te maken, maar tot dusver heeft men die nog niet tot de andere fabrieken kunnen uitbreiden.

Tabel 6 B heeft betrekking op de dodelijke ongevallen in alle fabrieken samen, die van de staalindustrie en de andere.

TABLEAU n° 6 B

Accidents mortels survenus dans les usines surveillées par l'Administration des Mines en 1977

TABEL 6 B

Dodelijke ongevallen in de onder het toezicht van het Mijnwezen geplaatste fabrieken in 1977

| CATEGORIES D'ACCIDENTS | N° | Nombre d'accidents mortels (1) Aantal dodelijke ongevallen (1) | | | | ROYAUME HET RIJK | N° | KATEGORIEEN VAN ONGEVALLEN |
|---|-----|---|---------------|------------------------|-----------|---------------------|---|-------------------------------|
| | | par divisions minières per mijnafdeling | | | | | | |
| | | Hainaut Hene- gouwen | Liège Luik | Cam- pine Kempen | | | | |
| Accidents occasionnés directement par les opérations de fabrication | 010 | — | — | — | — | 010 | Rechtstreeks door de fabricageverrichtingen veroorzaakte ongevallen | |
| Transport : | 020 | | | | | 020 | Vervoer : | |
| — Horizontal par véhicules sur roues | | 2 | — | — | 2 | | — Horizontaal met voertuigen op wielen | |
| — Sur plans inclinés ou vertical par véhicules guidés ou sur roues | | — | — | — | — | | — Op hellende vlakken of verticaal met geleide voertuigen of met voertuigen op wielen | |
| — Autres (ponts-roulants, grues, scrapers, convoyeurs, etc...) | | 2 | — | 1 | 3 | | — Ander (rolbruggen, kranen, scrapers, transportbanden, enz...) | |
| Maniement ou emploi d'outils, machines et mécanismes | 030 | — | 1 | — | 1 | 030 | Hanteren of gebruik van gereedschap, machines of tuigen | |
| Manipulations, chutes d'objets et éboulements | 040 | — | 2 | — | 2 | 040 | Manipulatie, vallen van voorwerpen en instortingen | |
| Chute de la victime | 050 | 2 | — | — | 2 | 050 | Vallen van het slachtoffer | |
| Asphyxies et intoxications (sauf par fumées d'incendie - voir 070) | 060 | 1 | — | — | 1 | 060 | Verstikking en vergifting (behalve door de rook van brand - zie 070) | |
| Explosions, incendies, feux | 070 | — | 1 | — | 1 | 070 | Ontploffingen, brand, vuur | |
| Emploi des explosifs | 080 | — | — | — | — | 080 | Gebruik van springstoffen | |
| Electrocution | 090 | 1 | — | — | 1 | 090 | Elektrokutie | |
| Divers | 100 | — | — | — | — | 100 | Allerlei | |
| TOTAL | | 8 | 4 | 1 | 13 | | TOTAAL | |

(1) Décès endéans les 56 jours de la date de l'accident.

(1) Overleden binnen 56 dagen na de dag van het ongeval.

Ces accidents sont répartis d'une part, selon les causes, en dix catégories et d'autre part, géographiquement, par division minière. La division du Hainaut comprend la province du Hainaut et le Brabant wallon ; la division de Liège comprend les provinces de Namur, de Liège et de Luxembourg ; la division de Campine comprend les provinces des deux Flandres, d'Anvers et de Limbourg et le Brabant flamand.

Le nombre d'accidents mortels instruits par les ingénieurs des mines en 1977 dans ces établissements a été de 13.

Il a été de huit unités dans la division du Hainaut, de quatre dans la division de Liège et de une unité en Campine. Parmi ces accidents, il y en a un qui est survenu dans une entreprise surveillée par l'Administration des Mines à une personne travaillant pour compte d'une entreprise particulière ou à une personne étrangère à l'entreprise.

L'analyse plus détaillée de la sécurité du travail dans l'industrie sidérurgique se fonde sur l'exploitation des rapports annuels des chefs de service de sécurité, d'hygiène et d'embellissement des lieux de travail des entreprises sidérurgiques.

Les tableaux statistiques dressés à partir de ces sources ne contiennent pas de données détaillées relatives aux accidents de travail de gravité moyenne.

Les rapports des services de sécurité des usines ont permis de dresser le tableau n° 7, qui donne le nombre total d'accidents chômants survenus dans l'industrie sidérurgique en 1977.

Les accidents sont classés suivant leurs causes matérielles. Comme les années précédentes, on constatera que les nombres les plus élevés se trouvent toujours sous les rubriques « divers » des trois dernières lignes du tableau qui totalisent encore 4.653 accidents chômants sur un total de 8.509 soit 54,7 % et même 18 % des accidents mortels, qui pourtant donnent lieu à une enquête approfondie.

Parmi les causes définies, les accidents provoqués par le maniement d'outils à main sont les plus nombreux (1.005) ; les poussières et les substances brûlantes ou très inflammables ont fait respectivement 699 et 438 victimes, les machines (485) et les appareils de levage (416), ces cinq causes groupant 30 % des accidents dont la cause a été déterminée (35 % en 1976).

Les relevés des années précédentes avaient déjà permis de dégager l'importance relative de ces causes.

Il faut cependant souligner que les deux premières des causes citées ci-dessus ne sont généralement pas à l'origine d'accidents graves. Les trois autres (substances brûlantes, machines, véhicules, appareils de levage) ont été en 1977 à l'origine de 6 des 11 accidents mortels signalés. Par contre, sur 535 acci-

Deze ongevallen worden ingedeeld, eensdeels naar de oorzaken, in tien categorieën en anderdeels geografisch, per mijnafdeling. De afdeling Henegouwen omvat de provincie Henegouwen en Waals-Brabant ; de afdeling Luik omvat de provincies Namen, Luik en Luxemburg ; de afdeling Kempen omvat de provincies Oost- en West-Vlaanderen, Antwerpen en Limburg en Vlaams-Brabant.

In 1977 hebben de mijningenieurs voor 13 dodelijke ongevallen in deze inrichtingen een onderzoek ingesteld.

In de afdeling Henegouwen waren er 8 doden ; in Luik 4 en in de afdeling Kempen 1. Daarin is één ongeval begrepen dat zich in een onderneming die onder het toezicht van het Mijnwezen valt voorgedaan heeft aan een personeelslid van een aannemer of aan een persoon van buiten de onderneming.

De uitvoerige ontleding van de arbeidsveiligheid in de staalindustrie steunt op de jaarverslagen van de hoofden van de diensten voor veiligheid, gezondheid en verfraaiing der werkplaatsen van de staalbedrijven.

De aan de hand van deze bronnen opgemaakte statistische tabellen bevatten geen gedetailleerde gegevens over de halfzware ongevallen.

De verslagen van de veiligheidsdiensten van de fabrieken hebben de gegevens voor tabel 7 verschaft, waarin het totaal aantal in 1977 in de staalindustrie gebeurde ongevallen met arbeidsverzuim aangeduid is.

De ongevallen worden naar hun materiële oorzaken ingedeeld. Zoals de vorige jaren worden nog altijd de hoogste cijfers aangetroffen in de rubrieken « allerlei » van de laatste drie regels van de tabel, die samen nog 4.653 ongevallen met arbeidsverzuim tellen op een totaal van 8.509 d.i. 54,7 % en zelfs 18 % van de dodelijke ongevallen, waarvoor nochtans een grondig onderzoek ingesteld wordt.

Onder de bepaalde oorzaken heeft het hanteren van handgereedschap het grootste aantal ongevallen veroorzaakt (1.005) ; het stof en brandende of licht ontvlambare stoffen hebben respectievelijk 699 en 438 slachtoffers gemaakt, de machines 485 en de heftoestellen 416 ; deze vijf oorzaken hebben betrekking op 30 % van de ongevallen met een bepaalde oorzaak (35 % in 1976).

In de tabellen van de vorige jaren was de betrekkelijke belangrijkheid van deze oorzaken al opgeval-

Toch dient aangestipt dat de twee eerstgenoemde oorzaken over 't algemeen geen zware ongevallen uitlokken. De drie andere oorzaken (brandende stoffen, machines, voertuigen, heftoestellen) hebben in 1977, 6 van de 11 dodelijke ongevallen veroorzaakt. tvan de 535 ongevallen die een blijvende werkon-

TABLEAU n° 7. — *Accidents survenus en 1977 dans les établissements de l'industrie sidérurgique*

TABEL 7. — *In 1977 in de ijzer- en staalbedrijven gebeurde ongevallen*

| CAUSES | Nombre de victimes | Nombre de victimes ayant subi une incapacité | | Tués | OORZAKEN |
|--|--------------------|--|--------------------------|-----------|--|
| | | temporaire totale | permanente | | |
| | | Aantal slachtoffers | Aantal slachtoffers met | | |
| | | volledige tijdelijke ongeschiktheid | blijvende ongeschiktheid | | |
| — Machines | 485 | 451 | 34 | — | — Machines |
| — Machines motrices ou génératrices et pompes | 34 | 33 | 1 | — | — Aandrijfmachines, generatoren en pompen |
| — Ascenseurs et treuils-chargeurs | 14 | 11 | 3 | — | — Personen- en goederenliften |
| — Appareils de levage | 416 | 357 | 57 | 2 | — Heftoestellen |
| — Transporteurs-crochets, chaînes à godets etc. | 59 | 55 | 4 | — | — Transporteurs-banden, emmerladders, enz. |
| — Chaudières et autres récipients soumis à pression | 25 | 23 | 2 | — | — Stoomketels en andere vaten onder druk |
| — Véhicules | 332 | 293 | 37 | 2 | — Voertuigen |
| — Animaux | 5 | 5 | — | — | — Dieren |
| — Appareils de transmission d'énergie mécanique | 72 | 63 | 9 | — | — Transmissies van mechanische energie |
| — Appareillage électrique | 91 | 87 | 3 | 1 | — Elektrische apparatuur |
| — Outils à main | 1 005 | 969 | 36 | — | — Handgereedschap |
| — Substances chimiques | 95 | 90 | 4 | 1 | — Chemische stoffen |
| — Substances brûlantes ou très inflammables | 438 | 430 | 6 | 2 | — Brandende of licht ontvlambare stoffen |
| — Poussières | 699 | 690 | 9 | — | — Stof |
| — Radiations et substances radioactives | 86 | 86 | — | — | — Stralingen en radioactieve stoffen |
| — Surfaces de travail qui ne sont pas classées sous d'autres rubriques | 1 651 | 1 501 | 149 | 1 | — Niet onder een andere rubriek ingedeelde werkvlakken |
| — Agents matériels divers | 1 877 | 1 736 | 139 | 2 | — Verscheidene materiële agentia |
| — Agents non classés faute de données suffisantes | 1 125 | 1 083 | 42 | — | — Wegens onvoldoende gegevens niet ingedeelde agentia |
| Total | 8 509 | 7 963 | 535 | 11 | Totaal |

dents ayant entraîné une incapacité permanente, 34 sont dus aux machines, 57 aux appareils de levage et 37 aux véhicules. La cause de plus de la moitié des accidents à incapacité permanente n'a pas été précisée (330 sur 535).

Les travaux effectués par le Comité de la Sidérurgie belge permettent de calculer les taux de fréquence et de gravité des accidents survenus dans les usines sidérurgiques. Les résultats sont consignés dans le tableau n° 8.

geschiktheid veroorzaakt hebben, zijn er daarentegen 34 te wijten aan machines, 57 aan heftoestellen en 37 aan voertuigen. Van meer dan de helft van de ongevallen met een blijvende werkongeschiktheid is de oorzaak nader bepaald (330 op 535).

De werkzaamheden van het Comité van de Belgische Siderurgie leveren de nodige gegevens voor de berekening van de veelvuldigheidsvoet en de ernstvoet van de in de staalindustrie gebeurde ongevallen. De uitslagen staan in tabel 8.

TABLEAU n° 8

Taux de fréquence et de gravité des accidents
survenus dans l'industrie sidérurgique belge en 1977
et nombre moyen de journées chômées
par accident

TABEL 8

Veelvuldigheidsvoet en ernstvoet van de in 1977
in de Belgische staalnijverheid
gebeurde ongevallen en gemiddeld aantal
verletdagen per ongeval

| | | Usines sidérurgiques IJzer- en staalfabrieken | |
|---|--|--|-----------------------|
| | | Salariés Werkbeden | Employés Bedienden |
| Nombre d'inscrits au 31.12.77 | Aantal ingeschreven op 31.12.77 | 46 228 | 9 859 |
| Nombre total d'heures prestées N | Totaal aantal gewerkte arbeidsuren N | 72 376 069 | 17 863 916 |
| Nombre d'accidents mortels | Aantal dodelijke ongevallen | 8 | — |
| Nombre d'accidents chômants (y compris les cas de morts et d'incapacité permanente) : A | Aantal ongevallen met arbeidsverzuim (dodelijke ongevallen en ongevallen met blijvende ongeschiktheid inbegrepen) : A | 7 654 | 182 |
| Taux de fréquence : | $T_f = \frac{A \times 10^6}{N}$ Veelvuldigheidsvoet | 105,1 | 10,1 |
| Rappel de 1976 : T_f | Idem voor 1976 : T_f | 105,1 | 9,9 |
| Nombre de jours d'incapacité temporaire totale (à l'exclusion des cas de mort et des incapacités permanentes) : J | Aantal dagen met volledige tijdelijke ongeschiktheid (met uitsluiting van dodelijke ongevallen en ongevallen met blijvende ongeschiktheid) : J | 112 463 | 3 018 |
| Nombre de jours conventionnels de chômage pour les cas de mort et d'incapacité permanente | Overeengekomen aantal verloren dagen wegens dodelijke ongevallen en ongevallen met blijvende ongeschiktheid | 266 026 | 10 350 |
| | $J' = (M + \frac{P}{100}) \times 7.500$ | | |
| TOTAL | TOTAAL | 378 489 | 13 368 |
| Taux de gravité : T_g | Ernstvoet : T_g | | |
| — sans J' | — J' niet inbegrepen | 1,5 | 0,2 |
| rappel de 1976 | idem voor 1976 | 1,4 | 0,2 |
| — avec J' | — J' inbegrepen | 5,2 | 0,7 |
| rappel de 1976 | idem voor 1976 | 4,9 | 0,7 |
| Nombre moyen de journées chômées par accident | Gemiddeld aantal verletdagen per ongeval | | |
| — sans J' | — J' niet inbegrepen | 14,7 | 16,6 |
| rappel de 1976 | idem voor 1976 | 14,4 | 21,4 |
| — avec J' | — J' inbegrepen | 49,4 | 73,5 |
| rappel de 1976 | idem voor 1976 | 46,7 | 70,5 |

Ce tableau reprend les usines sidérurgiques affiliées au Comité de la sidérurgie belge ; il concerne au total 46.228 salariés et 9.859 employés, sur un total de 52.172 salariés et 10.451 employés occupés

Deze tabel slaat op de staalbedrijven die bij het Comité van de Belgische Siderurgie aangesloten zijn ; deze ondernemingen stellen 46.228 arbeiders en 9.859 bedienden tewerk op een totaal van 52.172

dans les établissements de l'industrie sidérurgique belge surveillés par l'Administration des Mines en 1977.

Le taux de fréquence et le taux de gravité sont calculés de la même façon que pour les mines. Pour le calcul du taux de gravité, le nombre de jours effectifs ou conventionnels de chômage pour les cas de mort et d'incapacité permanente ou temporaire est établi de la même manière que pour les mines, minières et carrières souterraines (7.500 pour la mort ou l'incapacité permanente totale à 100 %).

Le tableau n° 8 montre que le taux de fréquence, c'est-à-dire le nombre d'accidents chômants par million d'heures d'exposition au risque, s'est maintenu à la même valeur en 1977 (105,1).

Le taux de gravité (1) calculé au tableau n° 8 est de 5,2 en 1977 et a diminué par rapport à l'année précédente (4,9 en 1976).

Enfin, ces éléments permettent d'établir le nombre moyen de journées chômées par accident du travail, appelé « taux de risque ». Si l'on tient compte des nombres de journées attribuées forfaitairement aux accidents mortels ou générateurs d'incapacités permanentes on obtient 49,4 journées chômées par accident dans les usines sidérurgiques.

5. — FABRIQUES D'EXPLOSIFS

Le tableau n° 9 concerne les accidents survenus en 1977 dans les fabriques d'explosifs. Il y a eu dans les

TABLEAU n° 9
Accidents survenus en 1977
dans les fabriques d'explosifs

| Fabriques d'explosifs | Sud Zuiden | Nord Noorden | Royaume Het Rijk | Springstoffabrieken |
|---|---------------|-----------------|---------------------|---|
| — Nombre de victimes : | | | | — Aantal slachtoffers : |
| — ayant subi une incapacité temporaire totale | 93 | 125 | 218 | — met volledige tijdelijke ongeschiktheid |
| — permanente | — | — | — | — met blijvende ongeschiktheid |
| — Tués | 2 | — | 2 | — Doden |
| Total des victimes | 95 | 125 | 220 | Totaal aantal slachtoffers |

(1) Nombre de journées chômées des suites d'accidents par 1.000 heures d'exposition au risque, y compris les journées chômées conventionnellement attribuées aux accidents mortels (7.500) ou aux accidents entraînant une incapacité permanente de travail (7.500 pour 100 % d'invalidité).

arbeiders en 10.451 bedienden in al de ondernemingen van de Belgische staalindustrie die in 1977 onder het toezicht van het Mijnwezen geplaatst waren.

De veelvuldigheidsvoet en de ernstvoet worden op dezelfde manier berekend als voor de mijnen. Bij de berekening van de ernstvoet wordt het aantal daadwerkelijk of konventioneel verloren dagen voor ieder dodelijk ongeval of voor ieder ongeval met blijvende of tijdelijke volledige ongeschiktheid op dezelfde wijze vastgesteld als voor de mijnen, de graverijen en de ondergrondse groeven (7.500 voor een dode of een volledige blijvende werkongeschiktheid van 100 %).

Uit tabel 8 blijkt dat de veelvuldigheidsvoet, d.i. het aantal ongevallen met arbeidsverzuim per miljoen uren blootstelling aan het risico, in 1977 dezelfde gebleven is, namelijk 105,1.

De ernstvoet (1), die in tabel 8 aangeduid is, belooft 5,2 in 1977 (4,9 in 1976).

Aan de hand van deze cijfers kan ten slotte het gemiddeld aantal verletdagen per arbeidsongeval, soms « risicovoet » genoemd, berekend worden. Als men de dagen die aan de dodelijke ongevallen en aan die met blijvende ongeschiktheid worden toegekend meerekent, bekomt men 49,4 verletdagen per ongeval in de ijzer- en staalfabrieken.

5. — SPRINGSTOFFABRIEKEN

Tabel 9 heeft betrekking op de ongevallen in de springstoffabrieken. In de 11 springstoffabrieken, de

TABEL 9
In 1977 in de springstoffabrieken
gebeurde ongevallen

(1) Aantal dagen met arbeidsverzuim ingevolge ongevallen per 1.000 uren blootstelling aan het risico, met inbegrip van het konventioneel aantal verloren dagen wegens dodelijke ongevallen (7.500) of wegens ongevallen die een blijvende arbeidsongeschiktheid veroorzaakt hebben (7.500 voor 100 % invaliditeit).

11 fabriques d'explosifs, les 5 manufactures de pyrotechnie et les 5 dépôts de vente d'explosifs, qui occupaient en 1977, 2.657 ouvriers et 202 employés, 220 accidents chômants contre 191 en 1976.

5 vuurwerkerijen en de 5 verkoopdepots van springstoffen, waar in 1977, 2.657 arbeiders en 202 bedienden tewerkgesteld waren, zijn 220 ongevallen met arbeidsverzuim gebeurd, tegenover 191 in 1976.

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double publication répond à deux objectifs distincts :

- a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.
- b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE — GISEMENTS PROSPECTION — SONDAGES

IND. A 13

Fiche n. 67.431

P. PICOT et Z. JOHAN. Atlas des minéraux métalliques. — **Bureau de Recherches Géologiques et Minières**, 1977, n° 90, 403, p. Nombr. fig. et tabl. - Editions du B.R.G.M. 6-8 rue Chasseloup - Laubat - 75737. Paris Cedex 15. Prix : 320 FF.

Cet ouvrage a été composé à l'intention des métallogénistes et des étudiants. Il s'adresse donc à un public averti et, pour cette raison, il se veut essentiellement pratique, faisant abstraction tant des considérations théoriques relatives aux phénomènes de la réflexion que des détails de la technique microscopique. On sera peut-être surpris de ne trouver qu'une bibliographie succincte dans ce livre. En effet, les auteurs ont voulu constituer un ensemble de données homogènes, basées uniquement sur les observations ou les mesures effectuées par eux. Tous les minéraux étudiés ont été soigneusement vérifiés par rayons X ou à l'aide de la microsonde électronique. La 1ère partie de cet ouvrage est consacrée à l'intérêt des méthodes métallographiques dans l'étude et la recherche des minéraux, ainsi qu'à la pratique de ces méthodes avec une description des appareillages uti-

lisés. Une série de tableaux concernant les diverses caractéristiques couramment employées facilite la détermination des espèces en permettant, par éliminations successives, de réduire progressivement le champ des recherches. La 2ème partie est une monographie détaillée de 350 minéraux présentés par ordre alphabétique. Elle met l'accent sur l'importance des phénomènes chromatiques entre nicols croisés dans la détermination des espèces minérales métalliques, et comporte, de ce fait, de nombreuses photographies en couleur. Cela constitue, probablement, la première tentative sérieuse de ce genre. Ce volume apparaît suffisamment simple pour être utilisé facilement par les débutants, suffisamment élaboré pour les spécialistes et clair et attrayant pour être utilisé par tous. Biblio. : 9 réf.

IND. A 13

Fiche n. 67.496

G. AUBERT, C. GUILLEMIN et R. PIERROT. Précis de minéralogie. — Edité par le **BRGM et Masson**, 120, Bd Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06. 1978. 384 p., 98 fig., 64 photos couleur, 60 photos noir et blanc. Prix : 160 FF.

Ce précis expose brièvement toutes les choses essentielles de la minéralogie, des notions de cristal-

lographie aux moyens pratiques de détermination des espèces, et chaque chapitre traite, le plus clairement possible de tout ce qui peut être utile à l'étudiant, au géologue ou à l'amateur éclairé. Certains chapitres sont particulièrement importants : cristallographie géométrique, calcul des formules chimiques, techniques de mesure de la densité, moyens immédiats de détermination d'un assez grand nombre d'espèces. On trouve dans ce précis de nombreux chapitres consacrés à des disciplines voisines ayant des liens étroits avec la minéralogie proprement dite : éléments de géochimie, de pétrographie, de gîtologie, d'économie minière, de gemmologie. Plus de la moitié de l'ouvrage est cependant consacrée à la description des minéraux. Plus de 600 espèces minérales, sans compter quelques variétés, sont signalées, ceci représente en volume et en poids plus de 99,9 % des minéraux constituant la croûte terrestre. Tous les minéraux connus macroscopiquement sont décrits avec leurs données cristallographiques, leurs propriétés physiques et chimiques, et dans quels types de gisement ces minéraux se trouvent. Pour les minéraux de dimensions plus modestes, mais importants à plusieurs titres, la description est plus succincte, mais la formule, le système, le faciès et les types de gisements sont également mentionnés. En plus de photographies en noir et blanc nécessaires à l'illustration du texte, 64 photographies en couleur, représentant des échantillons typiques, agrémentent cet ouvrage. Les minéralogistes, les géologues et les étudiants trouveront dans ce précis de minéralogie la réponse à nombre de leurs questions.

IND. A 354

Fiche n. 67.406

F. GOLESTANEH, M. HAKIM et Coll. Die Kupfererzlagerstätte Sar Cheshmeh (S-E Iran). *Le gisement de cuivre de Sar Cheshmeh (S-E Iran)*. — **Erzmetall**, 1978, mai, n° 5, p. 232/237, 9 fig.

Le gisement de cuivre de Sar Cheshmeh, situé dans la Province de Kerman (S-E de l'Iran), avec des réserves de 450 Mio.t à 1,13 % Cu et 0,03 % Mo, peut être considéré comme un des plus importants gisements porphyriques du monde. Le début de l'exploitation est prévu pour le printemps 1978. La minéralisation primaire, principalement de la chalcoppyrite et de la pyrite, se présente sous forme d'imprégnation et de remplissage de cassures, ainsi que sous forme de filons. Les teneurs en cuivre sont réparties par zones. Une zone supergène à 2 % de Cu se trouve au-dessus de la zone de minéralisation primaire. L'environnement géologique est formé par la zone volcanique de l'Iran Central, spécialement par celle appelée « mélange coloré ». Biblio. : 7 réf.

IND. A 40

Fiche n. 67.518

S. BREINER. Aerial exploration speeds the search for uranium. *L'exploration aérienne accélère la recherche de l'uranium*. — **Mining Equipment International**, 1978, mai, n° 4, Vol. 2, p. 20/21, 3 fig.

Les levés par photographie aérienne peuvent réduire le temps de collecte des données sur les gisements d'uranium d'une dizaine d'années à quelques mois. Cette technique est utilisée dans 30 pays environ. Cette technique aéroportée et de nouveaux instruments permettent d'explorer des régions qui ne l'avaient jamais été, en un temps relativement court. Recherches de l'uranium, résultats obtenus.

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. B 110

Fiche n. 67.424

D.N. SIMPSON. Entries from the surface to new mines. *Accès aux nouvelles mines en partant de la surface*. — **The Mining Engineer**, 1978, mai, n° 202, p. 601/615, 5 fig., 6 tabl.

Le dernier plan charbonnier du Royaume-Uni, de janvier 1977, prévoit pour 1985 une production de 120 Mio.t et celle-ci devrait atteindre 150 Mio.t en l'an 2000. 60 Mio.t proviendraient de l'ouverture de nouvelles mines souterraines dont l'accès serait réalisé par des puits verticaux ou galeries inclinées partant de la surface. Dans une 1^{ère} partie, on examine le creusement des galeries inclinées et dans la 2^{ème} partie le fonçage de puits verticaux. D'après l'auteur (1977), l'accès au gisement, jusqu'à des profondeurs de 500 m, par des galeries inclinées présente des avantages bien connus. Un graphique permet de comparer les coûts moyens (prix 1976) d'accès au gisement pour des profondeurs jusque 700 m, entre puits verticaux et galeries inclinées. Biblio. : 23 réf.

IND. B 114

Fiche n. 67.520

B. MAIDL, H.B. EINCK et Coll. Developments in ground freezing techniques. *Evolution des techniques de congélation des terrains*. — **Tunnels and Tunneling**, 1978, mai, n° 4, Vol. 10, p. 25/26, 3 fig.

Un Symposium International s'est tenu à l'Université de Bochum, du 8 au 10 mars 1978, 40 rapports d'experts des USA, d'Europe et du Japon ont été présentés sur la congélation des terrains. Ces rapports ont traité de la nature et des caractéristiques du comportement de la congélation et de la décon-

gélation des terrains, de la poussée due au gel, des propriétés mécaniques des sols gelés artificiellement et de l'utilisation des méthodes de congélation.

IND. B 116

Fiche n. 67.529

H. SOMMER. Maschinelles Teufen eines Wetter-schachtes nach dem Lufthebebohrverfahren. *Fonçage mécanisé d'un puits d'aéragé par forage avec injection d'air comprimé.* Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 1er juin, n° 11, p. 457/463, 5 fig., 2 tabl.

Fonçage en 1976, à la mine Sophia Jacoba, d'un puits d'aéragé de 6,60 m de diamètre et de 410 m de profondeur par le procédé de forage par injection d'air, à circulation inversée, pour l'évacuation des débris de forage. On a utilisé une sondeuse de 250 t au crochet et de 800 kW. Creusement direct au diamètre définitif. Liquide de remontée des débris : mélange d'eau, bentonite et autres additifs chimiques de 1,2 g/cm³ de densité. Le débit d'air comprimé n'a pas dépassé 40 m³/min et il a été suffisant pour entraîner les boues de forage. Le soutènement provisoire du puits a été assuré par la boue et ce, jusqu'à la mise en place du soutènement définitif, constitué de tronçons de béton armé de 3,60 m de hauteur et de 3,20 m de diamètre intérieur et mis en place par immersion. La vitesse moyenne de forage a été de 3,60 m/jour et la mise en place du revêtement définitif a duré 78 jours. Biblio. : 4 réf.

IND. B 31

Fiche n. 67.489

R. CORDEL. La galerie EDF de Belledonne ou 18.200 m sans fenêtre. — **Industrie Minérale. Mines**, 1978, mai, n° 2, p. 65/80, 16 fig., 3 tabl.

Caractéristiques générales de la galerie qui a été creusée à partir de 2 attaques montantes. La longueur exceptionnelle — plus de 9.000 m — à perforer sur chaque attaque a posé de nombreux problèmes d'organisation auxquels il faut ajouter les difficultés résultant de la très forte couverture moyenne (le point culminant dépasse 2.000 m) : phénomènes de dé-compression, température élevée du massif. Géologie de la galerie. Organisation des chantiers : méthode traditionnelle pour la galerie amont et creusement au tunnelier Wirth à attaque globale pour la galerie aval. Le meilleur avancement mensuel a été de 297 m avec la méthode traditionnelle et de 625 m pour le creusement avec le tunnelier. Avantages et inconvénients du tunnelier Wirth. L'analyse des résultats justifie la solution mixte choisie. Biblio. : 4 réf.

IND. B 31

Fiche n. 67.519

J.W. ADAMS. Lessons learned at Eisenhower Memorial tunnel. *Leçons tirées suite au creusement du tunnel du Memorial Eisenhower.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1978, mai, n° 4, Vol. 10, p. 20/23, 8 fig., 1 tabl.

Le 1er tunnel du Memorial Eisenhower traverse les Montagnes Rocheuses à une altitude de 3.383 m. Ouvert en mars 1973, il est le tunnel le plus haut ventilé mécaniquement. Caractéristiques du tunnel et conditions imposées au système de ventilation. Leçons tirées du creusement du premier tunnel et améliorations apportées dans l'excavation et le soutènement lors du creusement du second tunnel (presque achevé). Utilisation d'un jumbo à 3 étages.

IND. B 512

Fiche n. 67.490

G. de la RUPELLE. Choix des engins mobiles de chargement et de transport en carrière de cimenteries. — **Industrie Minérale. Mines**, 1978, mai, n° 2, p. 81/87, 23 fig.

Les choix sont fonction de différents critères : mobilité et autonomie du matériel, homogénéité du parc avec standardisation par carrière, performances et marge de sécurité, organisation de l'entretien et son coût, fournitures des pièces de rechange, formation possible par le constructeur du personnel de conduite et d'entretien, références du matériel par d'autres exploitations existant dans le monde en vue d'avoir du matériel ayant fait ses preuves, fournitures de documents concernant la conduite et l'entretien des engins rédigés en français, prix d'achat rendu en ordre de marche.

IND. B 61

Fiche n. 67.506

R. WIEBER et A.P. SIKRI. The development of in situ processes for energy and fuels from coals. *Le développement des procédés in situ pour l'énergie et combustibles dérivés du charbon.* — **Mining Engineering**, 1978, mai, n° 5, Vol. 30, p. 557/565, 10 fig., 5 tabl.

Dans cet article, on décrit le programme de l'ERDA pour développer les procédés de conversion in situ du charbon et, plus spécialement, la gazéification. Les auteurs mettent l'accent sur le potentiel de cette technologie, les techniques explorées et la stratégie à adopter pour commercialiser les procédés. On donne la répartition géographique des ressources de charbon aux USA, ainsi qu'une analyse du marché du charbon. Le succès industriel des procédés de conversion in situ pourrait accroître les réserves de charbon de 1000 milliards de t. L'économie des pro-

chés de gazéification souterraine est comparée avec les procédés de gazéification en surface ; des études montrent que la gazéification souterraine des charbons de l'Ouest coûterait 25 % de moins que la gazéification en surface. Le procédé de liaison par sondages verticaux est le plus avancé et a de grandes chances d'aboutir. Une stratégie est proposée pour que cette technologie puisse être commercialisée avant 1985 et ce, avec un prix du gaz inférieur à celui de l'exploitation du charbon plus gazéification en surface. D'un autre côté, l'influence sur l'environnement serait également moindre. Biblio. : 18 réf.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. C 232 Fiche n. 67.459

F. SCHOLZ et H. MEERBACH. Epreuves de transmission de la détonation pour les explosifs de sûreté à ions échangés sous confinement naturel. — **Explosifs**, 1978, avril-juin, n° 2, 31^eme année, p. 59 / 64, 8 fig., 2 tabl.

Le but des essais était de mieux éclaircir la relation compliquée entre la capacité de transmission de la détonation des explosifs à ions échangés dans différentes conditions de confinement. L'étude a été effectuée dans des trous de mine de type usuel, forés dans la roche (ϕ 47 mm) et dans le charbon (40 mm) ; l'accent a été mis sur l'obstacle combiné formé par un intervalle d'air et des rondelles d'acétate. Tableaux résumant les essais.

IND. C 233 Fiche n. 67.457

P.W. JOHANSEN. Essais d'explosifs de sensibilité faible du point de vue de la sécurité. — **Explosifs**, 1978, avril-juin, n° 2, 31^eme année, p. 39 / 45, 8 fig.

Description de quelques résultats d'essais de sensibilité d'explosifs « insensibles ». Essais d'impact, à des températures entre 20°C et 65°C, au mouton de choc sur 2 explosifs : un est une poudre explosive sans nitroglycérine et l'autre est une bouillie aluminisée, sensible au détonateur. On constate que la 1^{ère} devient plus sensible lorsque la température augmente et que les bouillies voient leur sensibilité augmenter avec de faibles réductions de la teneur en eau (obtenues par séchage). Essais d'explosifs à l'aide de l'analyse thermique différentielle qui permet d'enregistrer les réactions endothermiques et exothermiques. Les essais de diamètre critique et d'initiant minimum ont montré qu'une bouillie non sensible au détonateur peut le devenir lorsqu'elle est confinée à une température plus élevée. Des essais sur la sensibilité des plus fines fractions d'ANFO ont montré que la fraction la plus fine

est plus sensible que les autres et que la vitesse de détonation augmente avec la diminution de la taille des particules.

IND. C 234

Fiche n. 67.458

J. PRIOR. Méthode de détermination de la puissance des amorces et des détonateurs. — **Explosifs**, 1978, avril-juin, n° 2, 31^eme année, p. 46 / 58, 13 fig.

Les méthodes permettant de déterminer la puissance des amorces ou des détonateurs peuvent être réparties en 2 groupes : les méthodes directes et les méthodes indirectes. Description rapide et critique des différentes méthodes directes — elles sont préférées aux méthodes indirectes pour les études fondamentales — qui reposent sur l'emploi d'explosifs phlegmatisés à différents degrés ; l'indication utilisée est, soit la déformation d'une plaque de plomb ou d'un cylindre de plomb ou de cuivre, soit l'évidement d'un bloc de plomb ou d'aluminium. En annexe, mesure de la puissance d'amorçage des amorces et des détonateurs applicable aux dispositifs d'amorçage des amorces très faibles telles que l'amorce n° 3 jusqu'aux détonateurs très forts contenant 1 g de PETN. Biblio. : 7 réf.

IND. C 240

Fiche n. 67.521

D.B. BARKER, W.L. FOURNEY et Coll. Blasting parallel hot cuts with fracture plane control. *Bouchons par tir de mines parallèles avec contrôle des plans de fracture.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1978, mai, n° 4, Vol. 10, p. 29 / 33, 11 fig.

On examine pour commencer les mérites des bouchons en V et des bouchons à trous de mine parallèles et on note la tendance à l'utilisation des bouchons parallèles. Une étude expérimentale de bouchons cylindriques a été réalisée et on a utilisé des enregistrements dynamiques photo-élastiques. Ceux-ci ont fait apparaître les ondes de contrainte et les schémas de fractures dynamiques. Ces essais ont montré que les fissures, qui sont nécessaires pour enlever ce qui se trouve entre les trous de mines, chargées et non chargées, sont difficiles à contrôler. On propose un nouveau bouchon par trous de mines parallèles basé sur le contrôle des plans de fracture qui réduit le temps de forage et les coûts. 9 réf.

IND. C 245

Fiche n. 67.471

X. Appareil de mesure de la vitesse de vibration maximale dans le sens vertical. — **Institut National des Industries Extractives - INIEX**, 1978, 3 p., 2 fig.

Cet appareil de mesure de la vitesse de vibration maximale dans le sens vertical a été spécialement étudié par l'INIEX pour permettre la mesure de la vitesse de vibration maximale provoquée par les tirs d'abattage à l'explosif dans les carrières au niveau des constructions, fondations ou sur des ouvrages d'art. Il peut aussi être utilisé dans le cas de toute autre source de vibration (fréquence comprise entre 8 et 150 Hz) où l'on s'intéresse à la valeur maximale de la vitesse. Les caractéristiques principales sont : 1. Lecture directe et mémorisation de la vitesse de vibration maximale pendant 5 h sur batterie, permanente sur secteur. 2. Mesure de la vitesse maximale de 0 à 99 mm/s avec une bande passante de 8 à 150 Hz. 3. Auto-sélection de la sensibilité de mesure (division automatique du gain de l'amplification d'entrée par 10 avec déplacement de la virgule lorsque la vitesse atteint une valeur supérieure à 10 mm/s). 4. Batterie rechargeable. 5. Utilisation à poste fixe ou mobile. 6. Utilisation simple. Caractéristiques techniques. Le prix de l'appareil est de 50.000 FB (hors taxe).

IND. C 42 Fiche n. 67.491

R. SCHWEITZER. Revue du matériel moderne de mine de construction française. — **Industrie Minière. Mines**, 1978, mai, n° 2, p. 88/96, 39 fig.

Présentation du catalogue du matériel de mine du fond le plus récent de fabrication française et qui est très compétitif sur le marché mondial. La présentation est faite suivant le plan suivant : 1. Matériel des chantiers d'abattage - longues tailles en plateures, longues tailles en demi-dressants, chantiers de dressants, chantiers de soutirage. 2. Matériel des chantiers de creusement - voies au rocher, voies au charbon. 3. Matériel des services - transport du personnel et du matériel, télécommunications.

IND. C 4210 Fiche n. 67.361

F.K. BASSIER et R. SANDER. Fortschritte bei der Gewinnungstechnik im Steinkohlenbergbau der Jahre 1970/1977. *Progrès réalisés dans l'abattage du charbon au cours des années 1970/1977.* Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 4 mai, n° 9, p. 375/380, 7 fig., 3 tabl.

Premier des 3 rapports partiels sur les activités de la Commission Technique et Abattage et Traitement de l'arrière-taille du Steinkohlenbergbauverein pour la période de 1970-1977, concernant les progrès réalisés dans les méthodes d'abattage du charbon. Concernant l'abattage par rabotage, on attire tout particulièrement l'attention sur l'augmentation de la profondeur de passe plutôt que sur l'augmentation de

la vitesse du rabot pour augmenter la productivité. Un moyen d'augmenter celle-ci serait le rabotage asymétrique. Concernant le havage, les progrès sont à rechercher dans le havage des couches de moins de 1,50 m d'ouverture par la mise au point d'abat-teuses-chargeuses modifiées. Des progrès sont à réaliser pour réduire la production des fines poussières, pour une meilleure adaptation des abat-teuses-chargeuses aux conditions des couches et au soutènement mécanisé. Biblio. : 61 réf.

IND. C 5 Fiche n. 67.433

L.J. MILLS. Hydraulic mining in the USSR. *Abattage hydraulique en URSS.* — **The Mining Engineer**, 1978, juin, n° 203, p. 655/663, 5 fig., 5 tabl.

Etat actuel de la technique de l'exploitation hydraulique du charbon en URSS, abattage et transport. On présente 2 cas d'application, celui de la mine de l'« Armée Rouge » dans le bassin charbonnier du Donbass et celui de la mine « Jubilee » en Sibérie Centrale. Etude des facteurs techniques de l'exploitation hydraulique. Examen de la possibilité d'appliquer cette méthode dans les charbonnages du Royaume-Uni.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS — SOUTÈNEMENT

IND. D 221 Fiche n. 67.452

J.R. AGGSON. Coal mine floor heave in the Beckley coalbed, an analysis. *Analyse du gonflement du mur de la couche de charbon Beckley.* — **US Bureau of Mines. Report of Investigations 8274**, 1978, 32 p., 20 fig., 3 tabl.

L'objectif de cette recherche était de comprendre et d'expliquer le gonflement du mur lors de l'exploitation de la couche Beckley (Virginie S-O). Ce gonflement provoque une redistribution des contraintes et des charges créant des problèmes de chutes de toit et de ruptures de piliers. Une analyse théorique du gonflement (par la technique des éléments finis) a été réalisée. Suite à cette analyse, on a pu établir certaines règles pour la conception du plan d'exploitation par chambres et piliers. Biblio. : 25 réf.

IND. D 2225 Fiche n. 67.453

M.J. BEUS, E.L. PHILLIPS et Coll. Instrument to measure the initial deformation of rock around underground openings. *Appareillage pour mesurer la*

déformation initiale du massif autour des cavités souterraines. — **US Bureau of Mines. Report of Investigations 8275**, 1978, 36 p., 24 fig., 3 tabl.

Dans ce rapport, on présente la mise au point et les modifications apportées à un dispositif de mesure des contraintes autour d'un tunnel (TSR). Ce dispositif avait été conçu pour mesurer les déformations initiales et à long terme autour des cavités souterraines. Critères de conception et schéma détaillé de ce dispositif de mesures qui se compose de la sonde (tube d'extension et tête du transducteur), d'un capteur de déformation et d'une tête réglable fixée sur un tube perpendiculaire à la sonde et ancré dans le massif. Cette tête réglable permet un réglage tridimensionnel et est utilisée pour centrer le tube d'extension dans un sondage parallèle à l'axe de la cavité. Modifications apportées à la tête du transducteur et au tube d'extension. Essais et étalonnage. Description du dispositif transducteur-enregistreur. Essais in situ et résultats. Biblio. : 15 réf.

IND. D 231

Fiche n. 67.460

B.T. BRADY. Prediction of failures in mines — an overview. *Prédiction des éboulements dans les mines — revue générale.* — **US Bureau of Mines. Report of Investigations 8285**, 1978, 16 p., 8 fig., 1 tabl.

Des études théoriques, expérimentales et in situ récentes du US Bureau of Mines montrent que des éboulements peuvent être prévus et dans certains cas contrôlés. Des études théoriques, qui furent ensuite confirmées par des études de laboratoire et in situ, prévoient qu'une anomalie sismique précèdera les coups de toit et/ou les éboulements de toit dans les mines. L'anomalie sismique consiste en une augmentation de l'activité sismique se produisant dans le voisinage immédiat où l'éboulement se produira. Cette augmentation d'activité sismique sera suivie par une forte diminution de cette activité dans une zone étendue entourant l'endroit où l'éboulement se produira. Les dimensions de cette zone permettent une première estimation de l'heure de l'éboulement, ainsi qu'une estimation de l'énergie qui sera libérée au moment de celui-ci. Des observations in situ montrent que ce comportement prévisible précède les coups de toit et un exemple d'éboulement prédit est présenté. Biblio. : 15 réf.

IND. D 233

Fiche n. 67.454

F.G. HORINO et J.R. AGGSON. Pillar failure analysis and in situ stress determinations at the Fletcher Mine near Bunker, MO. *Analyse de la rupture des piliers et détermination in situ des contraintes à la*

mine Fletcher près de Bunker, MO. — **US Bureau of Mines. Report of Investigations 8278**, 1978, 19 p., 6 fig., 15 tabl.

Un programme de mécanique des roches (essais de laboratoire et in situ) a été réalisé par l'US Bureau of Mines dans le but de déterminer les causes de l'instabilité des piliers à la mine Fletcher près de Bunker. La résistance à la compression, le module de Young, la résistance au cisaillement et l'angle et le coefficient de frottement ont été déterminés sur des carottes de sondage provenant de 16 emplacements de la mine. Les résultats des essais de laboratoire ont montré que des zones fortement minéralisées et bréchiformes dans les piliers pouvaient affecter la résistance des piliers et leur stabilité dans des régions où le taux d'extraction dépassait le taux normal de 78 %. Les fractures en biais, qui sont présentes dans certaines zones, peuvent aussi contribuer à la dégradation des piliers. Dans les essais in situ, une détermination des contraintes a été effectuée sur un pilier de façon à établir les conditions de charge et d'en évaluer la stabilité. Un enregistrement continu des contraintes dans le pilier a montré une diminution continue de sa résistance à la compression, montrant que le pilier était probablement dans un état de rupture.

IND. D 47

Fiche n. 67.434

J.J. GRAHAM. A review of some recent powered support developments. *Revue des développements récents du soutènement mécanisé.* — **The Mining Engineer**, 1978, juin, n° 203, p. 665/679, 5 fig., 1 tabl.

Au cours des 20 dernières années, les constructeurs britanniques de soutènement mécanisé ont conçu, fabriqué et fourni une variété d'équipements utilisés maintenant dans la plupart des pays producteurs de charbon. Le NCB a montré le chemin au monde occidental dans la mise en service du soutènement hydraulique. Actuellement, il y a 757 longues tailles équipées avec du soutènement mécanisé ; l'ouverture de ces tailles varie de 0,66 m à 3,35 m et le pendage va jusque 45°. Suite à l'introduction de ce soutènement, de plus en plus fiable et sûr, il y a eu amélioration dans le taux d'accident. A côté de l'amélioration de divers composants, de nouvelles conceptions de valves facilitant l'automatisation du soutènement bouclier, du soutènement pour extrémités de taille, du soutènement pour couches puissantes et inclinées, ont été récemment mises au point. Le soutènement mécanisé utilisé au Royaume-Uni a actuellement une résistance de 250-300 t, mais une gamme complète supportant des charges allant jusque 800 t a été fabriquée et exportée. Ce soutènement subit des tests très rigoureux avant d'être agréé par le NCB. Biblio. : 8 réf.

IND. D 47

Fiche n. 67.435

J.J. BATES. An analysis of powered support behaviour. *Analyse de la tenue du soutènement mécanisé.* — **The Mining Engineer**, 1978, juin, n° 203, p. 681/692, 5 fig., 3 tabl.

Dans cet article, l'auteur examine quelques aspects des performances du soutènement mécanisé qui ont été étudiées au MRDE et il montre comment analyser et interpréter les résultats obtenus. Considérations de base : charge du toit, importance de la charge de pose, importance de la capacité du soutènement à garder sa résistance. Enseignements tirés des recherches sur le soutènement : pression de pose, état du soutènement. Optimisation des performances du soutènement : pression de pose, fiabilité du soutènement, état du système hydraulique. Augmentation de la charge de pose : essais réalisés dans les districts Ouse, Nord-Est et du Doncaster. Biblio. : 9 réf.

IND. D 60

Fiche n. 67.417

P. GESTA. Recommandations relatives à l'emploi des cintres dans la construction des ouvrages souterrains. — **Tunnels et Ouvrages Souterrains**, 1978, mai-juin, n° 27, p. 107/124, 33 fig.

Définition du soutènement par cintres. Fonction des cintres. Adaptation à la méthode d'exécution. Différents types de cintres. Dimensionnement des cintres. Dispositifs complémentaires du soutènement par cintres : blindage, enfilades, plaques métalliques, tubes perforés. Dispositifs d'appui de pied : fixes et extensibles. Entroisement des cintres. Dispositifs de blocage au terrain. Utilisation des cintres coulissants en association avec le béton projeté et les boulons d'ancrage : position des cintres, choix du type de cintre, liaison des cintres avec des boulons, contact des cintres avec la voûte, dispositif d'appui en pied de cintre, entroisement, béton projeté, phases d'exécution.

IND. D 60

Fiche n. 67.522

E.T. BROWN. Ground supports for tunnels in weak rock. *Soutènements pour tunnels en roches tendres.* — **Tunnels and Tunnelling**, 1978, mai, n° 4, Vol. 10, p. 35/36.

On traite des facteurs influençant le rendement du soutènement en roches tendres. En se référant à la théorie et à la pratique, on montre comment la charge supportée par le soutènement varie avec les caractéristiques des roches, la présence de discontinuités dans la roche, les propriétés du soutènement, le temps et la séquence de mise en place. Biblio. : 3 réf.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. E 0

Fiche n. 67.437

P.J. BEAVAN. Underground efficiency outbye of the coal face. *Le rendement fond en dehors des tailles.* — **The Mining Engineer**, 1978, juin, n° 203, p. 707/716, 4 fig., 1 tabl.

L'auteur a visité différentes mines souterraines de charbon aux USA et le principal but de ces visites était l'étude du rendement en dehors des tailles. Brève description de la situation charbonnière aux USA et ses perspectives futures immédiates. Description détaillée du transport du personnel, du matériel, des systèmes de déblocage des 7 exploitations souterraines visitées dans les bassins charbonniers de Pennsylvanie, Virginie de l'Ouest, Colorado et Utah. Situation de la recherche et développement aux USA. Conclusions et comparaison avec l'industrie britannique du charbon.

IND. E 1320

Fiche n. 67.474

F.K. BASSIER et R. SANDER. Die Entwicklung von Strebördertechnik und Versatztechnik seit Beginn der Tätigkeit des Fachausschusses « Gewinnung und Versatz » im Jahre 1970. *L'évolution du déblocage en taille et du remblayage depuis le début de l'activité de la Sous-Commission « Abattage et Remblayage » en 1970.* Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 18 mai, n° 10, p. 428/430, 3 tabl.

Evolution (1970-1976) des convoyeurs blindés des tailles qui atteignent des débits de 1200 t/h : convoyeur à raclettes à chaîne unique, convoyeur à double chaîne centrale, convoyeur courbe (pour extrémité de taille) ; en plus de l'augmentation des débits, il y a augmentation de la largeur et de la résistance des convoyeurs qui ont à supporter et à guider des machines d'abattage de plus en plus puissantes. Evolution des entraînements de convoyeurs ; à noter l'abandon de l'entraînement hydrostatique, suite à la législation sur les fluides hydrauliques résistant au feu. Evolution des systèmes d'extrémités de taille. Evolution du remblayage pneumatique qui sera de plus en plus utilisé, suite à l'augmentation de la profondeur d'exploitation, pour un meilleur contrôle du climat de la mine et pour la réduction des affaissements en surface.

IND. E 250

Fiche n. 67.473

L. HAUSSLER, K. HEYN et Coll. Gruppensteuerung von Weichen mit Signalsystem für Fahrstrassen. *Commande générale des aiguilles de rail avec un système de signalisation placé entre les rails.*

— Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 18 mai, n° 10, p. 425/427, 4 fig.

On examine le système de commande des aiguilles de rails et de signalisation installé à l'étage n° 6 du Charbonnage Erin au point de vue opérationnel et sécurité. La transmission des ordres à partir de la locomotive se fait, sans contact physique, au moyen de récepteurs placés entre les rails ; ces récepteurs déclenchent le processus de commande d'une aiguille de rail ou d'un groupe d'aiguilles. La position de ces aiguilles, qui est contrôlée par des contacteurs de fin de course à induction sur des lames de contact, est indiquée aux conducteurs des locomotives au moyen d'écran lumineux de signalisation. L'entrée dans une section de voie est réglementée par ces signaux. Le système décrit peut être adapté à n'importe quel plan de transport grâce à sa structure modulaire. Biblio. : 2 réf.

IND. E 252

Fiche n. 67.512

R.A. KNOPP. The effect of different regulations in various parts of the world on the design and certification of Diesel equipment for underground coal mines. *L'influence des prescriptions réglementaires différentes des divers pays du monde sur la conception et l'homologation des équipements Diesel utilisés dans les exploitations souterraines de charbon.* — **CIM Bulletin**, 1978, juin, n° 794, Vol. 71, p. 84/86.

Législation existant dans différents pays : USA, Canada, Grande-Bretagne, Afrique du Sud... On montre par des exemples comment ces prescriptions réglementaires différentes peuvent influencer la conception des engins Diesel : normes diverses pour les capacités des réservoirs de combustible, injection directe ou indirecte suivant les pays, pignons de starter en métaux non-ferreux, épurateurs catalytiques interdits en Afrique du Sud...

IND. E 6

Fiche n. 67.363

G. HOISCHEN. Personenbeförderung mit hohen Geschwindigkeiten im Locomotivbetrieb unter Tage. *Transport rapide du personnel, au fond, au moyen de locomotives.* Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 4 mai, n° 9, p. 387/391, 5 fig.

Avantages du transport mécanisé du personnel et de l'augmentation de la vitesse des trains. Trois exemples sont présentés. Le 1er concerne la mine Rheinpreussen, où le temps de parcours (6,8 km) est passé de 34 à 22 min suite à l'augmentation de la vitesse (en ligne droite) de 6 m à 7,5 m/s ; conditions imposées par l'Inspection des Mines et description du

contrôle de trafic. Le 2ème exemple concerne la mine Walsum, où le conducteur de la locomotive peut choisir son trajet, celui-ci est immédiatement réservé au moyen de signaux appropriés pour éviter toute collision. Le dernier exemple se rapporte à la mine General Blumenthal, où le transport est réalisé par un système automatique basé sur une technologie très poussée de contrôle et de signalisation.

IND. E 6

Fiche n. 67.534

C. ZILLESSEN. Die zentrale Versorgung von Grubenbetrieben mit hydraulisch abbindenden Baustoffen. *L'approvisionnement central des chantiers souterrains en matériaux de construction à prise rapide.* Texte allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 15 juin, n° 12, p. 506/510, 3 fig., 3 tabl.

On examine les 2 procédés les plus connus de transport au fond de matériaux — le transport pneumatique et le transport hydromécanique — et les types de matériaux transportés. Examen des installations mécaniques. Exemple d'un transport pneumatique automatique, à la mine Schlägel und Eisen, de produits granuleux et fins et exemple d'un transport hydromécanique, à la mine Zollverein, de produits pour épis de remblais. Améliorations restant à réaliser. Biblio. : 4 réf.

F. AERAGE — ECLAIRAGE HYGIENE DU FOND

IND. F 21

Fiche n. 67.436

M.J. RICHARDS et L.H. MORRIS. Investigations into firedamp emissions with reference to the coal face. *Recherches concernant les dégagements de grisou d'une taille.* — **The Mining Engineer**, 1978, juin, n° 203, p. 695/705, 5 fig., 6 tabl.

On décrit la mise au point d'une méthode de mesure de débit de grisou provenant de la surface du massif entourant la taille. Cette méthode a été appliquée à des tailles du district des Midlands et les résultats des mesures effectuées sont présentés ; on a mesuré la quantité de grisou se dégageant du front de taille, du toit et du mur. Les mesures effectuées en dehors des tailles sont également données. En conclusion, on constate que le captage de grisou, tel qu'il est réalisé actuellement, a peu d'influence sur les émissions de grisou provenant du voisinage immédiat de la taille. Biblio. : 3 réf.

IND. F 231

Fiche n. 67.444

P.R. GOFFART. Risques d'explosion grave et sécurité publique. Communication présentée le 16 mai

centrales nucléaires dans la partie nord du Neguev, amélioration de la production de potasse en bordure de la Mer Morte, création de zones résidentielles. Plusieurs tracés ont été étudiés et 2 sont retenus. Des études géologiques montrent que les tunnels pourraient être creusés par les méthodes classiques actuelles. Biblio. : 2 réf.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. I 399 Fiches n. 67.535

B.K. SINGH. Einfache Methode zur Ermittlung der Restkonzentration von Flockungsmitteln in Prozesswasser. *Méthode simple de détermination de la concentration résiduelle des flocculants dans les eaux de lavage.* Textes allemand et anglais. — **Glückauf**, 1978, 15 juin, n° 12, p. 513/515, 5 fig.

La concentration résiduelle de flocculants dans les eaux de lavage du charbon peut affecter les procédés de flottation et de filtration ; il est donc important de connaître cette concentration résiduelle. La mesure de la viscosité permet de la déterminer ; mais quand celle-ci est faible, les instruments classiques n'en permettent plus une mesure précise. Une méthode de filtration sur membrane permet de déterminer des concentrations résiduelles jusque 0,1 ppm. On montre par un exemple comment utiliser cette méthode en construisant une courbe d'étalonnage permettant d'optimiser la pression de filtration et le diamètre des pores du filtre à membrane. Biblio. : 5 réf.

IND. I 42 Fiche n. 67.469

B.C. RADFORT. Der Einsatz von Filterpressen zur Entwässerung von Flotationsbergen im englischen Kohlenbergbau. *L'emploi de filtres-presses pour l'égouttage des schistes de flottation dans l'industrie charbonnière britannique.* — **Aufbereitungs-Technik**, 1978, mai, n° 5, p. 203/205, 1 fig.

A l'heure actuelle, les filtres-presses sont considérés comme des dispositifs fiables et avantageux du point de vue économique et ingénierie pour l'égouttage des schistes provenant de la flottation. Evolution des filtres à presses au National Coal Board : mécanisation du transport des plaques filtrantes et utilisation de la plaque filtrante en acier caoutchouté. Des recherches sont encore nécessaires pour automatiser complètement le procédé de filtration et pour que le coût de fonctionnement soit minimum.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 10 Fiche n. 67.508

E.G. BAZELEY. A supply system for Western Canadian thermal coal. *Un système d'approvisionnement pour les charbons vapeur de l'ouest du Canada.* — **CIM Bulletin**, 1978, juin, n° 794, Vol. 71, p. 55/58, 5 fig.

Dans cet article, on examine l'envergure, le timing et l'impact financier du projet du transport de 4 Mio.t de charbon par an destiné aux centrales électriques de l'Ontario. Ce charbon provenant de la Colombie Britannique, de l'Alberta et du Saskatchewan sera transporté par trains jusqu'à la Baie Thunder (730 à 1450 miles suivant le lieu de l'exploitation) et ensuite, par navire, jusqu'au déchargement de la Baie où a lieu le déchargement et où se trouve la station de mélange. Caractéristiques de chacun des moyens de transport et de la station de mélange qui, en plus des charbons canadiens, reçoit du charbon des Appalaches (USA).

K. CARBONISATION

IND. K 20 Fiche n. 67.420

H.G. BERNET. La cokerie d'Usinor. Dunkerque. — **Industrie Minérale**, 1978, mai, n° 5, p. 257/270, 8 fig.

Cette cokerie est prévue pour produire 3,5 Mio.t/an à partir de charbon importé. Les 2 premières tranches — 0,9 Mio.t/an et 1,3 Mio.t/an — sont en service. On donne des renseignements détaillés sur toutes les installations : déchargement, stockage et reprise des charbons, préparation de la pâte à coke, batteries de fours et leurs annexes, extinction du coke, traitement du gaz et récupération des sous-produits.

L. GAZEIFICATION

IND. L 0 Fiche n. 67.511

R.D. MERER et C.E. WOOD. Coal gasification for industrial use and power. *La gazéification du charbon pour une utilisation industrielle et production d'énergie électrique.* — **CIM Bulletin**, 1978, juin, n° 794, Vol. 71, p. 71/77, 11 fig., 2 tabl.

La production de gaz, dérivé du charbon, de pouvoir calorifique faible et moyen, est une source d'énergie plus économique pour les utilisateurs industriels que le gaz naturel synthétique (SNG). Les auteurs font l'historique des diverses formes de gazéification du charbon et présentent la chimie fonda-

IND. Q 117

Fiche n. 67.509

A.R. MACLEAN et D.R. MERNER. Room and pillar mining at Devco's Prince Mine. *Exploitation par chambres et piliers à la mine Devco's Prince.* — **CIM Bulletin**, 1978, juin, n° 794, Vol. 71, p. 59/62, 6 fig.

Cette mine souterraine de charbon se trouve à Point Aconi, Cape Breton, Nouvelle-Ecosse et a une production annuelle de 800.000 t. L'exploitation de la couche Hub de 1,80 m d'ouverture a débuté à ciel ouvert et, suite à un programme de reconnaissance par sondages montrant que cette couche s'ennoyait vers le N-E avec une pente de 6 %, il a été décidé de l'exploiter en souterrain par chambres et piliers. Actuellement, il y a 4 quartiers en activité, chacun équipé avec un mineur continu Lee Norse, une boulonneuse de toit « Top-Dog » et 2 chargeurs-transporteurs Wagner Diesel. La mine dispose également de 2 LHM Einride 913 Diesel pour le nettoyage du mur et le transport du matériel. Quelques renseignements sur le creusement des descenderies (avec des Dosco Ditchleaders), sur les caractéristiques des chambres et piliers, sur le toit et le mur, sur le cycle d'abattage et sur les installations de surface.

IND. Q 124

Fiche n. 67.515

A. BERTRAND. Pétrole du fond des mers. — **Sciences et Techniques**, 1978, juin, n° 52, p. 44/54, 19 fig.

Compte rendu d'une Journée d'Information dont l'objectif était d'informer les ingénieurs non pétroliers des multiples problèmes soulevés par l'exploitation du pétrole marin profond. Des exposés sur la géologie, la technologie et l'économie ont permis de tirer plusieurs conclusions : le pétrole marin profond existe ; aucune difficulté technique n'interdit son exploitation dans de bonnes conditions de sécurité ; ses réserves, non négligeables, ne résolvent cependant pas les besoins en énergie de l'humanité au cours de la première moitié du 21^{ème} siècle ; en raison de son coût élevé, il sera réservé à des emplois spécifiques.

IND. Q 132

Fiche n. 67.487

X. Société des Mines de l'Air. — **Industrie Minière**, 1978, juin, n° 6, Vol. 60, p. 311/321, 9 fig.

La Société des Mines de l'Air, S.A. de droit nigérien, a été créée le 1^{er} février 1968 et exploite, à Arlit, un important gisement d'uranium à l'intérieur d'un périmètre de 6 km sur 3, prospecté, découvert et amodié par le Commissariat à l'Energie Atomique, à l'intérieur d'une concession plus vaste. La production est passée de 410 t en 1971 à 1500 t d'uranium

contenu en 1977. L'exploitation se fait à ciel ouvert par gradins. Le décapage des morts-terrains se fait par forage, tir et évacuation par dumpers. La production est de 10.000 t/jour de minerai brut à 3 % de teneur moyenne. Renseignements sur la géologie, l'exploitation, le matériel, le traitement du minerai, le transport du minerai, les problèmes particuliers posés par l'isolement géographique des installations.

IND. Q 7

Fiche n. 67.426

A.A. KRICHKO. Coal processing and conversion progress in the USSR. *Progrès réalisés en URSS dans le traitement et la conversion du charbon.* — **World Coal**, 1978, mai, n° 5, p. 22/23, 1 fig.

Pour la mise en valeur du fabuleux gisement de lignite de Kansk-Achinsk, en URSS, situé à 3.000/4.000 km des principaux centres de consommation d'énergie, il est nécessaire et primordial de mettre au point des techniques de conversion du lignite pour le transformer en combustible de haute qualité. Recherches entreprises par l'Institut des Combustibles Fossiles d'URSS sur la conversion du charbon y compris la matière minérale. Procédé de valorisation thermique des lignites « Thermocoal ». Recherches sur l'utilisation des matières minérales contenues dans le charbon pour la fabrication de matériaux de construction.

R. RECHERCHES — DOCUMENTATION

IND. R 111

Fiche n. 67.445

P. COHEUR. La recherche sidérurgique face à la crise. — **Centre de Recherches Métallurgiques**, 1978, mai, 11 p., 2 fig.

Action de la recherche du CRM dans la crise sidérurgique que traverse la Belgique. Pour commencer, l'auteur rappelle l'analyse faite en 1967 et qui montrait les handicaps dont souffrait la sidérurgie belge à cette époque. En Belgique, 3 grandes composantes du prix de l'acier, au niveau du produit laminé à chaud et sans amortissement ou charges financières, sont d'importance à peu près égale, à savoir : les matières premières, les charges salariales et sociales et les frais opérationnels. L'auteur montre par des exemples comment le CRM est intervenu dans ces 3 composantes. Les exemples cités permettent ainsi de situer l'action de la recherche dans la crise que traverse la sidérurgie.

IND. R 112

Fiche n. 67.486

G. BARBERY. Conception d'un centre de minéralurgie. — *Industrie Minérale*, 1978, juin, n° 6, Vol. 60, p. 299/310, 12 fig.

Le chef du Département Minéralurgie du BRGM, en donnant comme exemple les services qu'il dirige, dégage des idées d'ordre général sur les problèmes posés par les études en minéralurgie et les moyens

mis en œuvre pour la solution de ces problèmes. Au sommaire : 1. Minéralurgie : contraintes extérieures (minéral, contexte économique, écologie du site, conditions de vente des produits), méthodologie de la minéralurgie (moyens, procédés ou techniques). 2. Conception d'un centre de minéralurgie : classification des thèmes de recherche et développement, moyens à mettre en œuvre. 3. Monographie du Département Minéralurgie du BRGM.

Bibliographie

Boulonnage. Documents SIM B4 et B5. Numéros spéciaux 5-77 et 4-78 de la série Mine. 250 pages — 120 F + 8 F transport. Société de l'Industrie Minière 19, rue du Grand-Moulin - 42029 Saint-Etienne Cedex - Tél. (77) 32 46 13.

Avec la parution du deuxième tome de la revue *Industrie minière* - série Mine - consacré au boulonnage, les mineurs disposent maintenant d'un outil et d'un projet de réflexion.

Un outil, car ces deux volumes rassemblent, en 250 pages, l'expérience des principaux utilisateurs français, l'information des fournisseurs de boulons et matériels annexes sur leurs produits, les explications des spécialistes sur les conditions optimales d'utilisation du boulonnage et toutes les indications qui permettent, aujourd'hui, de contrôler l'efficacité d'un soutènement par boulons.

Un objet de réflexion aussi car les premiers textes du deuxième fascicule ouvrent des perspectives plus qu'alléchantes sur la mécanique des milieux fissurés et le rôle, très complexe, que peut jouer une tige d'acier dans un édifice rocheux saturé de discontinuités; les calculs développés et les hypothèses avancées dans l'étude de MM. Tincelin et Sinou sur le mode d'action du boulonnage ne manqueront pas de soulever l'intérêt des mécaniciens des roches, tandis que l'analyse systématique des conditions d'adaptation boulon-roche par MM. Dejean et Raffoux permettront à chaque utilisateur potentiel de situer ses conditions particulières dans une matrice de choix.

Vingt-sept auteurs ont participé à la rédaction de ce document ainsi que treize fabricants de matériels divers pour le soutènement. Bien sûr, certains nous reviennent plusieurs fois : ce sont ceux déjà cités des spécialistes français du boulonnage minier qui ont développé leurs recherches depuis de longues années dans les mines de fer ou de charbon de Lorraine, au Cerchar, à Samifer ou au laboratoire de Mécaniques

des roches de l'Ecole des mines de Paris. Avec cinq millions de boulons posés par an depuis vingt ans, le champ d'expérience est vaste et différencié.

Dans le premier tome, outre les monographies des utilisateurs (ardoisières, mines de bauxite, mines de charbon, mines de fer, mines de potasse, mines d'uranium et travaux publics), on a rassemblé les données de base sur l'histoire du boulonnage (F. Pot, J.F. Raffoux et P. Sinou), sur la technologie et le coût des tiges, dispositifs de foration et d'ancrage (C. Guillaud, M. Dejean et P. Sinou).

Dans le second tome, sont rassemblées les monographies des fournisseurs de matériel et les études de synthèse : analyse de l'ancrage, ponctuel ou réparti dans laquelle apparaît la notion de « cone-cliquet » (P. Sinou, E. Tincelin); étude du cisaillement des tiges (J.J. Azuar, M. Panet); premières études empiriques sur le comportement des toits boulonnés (O. Leonet, E. Tincelin). Un article de P. Sinou et E. Tincelin propose une interprétation théorique originale des différents comportements de l'ensemble terrains soutènement, qui fait intervenir frettage et flambage, et qui semble représenter correctement un certain nombre d'expériences conduites par les auteurs ou par d'autres chercheurs; les réflexions, complétées par les réflexions empiriques à chaque fois que c'est nécessaire, conduisent à des règles pratiques directement utilisables. Enfin deux études de M. Dejean et J.F. Raffoux analysent systématiquement les différents rôles du boulonnage dans différentes configurations de terrains pour aboutir à la définition d'une matrice de choix des paramètres et à différentes mesures de contrôle de l'efficacité de la technique.

Nul doute que cet ensemble ne séduise tous ceux qui ont à utiliser la technique du boulonnage dans quelque condition que ce soit et tous ceux qui pensent qu'il reste beaucoup à faire pour élucider complètement les mécaniques d'interaction roche-acier.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National des Industries Extractives et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles - Tél. (02) 640 10 40

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1977, 1212 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors texte, ont été publiées.

L'Institut National des Industries Extractives assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

- 1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.
- 2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.
- 3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telle que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc...
- 4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.
- 5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par INIEX de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

...

N.B. — Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 2.014 F (TVA incluse) (2.145 FB pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 000-0104829-69 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 35-43 - 1050 Bruxelles.

Tous les abonnements partent du 1^{er} janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.