

**LES ARRETS-BARRAGES DECLENCHEES
DANS LES CHARBONNAGES
DE LA COMMUNAUTE EUROPEENNE.**

JEAN MAYNE*

RESUME

Le comité d'experts "Limitation des risques d'explosion dans les travaux en aérage secondaire" (dont l'auteur fait partie) est d'avis que les arrêts-barrages déclenchés constituent une des mesures pouvant y être recommandées.

C'est pourquoi il a estimé utile de l'envoyer en mission d'information dans quatre pays de la Communauté où l'on a développé et/ou installé de tels arrêts-barrages : Belgique, République Fédérale d'Allemagne, France et Royaume-Uni.

Le présent article est un résumé du rapport établi par l'auteur pour l'Organe permanent.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Sachverständigengruppe "Verringerung der Explosionsgefahr in sonderbewetterten Grubenbauen" (wovon der Verfasser Mitglied ist) ist der Meinung daß Auslösesperren eine der Maßnahmen sind die in bestimmten Fällen empfohlen werden können.

Deshalb schlug diese Gruppe vor, der Verfasser solle die vier Länder besuchen wo Auslösesperren entwickelt und/oder in Betrieb genommen wurden : Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich und das Vereinigte Königreich.

Dieser Aufsatz ist eine Zusammenfassung des vom Verfasser dem Ständigen Ausschuß vorgelegten Berichts.

**DE ACTIEVE ONTPLOFFINGSGRENDE
IN DE STEENKOLENMIJNEN
VAN DE EUROPESE GEMEENSCHAP.**

SAMENVATTING

Het expertencomité "Begrenzing van het ontstekingsrisico in secundair verluchte werkplaatsen" (waarvan de auteur lid is) is van mening dat actieve grendels één van de maatregelen zijn die er aanbevolen kunnen worden.

Om deze reden heeft dit comité gesuggereerd dat de auteur zich naar de vier landen zou begeven waar zulke grendels ontwikkeld werden en/of in gebruik zijn, namelijk België, de Bondsrepubliek Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk.

Het huidige artikel is een samenvatting van het verslag dat de auteur voor het Permanent Orgaan opstelde.

SUMMARY

In the opinion of the Committee of Experts on "Reduction of the risk of explosion in auxiliary ventilated workings" (of which the author is a member), triggered barriers may be one of the recommended precautions.

Therefore, it suggested that the author should go and collect informations from the four countries where such barriers were developed and/or put into service : Belgium, the Federal Republic of Germany, France and the United Kingdom.

This paper is a summary of the report addressed by the author to the Safety and Health Commission.

* Ingénieur civil des mines et électricien, Licencié en Sciences Economiques Appliquées, ancien directeur du "Coördinatiecentrum Reddingswezen" à Hasselt, membre des Groupes de travail "Poussières Inflammables" et "Sauvetage, Feux et Incendies" de l'Organe permanent.

* Burgerlijk mijningenieur en elektrotechnisch ingenieur, Licentiaat in de Toegepaste Economische Wetenschappen, gewezen directeur van het Coördinatiecentrum Reddingswezen te Hasselt, lid van de werkgroepen "Ontvlambaar Stof" en "Reddingswezen, Brand en Vuur" van het Permanent Orgaan.

TABLE DES MATIERES**0. INTRODUCTION**

- 0.1. Rappel concernant les arrêts-barrages déclenchés (ABD) aussi appelés arrêts-barrages actifs
- 0.2. Origine du présent article
- 0.3. Objectifs du document O.P.

1. L'ARRET-BARRAGE DÉCLENCHE, SYSTEME SMRE

- 1.1. Réglementation britannique
- 1.2. Description du système
- 1.3. Essais en galeries d'explosions
- 1.4. Cas d'utilisation liés à l'exploitation

2. L'ARRET-BARRAGE DÉCLENCHE, SYSTEME BELGE

- 2.1. Réglementation belge
- 2.2. Principes de base du système
- 2.3. Description du système
- 2.4. Essais réalisés
- 2.5. Cas d'utilisation liés à l'exploitation

**3. L'ARRET-BARRAGE DÉCLENCHE,
SYSTEME TREMONIA**

- 3.1. Réglementation allemande
- 3.2. Description du système
- 3.3. Essais à la "Versuchsgrube Tremonia"
- 3.4. Cas d'utilisation liés à l'exploitation
- 3.5. Impressions personnelles de l'auteur

4. L'ARRET-BARRAGE DÉCLENCHE, SYSTEME BVS

- 4.1. Introduction
- 4.2. Brève description du système pour galeries de mine
- 4.3. Description du système mobile pour la protection des équipes de sauvetage
- 4.4. Essais à la "Versuchsgrube Tremonia"

**5. LE DISPOSITIF D'EXTINCTION DES FLAMMES
SUR MACHINES DE CREUSEMENT A ATTAQUE
PONCTUELLE (SYSTEME BVS)**

- 5.1. Introduction
- 5.2. Expériences réalisées
- 5.3. Essais de faisabilité au fond
- 5.4. Etat de la question

6. ÉLÉMENTS DE COMPARAISON ENTRE LES SYSTEDES D'ABD

- 6.1. Introduction
- 6.2. Les principes de base
- 6.3. Les aspects pratiques

BIBLIOGRAPHIE**INHOUD****0. INLEIDING**

- 0.1. Opfrissing betreffende de actieve ontstoppingsgrendels
- 0.2. Oorsprong van het huidige artikel
- 0.3. Objectieven van het dokument P.O.

1. DE ACTIEVE GRENDDEL, SYSTEEM SMRE

- 1.1. Britse reglementering
- 1.2. Beschrijving van het systeem
- 1.3. Proeven in ontploffingsgalerijen
- 1.4. Gevallen van toepassing in de exploitatie

2. DE ACTIEVE GRENDDEL, BELGISCH SYSTEEM

- 2.1. Belgische reglementering
- 2.2. Basisprincipes van het systeem
- 2.3. Beschrijving van het systeem
- 2.4. Uitgevoerde proefnemingen
- 2.5. Gevallen van toepassing in de exploitatie

3. DE ACTIEVE GRENDDEL, SYSTEEM TREMONIA

- 3.1. Duitse reglementering
- 3.2. Beschrijving van het systeem
- 3.3. Proefnemingen in de "Versuchsgrube Tremonia"
- 3.4. Gevallen van toepassing in de exploitatie
- 3.5. Persoonlijke indrukken van de auteur

4. DE ACTIEVE GRENDDEL, SYSTEEM BVS

- 4.1. Inleiding
- 4.2. Korte beschrijving van het systeem voor mijngalerijen
- 4.3. Beschrijving van het mobiele systeem ter beveiliging van de reddingsploegen
- 4.4. Proefnemingen in de "Versuchsgrube Tremonia"

**5. HET SYSTEEM TER UITDOVING VAN VLAMMEN OP
DE DELVINGSMACHINES (SYSTEEM BVS)**

- 5.1. Inleiding
- 5.2. Uitgevoerde proefnemingen
- 5.3. Proefnemingen in de ondergrond
- 5.4. Stand van ontwikkeling

6. VERGELIJKINGSPUNTEN TUSSEN DE VERSCHILLENDE SYSTEMEN

- 6.1. Inleiding
- 6.2. De basisprincipes
- 6.3. De praktische aspecten

BIBLIOGRAFIE

0. INTRODUCTION.

0.1. RAPPEL CONCERNANT LES ARRETS-BARRAGES DÉCLENCHÉS (ABD), AUSSI APPELÉS ARRETS-BARRAGES ACTIFS

Les arrêts-barrages "classiques", "conventionnels" ou "passifs" utilisés dans les charbonnages européens sont constitués, soit de plates-formes recouvertes de poussière inerte, soit d'augets remplis d'eau.

Les unes et les autres ne peuvent jouer un rôle efficace dans l'arrêt d'une explosion que si le souffle provoqué par celle-ci est déjà suffisamment violent pour renverser les plates-formes ou briser les augets.

Une bonne dispersion de l'eau contenue dans ces derniers n'est atteinte, dans les cas les plus favorables, que pour des pressions dynamiques de l'ordre de 50 à 100 mbar, ou même davantage dans des sections importantes.

Autrement dit, ces arrêts-barrages passifs ne deviennent efficaces que lorsque l'explosion a déjà parcouru une distance qui peut être relativement grande, et lorsque la pression dynamique qu'elle a engendrée est suffisante pour occasionner des lésions importantes au personnel.

Pour remédier à cet inconvénient, on a imaginé, dès les années 60, de provoquer (ou déclencher) le fonctionnement des arrêts-barrages au moyen d'une énergie qui y serait intégrée, qui ne serait pas l'énergie de l'explosion elle-même, mais serait mobilisée grâce à une détection précoce de cette dernière.

Tous les systèmes existants d'arrêts-barrages à déclenchement sont basés sur ce même principe, et se composent de trois éléments fondamentaux :

- des récipients contenant un produit extincteur et une source d'énergie latente (nous les appellerons disperseurs);
- un ou éventuellement plusieurs détecteurs d'explosion ou d'inflammation;
- un dispositif de transmission ou de déclenchement, mis en branle par le(s) détecteur(s), et qui à son tour initie les disperseurs, autrement dit, libère l'énergie qu'ils contiennent.

Outre ces trois éléments de base, il faut mentionner le dispositif de contrôle du système, qui permet de s'assurer à tout moment que l'ensemble est opérationnel.

0. INLEIDING.

0.1. OPFRISSING BETREFFENDE DE ACTIEVE ONTPLOFFINGSGRENDELLEN

De "klassieke" of "conventionele" of "passieve" grendelens die in de Europese mijnen gebruikt worden bestaan, hetzij uit steenstofplanken, hetzij uit met water gevulde troggen.

De enen en de anderen kunnen slechts een rol spelen in het doven van een ontploffing indien haar winddruk voldoende hevig is om de planken omver te gooien of om de watertroggen te breken.

Een goede spreiding van het water van de troggen wordt slechts bereikt - in de gunstigste gevallen - wanneer een dynamische druk van 50 tot 100 mbar bereikt wordt, zelfs meer in grote secties.

Anders gezegd zijn deze passieve grendelens slechts doeltreffend wanneer de ontploffing een reeds belangrijke afstand afgelegd heeft, en wanneer de bereikte dynamische druk voldoende is om bij het personeel zware letsel te veroorzaken.

Om hieraan te verhelpen heeft men er reeds in de 60er jaren aan gedacht, de werking van de grendelens te initiëren of te activeren met behulp van een ingebouwde energiebron, onafhankelijk van de energie van de ontploffing zelf, en die ten gevolge van een vroegtijdige detectie hiervan in werking zou treden.

Alle bestaande systemen van actieve grendelens zijn op ditzelfde principe gebaseerd, en bestaan uit drie hoofdbestanddelen :

- recipiënten die een blusmiddel bevatten, evenals een latente energiebron (deze zullen verder bluselementen genoemd worden);
- één of meerdere detectoren ter opsporing van een ontploffing of ontvlamming;
- een overbrengings- of startdispositief, dat door de detectoren aangezet wordt en op zijn beurt de bluselementen in werking stelt, met andere woorden de erin vervatte energie vrijmaakt.

Buiten deze drie hoofdbestanddelen moet men ook nog het controlesysteem vermelden, dat het mogelijk maakt er zich op ieder ogenblik van te vergewissen dat het geheel operationeel is.

La figure 1 reproduit le schéma de principe d'un tel système (en l'occurrence le système Tremonia), où les trois éléments de base apparaissent on ne peut plus clairement.

Figuur 1 geeft het principeschema weer van een dergelijk systeem (namelijk het systeem Tremonia), waarop de drie basiselementen zeer duidelijk te voorschijn komen.

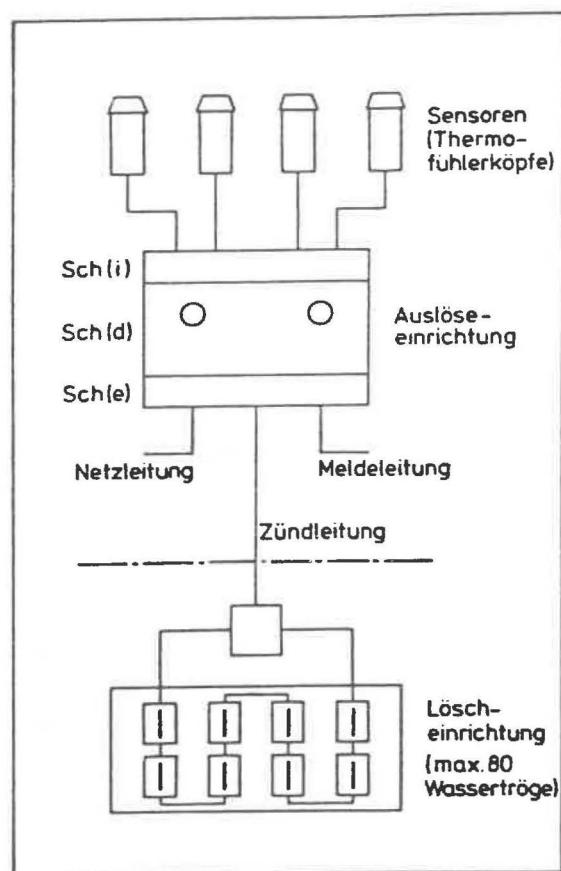


Fig. 1. Schéma de principe d'un arrêt-barrage déclenché (le système Tremonia)

Principeschema van een actieve ontstekingsgrendel (het Tremonia systeem)

0.2. ORIGINE DU PRÉSENT ARTICLE

Suite à l'accident du 25 février 1985 au Puits Simon, en Lorraine, l'" Organe permanent pour la sécurité et la salubrité dans les mines de houille et autres industries extractives " a décidé la création d'un certain nombre de petits comités d'experts, chargés d'étudier les problèmes spécifiques que pose la sécurité dans les travaux en aérage secondaire.

Vu l'importance que peuvent avoir les arrêts-barrages déclenchés dans la solution du problème qu'il avait pour mission d'étudier, le comité d'experts "Limitation des risques d'explosion dans les travaux en aérage secondaire" a suggéré qu'un de ses membres se rende dans les quatre pays intéressés pour y recueillir un maximum d'informations concernant les différents systèmes qui y ont été mis au point, testés et éventuellement mis en service.

Le présent article est un résumé du rapport * de cette mission qui pouvait se résumer en deux mots : compilation et comparaison .

Cette mission a mené l'auteur :

- En Grande-Bretagne :
 - au département "Mine Environment" de la British Coal Corporation,
 - dans un chantier d'exploitation de la mine de Golborne où est installé un ABD système SMRE,
 - à la galerie expérimentale de Buxton du Health and Safety Executive.
- En République Fédérale d'Allemagne :
 - à la Versuchsgrube (VG) Tremonia,
 - à la Bergbau - Versuchsstrecke (BVS) de la Westfälische Berggewerkschaftskasse.
- En France :
 - à un chantier de creusement mécanisé où est installé un ABD, système belge, à l'Unité d'Exploitation Reumaux des HBL.
- En Belgique :
 - au centre de recherches de la SA Gecam (fabricant de l'ABD, système belge).

0.3. OBJECTIFS DU DOCUMENT O.P.

Ce document était destiné en premier lieu aux exploitants, aux services de sécurité des charbonnages et aux services d'inspection des mines, afin de leur faire connaître le mieux possible les différents systèmes existants d'arrêts-barrages déclenchés avec leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs éventuels inconvénients.

0.2. OORSPRONG VAN HET HUIDIGE ARTIKEL

Tengevolge van het ongeval van 25.02.1985 in de mijn Simon, in Lotharingen, besliste het "Permanent Orgaan voor de Veiligheid en de Gezondheidsvooraarden in de Steenkolenmijnen en andere Winningsindustrieën" een zeker aantal beperkte expertencomité's in het leven te roepen die zich zouden belasten met de veiligheidsproblemen, specifiek aan de werken met secundaire verluchting.

Gezien de belangrijke rol die de actieve grensels in het oplossen van dit probleem kunnen spelen, uitte het expertencomité "Begrenzing van het ontploffingsrisico in de secundair verluchte werken" de wens dat één van zijn leden zich naar de vier betrokken landen zou begeven om er een maximum aan inlichtingen te verzamelen betreffende de verschillende systemen die er op punt gesteld, getest en eventueel gebruikt werden of worden.

Het huidig artikel is een samenvatting van het verslag * over deze opdracht, die in twee woorden kan uitgedrukt worden : compilatie en vergelijking .

In het raam van deze opdracht begaf de auteur zich naar :

- Groot-Brittannië :
 - "Mine Environment Department" van de British Coal Corporation,
 - een ontginningswerkplaats in de mijn Golborne, waar een actieve grenzel, systeem SMRE, geïnstalleerd was,
 - de proefgalerij van Buxton van de Health and Safety Executive.
- de Duitse Bondsrepubliek :
 - de Versuchsgrube (VG) Tremonia,
 - de Bergbau-Versuchsstrecke (BVS) van de Westfälische Berggewerkschaftskasse.
- Frankrijk :
 - een gemechaniseerd delvingsfront, uitgerust met een actieve grenzel, belgisch systeem, in de "Unité d'Exploitation Reumaux" van de HBL.
- België :
 - het onderzoekscentrum van de NV Gecam (fabrikant van de actieve grenzel, belgisch systeem).

0.3. OBJECTIEVEN VAN HET P.O. DOCUMENT

Dit document was in eerste instantie bestemd voor de mijndirecties, de veiligheidsdiensten van de mijnen en de toezichtende diensten, met het doel hen zo goed mogelijk kennis te geven van de verschillende bestaande systemen van actieve grenzels met hun kenmerken, hun voordelen en hun eventuele nadelen.

* Doc. O.P. n° 7960/87

* Doc. P.O. nr. 7960/87

Le but essentiel de cette étude est de fournir à ces divers intéressés les éléments qui leur permettront de rechercher le ou les systèmes présentant, dans des conditions données d'exploitation, le meilleur compromis possible entre :

- les garanties maximales de sécurité du personnel dans l'éventualité d'une explosion;
- le coût et la facilité d'installation et de déplacement;
- les moyens de contrôle du bon état du système, gages que celui-ci reste opérationnel au fil du temps.

C'est en ayant à l'esprit le problème spécifique de la sécurité dans les ouvrages en aérage secondaire que l'auteur a rédigé ce document, tout en exprimant l'espoir, sinon la conviction, qu'il pourra être également utile aux membres de la profession qui sont confrontés à des problèmes similaires dans les autres travaux souterrains des mines de houille.

1. L'ARRET-BARRAGE DECLENCHÉ, Système SMRE.

1.1. REGLEMENTATION BRITANNIQUE

Les règlements britanniques en la matière peuvent se résumer comme suit : des arrêts-barrages à poussières inertes doivent être installés dans toute zone dans laquelle du charbon (présentant une teneur en matières volatiles d'au moins 10 %) est transporté par convoyeur(s) sur une longueur d'au moins 45 m, et à travers laquelle pourrait se propager la flamme d'une inflammation de gaz ou de poussières de charbon qui aurait pris naissance à front d'un chantier.

Les arrêts-barrages doivent être d'un type agréé par le "Health and Safety Executive".

Le plan d'installation des arrêts-barrages, mentionnant leur type et leur emplacement, doit être établi par la direction de la mine.

En 1961, le National Coal Board a rédigé des "Recommandations" à leur sujet, et notamment :

- à proximité de la taille doit se trouver un "A.B. léger" ("light barrier") se composant de plates-formes à charge légère (81,7 kg);
- à plus grande distance de la taille doit être placé un "A.B. lourd" ("heavy barrier") consistant en plates-formes à charge légère et d'autres à charge lourde (163,4 kg);
- la charge totale de l'A.B. doit être au minimum de 107,5 kg par m² de section.

Les A.B. à eau sont autorisés par le règlement depuis 1974. Leur charge minimale est la même : 107,5 kg par m² de section. Les A.B. à poussières sont cependant restés de loin les plus utilisés dans les charbonnages du Royaume-Uni.

Quant aux arrêts-barrages déclenchés, si les premiers essais datent de 1968, c'est seulement en 1981 que les ABD à eau du type SMRE Mark II ont été approuvés par le HSE.

Het hoofddoel van deze studie bestaat erin, aan deze betrokken personen de elementen te geven die hen moeten toelaten het systeem of de systemen te kiezen die, in gegeven omstandigheden, het beste compromis mogelijk maken tussen :

- de maximale veiligheid van het personeel in het geval van een ontploffing;
- de prijs, evenals het gemak van installeren en verplaatsen;
- de middelen die de controle mogelijk maken van de goede staat van het systeem, zodat dit in de loop der tijd operationeel blijft.

Dit document werd opgesteld door iemand die in eerste rang bekommert was over het specifiek probleem van de veiligheid in de slopgangen, maar de auteur drukt de hoop in zelfs zijn overtuiging uit dat het ook nuttig zal zijn voor de mijningenieurs die met gelijkaardige problemen geconfronteerd worden in andere ondergrondse werkplaatsen van de kolenmijnen.

1. DE ACTIEVE GRENDEL, SYSTEEM SMRE.

1.1. BRITSE REGLEMENTERING

De Britse reglementen terzake kunnen als volgt samengevat worden : steenstogrendels moeten gehangen worden in iedere zone waar kolen (met een gehalte aan vluchtige bestanddelen van minstens 10 %) met behulp van transportbanden vervoerd worden over een lengte van minstens 45 m, en doorheen dewelke de vlam van een gas- of kolenstofontploffing zich zou kunnen voortplanten, die aan het front van de werkplaats zou ontstaan zijn.

Deze grensels moeten van een door de "Health and Safety Executive" aangenomen type zijn.

Een plan van de grensels met hun type en plaats moet door de directie van de mijn opgesteld worden.

In 1961 heeft de National Coal Board "Aanbevelingen" opgesteld, onder andere :

- in de omgeving van de pijler moet zich een lichte grenzel ("light barrier") bevinden, bestaande uit platformen met lichte lading (81,7 kg);
- op een grotere afstand van de pijler moet een zware grenzel ("heavy barrier") geïnstalleerd worden, bestaande uit platformen met lichte en andere met zware (163,4 kg) lading;
- de totale lading van een stofgrenzel moet minstens 107,5 kg per m² sectie bedragen.

De watertroggrendels worden sedert 1974 toegelaten. Hun minimale lading bedraagt eveneens 107,5 kg per m² sectie. De steenstogrendels bleven nochtans van verre het meest gebruikt in de mijnen van het Verenigd Koninkrijk.

Al dateren de eerste proefnemingen van het jaar 1968 is het slechts in 1981 dat de actieve watergrensels, type SMRE Mark II, door het HSE goedgekeurd werden.

L'ABD, système SMRE, a été conçu pour remplacer les A.B. à poussières du type léger, et ne peut être utilisé qu'à cet effet.

Les règles concernant le nombre et l'emplacement des disperseurs "SMRE, Mark II", sont les suivantes :

1. Dans les voies dont la section moyenne est inférieure à $7,5 \text{ m}^2$:

- a) Si un disperseur peut être placé au-dessus du convoyeur de telle façon que son point de décharge se trouve à une distance inférieure à $2,25 \text{ m}$ (en 1982, le SMRE a recommandé 2 m) de n'importe quel point du périmètre de la voie, on installera deux disperseurs (dans deux sections différentes), chacun avec son propre détecteur. La figure 2 montre la disposition dans une de ces sections.
- b) Si la condition des $2,25 \text{ m}$ ne peut pas être respectée, il faut installer deux paires de disperseurs, ceux d'une même paire étant tous deux placés à la même distance de la taille et raccordés à un même détecteur; l'un des disperseurs de chaque paire est placé au-dessus du convoyeur, et l'autre de telle sorte que la distance de tout point du périmètre de la voie au point de décharge de l'un ou l'autre disperseur soit inférieure à $2,25 \text{ m}$.

2. Dans les voies dont la section moyenne est comprise entre $7,5$ et 15 m^2 , la règle est identique à celle applicable au cas 1 (b) ci-dessus (fig. 3).

Dit type van actieve grendel werd ontworpen om de lichte steenstofgrendels te vervangen, en mag slechts met dit doel gebruikt worden.

De reglementen betreffende het aantal en de plaats van de bluselementen SMRE, Mark II zijn de volgende :

1. In de galerijen waarvan de gemiddelde sectie kleiner is dan $7,5 \text{ m}^2$:
 - a) Indien een element zodanig boven de transportband kan gehangen worden dat het water uitgespoten wordt op een afstand kleiner dan $2,25 \text{ m}$ van eender welk punt van de galerijomtrek (in 1982 heeft SMRE 2 m aanbevolen), dan worden twee elementen gehangen in twee verschillende secties, elk verbonden met zijn eigen detector. Figuur 2 toont de schikking in één van deze secties.
 - b) Indien deze voorwaarde ($2,25 \text{ m}$) niet kan vervuld worden, dan moeten twee paar bluselementen geïnstalleerd worden, elk paar bestaande uit elementen die zich op gelijke afstand van de pijler bevinden en aan eenzelfde detector aangesloten zijn; één van deze twee elementen wordt boven de transportband gehangen, en de andere wordt zo geplaatst dat de afstand tussen eender welk punt van de galerijomtrek en een punt waar water uitgespoten wordt kleiner blijft dan $2,25 \text{ m}$.
2. In de galerijen waarvan de gemiddelde sectie tussen $7,5$ en 15 m^2 begrepen is, is dezelfde regel van toepassing als onder 1(b) (fig. 3).

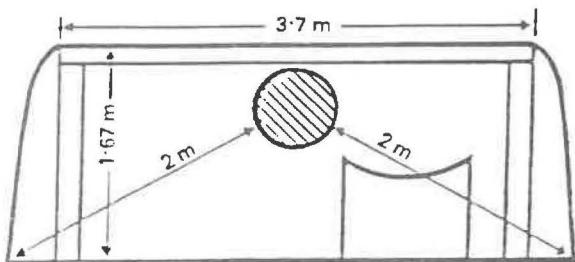


Fig. 2. Position du disperseur dans une section $< 7,5 \text{ m}^2$
Plaats van het bluselement in een sectie $< 7,5 \text{ m}^2$

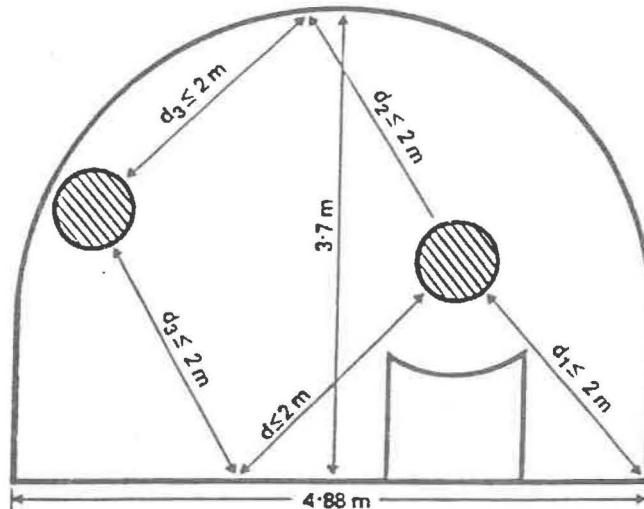


Fig. 3. Position des disperseurs dans une section $> 7,5 \text{ m}^2$
Plaats van de bluselementen in een sectie $> 7,5 \text{ m}^2$

3. Le premier détecteur doit se trouver entre 30 et 50 m de la taille ou autre point potentiel d'inflammation, et être raccordé au(x) disperseur(s) par un câble de 30 m de longueur; le second détecteur doit se situer entre 45 et 65 m de la source potentielle d'inflammation, et être raccordé aux disperseurs par un câble de 45 m de longueur (fig. 4).

1.2. DESCRIPTION DU SYSTEME

Comme nous le ferons pour chacun des systèmes, rappelons quels sont les éléments constituants d'un ABD et comment ils se présentent dans le cas qui nous occupe.

- Le détecteur choisi par les experts du SMRE est un détecteur thermique (à thermocouple) : c'est une élévation de température que l'on détecte.
- Pour les disperseurs, ces mêmes experts ont choisi l'eau comme produit extincteur et un gaz sous pression (de l'azote) comme source d'énergie de propulsion et de dispersion.
- Le dispositif de transmission et de déclenchement est très simple, et ne nécessitera pas une ample description : le courant électrique en provenance du détecteur fait sauter des minidétonateurs, ce qui a pour effet de libérer l'énergie du gaz sous pression.
- Le dispositif de contrôle offre la possibilité de tester l'ensemble des dispositifs de détection et de transmission.

3. De eerste detector moet zich bevinden op 30 à 50 m van de pijler of ander potentieel ontstekingspunt en met het (de) bluselement(en) verbonden worden met behulp van een 30 m lange kabel; de tweede detector moet zich bevinden op 45 à 65 m van de potentiële ontstekingsbron en met de bluselementen verbonden zijn met behulp van een 45 m lange kabel (fig. 4).

1.2. BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM

Zoals wij verder voor ieder systeem zullen doen, herinneren wij hier eerst aan de elementen waaruit een actieve grenzel bestaat, en hoe zij er in het beschreven systeem uitzien.

- De Britse experts kozen een thermische detector (met thermokoppel) : wat gedetecteerd wordt is een temperatuurstijging.
- Voor de bluselementen hebben dezelfde experts water gekozen als blusproduct, en een gas (stikstof) onder druk als energiebron voor de verspreiding ervan.
- Het overbrengings- en startsysteem is zeer eenvoudig : de elektrische stroom vanuit de detector ontsteekt minidetonators, wat de energie van het onder druk opgeslagen gas vrijmaakt.
- Het controlesysteem biedt de mogelijkheid om het geheel van de detectie- en overbrengingssystemen te testen.

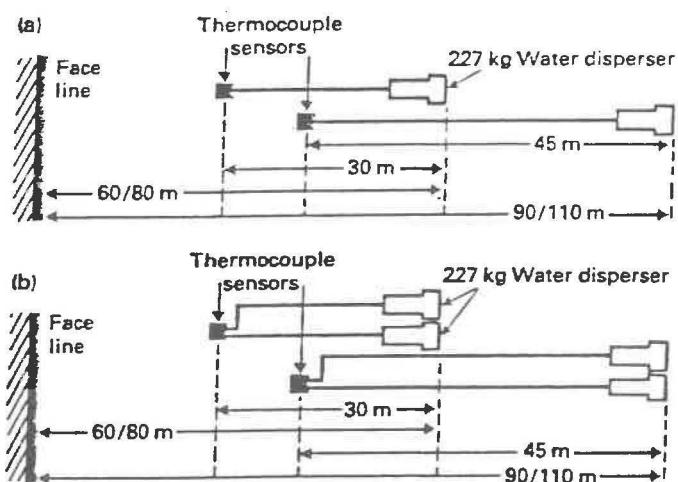


Fig. 4. Emplacements recommandés pour les détecteurs et les disperseurs
Voor de detectors en dispersers aanbevolen ligging

1.2.1. Le détecteur (fig. 5)

L'élément de base du détecteur est un thermocouple Pt/Pt-13 % Rh, de 75 µm de diamètre. Il est placé dans une protubérance du détecteur, qui se trouve lui-même à environ 0,3 m du pourtour de la voie, en un endroit où la section est libre d'obstacles, de préférence au-dessus du convoyeur. Son alimentation consiste en une batterie, qu'il faut recharger tous les trois mois.

Ce détecteur est à même de réagir à une augmentation brusque de température de l'ordre de 40 à 45 K. Il est par contre insensible à des changements normaux de température, aux champs électriques et aux ondes de pression.

1.2.2. Le disperseur (fig. 6)

Un des objectifs poursuivis lors de la conception du disperseur était une section transversale aussi faible que possible, car il était destiné en premier lieu à des galeries de dimensions relativement faibles.

On a choisi un orifice annulaire, qui procurerait une bonne dispersion de l'eau sous tous les angles, et l'on a prévu deux réservoirs séparés pour le gaz et l'eau. On a d'autre part choisi l'azote comme gaz moteur parce qu'il est inerte et pourrait contribuer à l'extinction, grâce à une diminution de la teneur de l'air en oxygène.

Le réservoir d'azote a un volume de 81 l, et l'azote s'y trouve sous une pression de 7 bar, assez élevée pour assurer une bonne dispersion de l'eau avec un débit suffisant, mais pas assez pour blesser le personnel. Il est muni d'un manomètre permettant de s'assurer que la pression est suffisante.

La décharge d'azote se fait à travers un orifice de ø 100 mm fermé par une "soupape" à action extrêmement rapide (ouverture complète en moins de 5 ms).

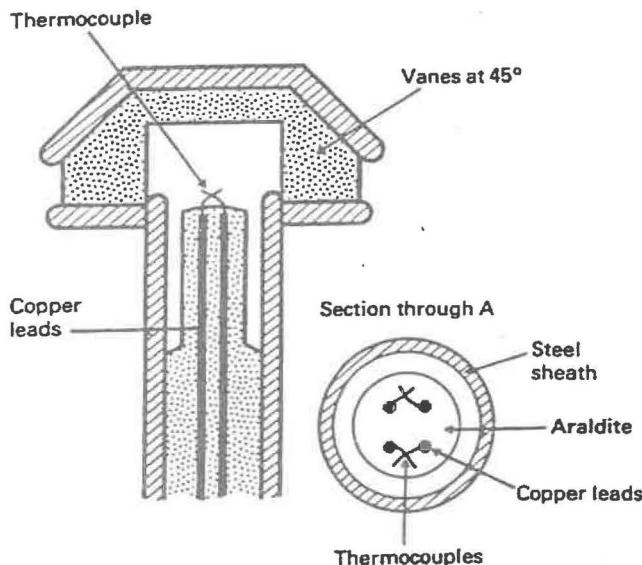


Fig. 5. Détecteur à thermocouple
Thermokoppel detector

1.2.1. De detector (fig. 5)

Het basiselement van de detector is een thermokoppel Pt/Pt - 13 % Rh, ø 75 µm, gelegen in een uitsteeksel van de detector, die zich op ongeveer 0,3 m van de galerij-omtrek bevindt, op een plaats waar de sectie vrij is, bij voorkeur boven de transportband. Hij wordt door een batterij gevoed, om de 3 maanden te herladen.

Deze detector reageert op een plotselike temperatuurstijging van de grootte orde van 40 à 45 K, maar is niet gevoelig voor normale temperatuurschommelingen noch voor elektrische velden of drukgolven.

1.2.2. Het bluselement (fig. 6)

Daar het systeem in eerste instantie voor galerijen met kleine afmetingen ontworpen werd, was een kleine dwarssectie van het bluselement één van de eerste objectieven.

Om in alle richtingen een goede spreiding van het water te bekomen, opteerde men voor een ringvormige opening, en men voorzag twee aparte reservoirs voor stikstof en water.

Als drijfgas koos men stikstof, een inert gas dat dankzij een vermindering van het zuurstofgehalte kon bijdragen tot het doven

Het stikstofreservoir heeft een volume van 81 l, en de stikstof bevindt er zich onder een druk van 7 bar, voldoende om een goede verspreiding en debiet van het water te bekomen, maar niet voldoende om mensen te kwetsen. Het is met een manometer uitgerust.

Het uitstromen van de stikstof geschiedt via een opening ø 100 mm, gesloten gehouden door een ultrasnelle "klep" (die in minder dan 5 ms volledig kan opengaan).

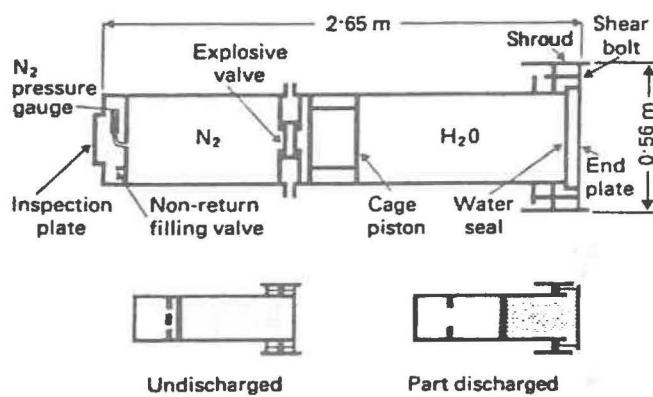


Fig. 6. "Disperser" SMRE Mark II

Cette "soupape" consiste en un disque d'acier muni d'une rainure, que l'on fait sauter au moyen de quelques grammes d'explosif, amorcé par deux détonateurs recevant leur impulsion d'allumage à partir du détecteur. La figure 7 donne une idée du dispositif explosif équipant un disperseur. En vue du transport de l'installation, ce dispositif peut être désarmé au moyen d'une clef, qui court-circuite électriquement les détonateurs.

Deze "klep" bestaat uit een stalen schijf voorzien met een gleuf; een impuls, komende van de detector, doet twee ontstekers springen, en een kleine springstoflading breekt de schijf. Figuur 7 geeft een idee van dit systeem, dat voor het vervoer inert kan gemaakt worden met behulp van een sleutel, die de kringloop van de ontstekers onderbreekt.

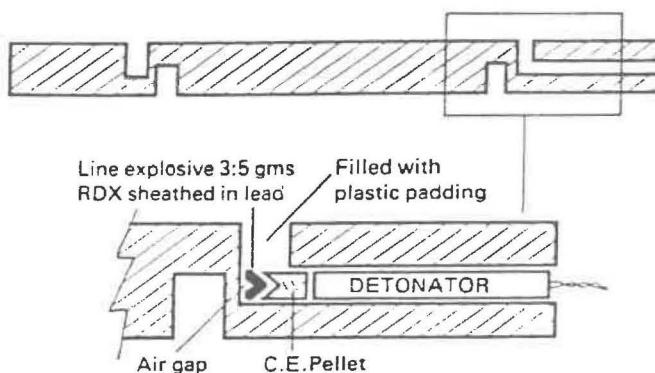


Fig. 7. Disque d'acier rainuré avec détonateur
Fig. 7. Stalen plaat met gleuf en ontsteker

Le réservoir d'eau a une contenance de 227 l. Son extrémité opposée au réservoir d'azote est fermée par un plateau maintenu par 8 boulons à cisaillement. Lorsque la "soupape" du réservoir d'azote saute, la pression de l'azote fait céder ces boulons, et le plateau se déplace brutalement sur une distance de 100 mm, après quoi il est retenu par 8 tirants. Ceci entraîne donc la formation d'une ouverture annulaire de 100 mm de largeur sur tout le pourtour. L'eau n'est pas expulsée directement par l'azote, mais bien par l'intermédiaire d'un piston à cage, qui a comme fonctions :

- d'expulser la totalité de l'eau;
- d'éviter la projection de débris de la "soupape".

Les disperseurs doivent être installés de façon telle que l'orifice de décharge se trouve du côté le plus éloigné de la source potentielle d'inflammation.

Les dimensions des disperseurs sont les suivantes :

- diamètre : 0,406 m
- longueur : 2,84 m
- poids total "en charge" : environ 1 t.

De inhoud van het waterreservoir bedraagt 227 l. Zijn uiteinde is gesloten door middel van een met behulp van 8 breekbouten vastgemaakte plaat. Springt de "klep" van het stikstofreservoir, dan breken deze bouten onder de stikstofdruk en wordt de plaat over een afstand van 100 mm verschoven. Hierdoor ontstaat een ringvormige opening van 100 mm breedte.

Het water wordt niet rechtstreeks door het gas zelf uitgedreven, maar wel door middel van een zuiger, die de volgende functies vervult :

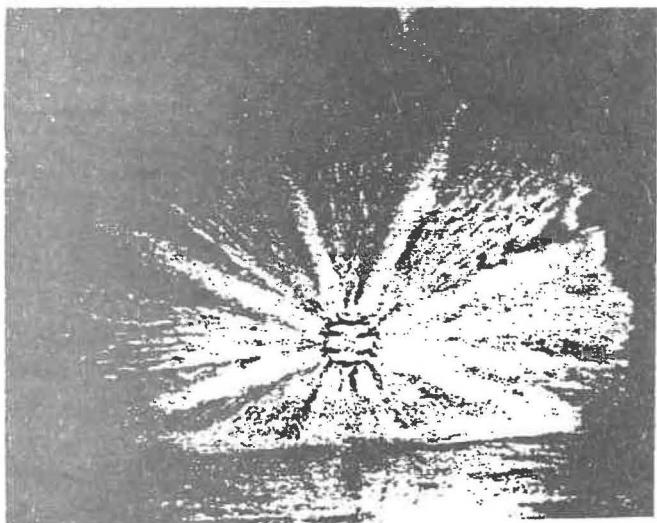
- de totaliteit van het water uitdrijven;
- vermijden dat brokstukken van de "klep" uitvliegen.

De bluselementen moeten zo geïnstalleerd worden dat de uitlaatopening zich aan de kant bevindt die het meest verwijderd is van de potentiële ontstekingsbron. De afmetingen van de bluselementen zijn de volgende :

- doormeter : 0,406 m
- lengte : 2,84 m
- totaal gewicht (gevuld) : ongeveer 1 t.

La figure 8 montre la dispersion obtenue, tandis que le petit tableau ci-dessous donne une idée de la vitesse à laquelle se déroule le processus :

- Arrivée de la flamme au détecteur	0
- Fonctionnement des détonateurs	15 ms
- Début de l'éjection d'eau	60 ms
- Fin de l'éjection d'eau	180 ms
- Obturation complète de la section (c.-à-d. moment où l'eau atteint une distance de 2 m tout autour du disperseur)	200 ms



La vitesse de dispersion est ainsi de 1 800 l/s, tandis que la quantité spécifique d'eau dans la section est de 32 l/m².

1.2.3. Le dispositif de contrôle

Le paragraphe précédent a mentionné la possibilité, en vue du transport, de désarmer le mécanisme des disperseurs au moyen d'une clé.

Celle-ci fait partie de tout un système ("Castel Key Interlocking System") qui permet d'effectuer le contrôle (hebdomadaire) de l'ensemble de l'installation.

Le système comporte des clefs "maîtresses" et des clefs "esclaves". Les premières sont identiques pour les deux détecteurs d'un même ABD; par contre, il y a deux clefs "esclaves" différentes : une pour chacun des deux ensembles [détecteur + disperseur(s)].

Nous ne nous étendrons pas en détail sur toutes les possibilités qu'offre ce système; notons seulement qu'il permet de vérifier :

- sans désarmer l'ABD, la continuité de chacun des circuits électriques entre détecteur et disperseurs; ce test doit être effectué après n'importe quelle opération ayant exigé le désarmement du système;

Figuur 8 toont de waterspreiding, terwijl de kleine tabel hieronder een idee geeft, tegen welke snelheid het proces verloopt :

- Aankomst van de vlam aan de detector	0
- Werking van de ontstekers	15 ms
- Aanvang van de wateruitdrijving	60 ms
- Einde van de wateruitdrijving	180 ms
- Verspreiding van water in de hele sectie (het bereikt een afstand van 2 m rondom het bluselement)	200 ms

Fig. 8. Dispersion de l'eau lors du fonctionnement d'un disperseur SMRE Mk II

Fig. 8. Verspreiding van het water bij het werken van een "disperser" SMRE Mk II

De spreidingsnelheid bereikt dus 1.800 l/s terwijl de specifieke waterhoeveelheid in de sectie 32 l/m² bereikt.

1.2.3. Het controlesysteem

De mogelijkheid om de bluselementen, met het oog op hun vervoer, met behulp van een sleutel inert te maken, werd reeds vermeld.

Deze sleutel maakt deel uit van een heel systeem ("Castel Key Interlocking System") dat toelaat een (wekelijkse) controle uit te voeren op de hele installatie.

Dit systeem omvat "meester"-sleutels en "slaaf"-sleutels. De eersten zijn identiek voor beide detectoren van eenzelfde actieve grendel; maar er bestaan twee verschillende "slaaf"-sleutels : één voor elk van beide eenheden [detector + bluselement(en)].

Wij zullen niet in alle details ingaan op de vele mogelijkheden die door het systeem geboden worden; laten wij alleen de volgende noteren :

- zonder het systeem inert te maken, controle van de continuïteit van elk elektrisch circuit tussen detector en bluselementen; dit moet gedaan worden na iedere operatie voor dweelke het systeem inert moet gemaakt worden;

- la continuité des circuits internes, la charge de la batterie et l'état des circuits électroniques;
- le bon état de l'ensemble du système, y compris le détecteur, et la sensibilité de ce dernier, en versant de l'eau à une température d'au moins 80 °C sur la tête du détecteur.

1.3. ESSAIS EN GALERIES D'EXPLOSIONS

1.3.1. Essais à la "Versuchsgrube Tremonia"

C'est en 1973 et 1974 que furent effectués à Tremonia les premiers essais avec le "Mark II", d'une contenance de 227 l, d'abord dans une galerie rectangulaire de 4,5 m x 1,5 m, ensuite dans une galerie cadrée de 8 m 2 .

Dans tous les cas, il n'y avait extinction que si le "Vorlaufzeit" * était supérieur à 160 ms.

Lorsqu'il était compris entre 200 et 300 ms l'efficacité était excellente vis-à-vis des coups de poussières ayant une vitesse de flamme comprise entre 100 et 500 m/s; dans les cas d'explosions de grisou avec des vitesses de l'ordre de 1 200 m/s, l'ABD était inefficace.

1.3.2. Essais à la galerie de Buxton du HSE

Cette galerie est un tunnel en béton armé, de 366 m de longueur et de 5,6 m 2 de section.

Des groupes d'instruments de mesure y sont installés dans les parois à des intervalles réguliers de 75 pieds (environ 22,9 m).

Tous les essais d'ABD effectués dans cette galerie expérimentale l'ont été avec un disperseur à l'échelle 1/2, contenant 113 l d'eau.

De très nombreuses expériences ont eu lieu dans cette galerie, et ce serait une gageure que de tenter de les résumer ici. Le lecteur intéressé pourra consulter la bibliographie.

On se contentera de donner dans le paragraphe suivant un résumé des expériences effectuées tant à Tremonia qu'à Buxton **.

- controle van de continuïteit van de inwendige circuits, van de lading van de batterij en van de staat van de elektronische circuits;
- de goede staat van het gehele systeem, met inbegrip van de detector en de gevoeligheid ervan, door water met een temperatuur van minstens 80 °C op de detectorkop te gieten.

1.3. PROEFNEMINGEN IN PROEFGALERIJEN

1.3.1. Op de "Versuchsgrube Tremonia"

Reeds in 1973 en 1974 werden in Tremonia de eerste proefnemingen uitgevoerd met de Mark II met een inhoud van 227 l, eerst in een rechthoekige galerij van 4,5 m x 1,5 m, daarna in een galerij van 8 m 2 met ramen.

In alle gevallen was er slechts uitdoving wanneer de "Vorlaufzeit" * groter was dan 160 ms.

Wanneer deze tussen 200 en 300 ms begrepen was, bekwam men een uitstekende doeltreffendheid ten opzichte van stofontploffingen met een vlamsnelheid tussen 100 en 500 m/s; wanneer het om mijngasontploffingen ging met snelheden van de orde van 1 200 m/s was de grenzel niet doeltreffend.

1.3.2. In de Buxton-galerij van HSE

Deze galerij (in gewapend beton) is 366 m lang en heeft een sectie van 5,6 m 2 .

Meettoestellen zijn in de wanden gegroepeerd op regelmatige afstanden van 75 voeten (ongeveer 22,9 m).

Alle proefnemingen in deze galerij werden met een bluselement op schaal 1/2 uitgevoerd, waarvan de inhoud dus 113 l bedroeg.

Zeer talrijke proefnemingen werden er uitgevoerd, die hier niet kunnen samengevat worden.
De belangstellende lezer kan de bibliografie raadplegen.

Wij zullen in de volgende paragraaf een samenvatting geven van de proefnemingen in Tremonia zowel als in Buxton **.

* On retrouvera à de nombreuses reprises dans cet article ce mot allemand qui désigne le temps s'écoulant entre le début de la dispersion déclenchée et l'arrivée du front de flamme dans la zone équipée de disperseurs (zone de barrage). La même notion s'exprime en anglais par "triggering interval".

** Résumé écrit par MM. Roebuck et Rooker, du HSE (Research Paper 14, p. 12 et 13).

* Menige keren in dit artikel vindt men dit Duits woord terug, dat de tijd aanduidt, verlopen tussen het begin van de waterspreiding en de aankomst van de vlam in de zone waar de bluselementen hangen (grenzelzone). Hetzelfde begrip wordt in 't Engels weergegeven door "triggering interval".

** Samenvatting van de hand van dr. Roebuck en Rooker, van HSE (Research Paper 14, blz. 12 en 13).

1.3.3. Résumé des expériences faites à Tremonia et à Buxton

Les résultats des essais d'explosions réalisés à Buxton (avec un disperseur à l'échelle 1/2) sont reproduits à la figure 9. Ce graphique donne la vitesse de la flamme lors de son arrivée au disperseur, en fonction du temps écoulé entre la mise à feu des détonateurs et l'arrivée de la flamme au disperseur ('triggering interval').

Il montre clairement une zone dans laquelle il y a toujours extinction.

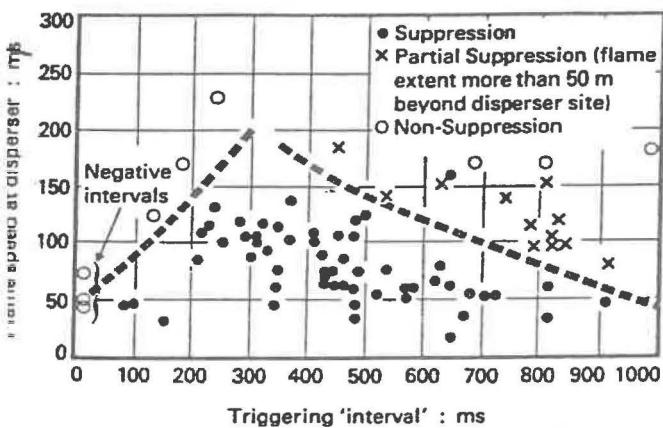


Fig. 9. Résultats des essais à Buxton
Fig. 9. Resultaten van de proeven in Buxton

La figure 10 montre les résultats obtenus à la mine expérimentale Tremonia, où le disperseur en vraie grandeur a été utilisé, d'une part dans une galerie cadrée, d'autre part dans une galerie rectangulaire, toutes deux ayant une section d'environ 7 m².

Dans la galerie rectangulaire, le disperseur était placé à 60 m, avec des distances détecteur/disperseur comprises entre 22 m et 47 m.

Dans la galerie cadrée, le disperseur se trouvait à 121 m, et les distances détecteur/disperseurs se situaient entre 31 m et 69 m.

Aussi bien à Tremonia qu'à Buxton, le disperseur était disposé de telle façon que sa plus grande distance au périmètre de la galerie fût de 2 m.

Les figures 9 et 10 peuvent servir de base à la conception d'un système d'extinction de coups de poussières présentant des caractéristiques données.

1.3.3. Samenvatting van de proefnemingen in Tremonia en in Buxton.

De resultaten van de proefnemingen in Buxton (met het bluselement op schaal 1/2) worden in figuur 9 weergegeven. Deze grafiek geeft de snelheid van de vlam bij aankomst aan het bluselement in functie van de tijd die verliep tussen het "afvuren" van de ontstekers en de aankomst van de vlam aan het bluselement ('triggering interval').

Hij vertoont duidelijk een zone waarin de uitdoving steeds plaatsvindt.

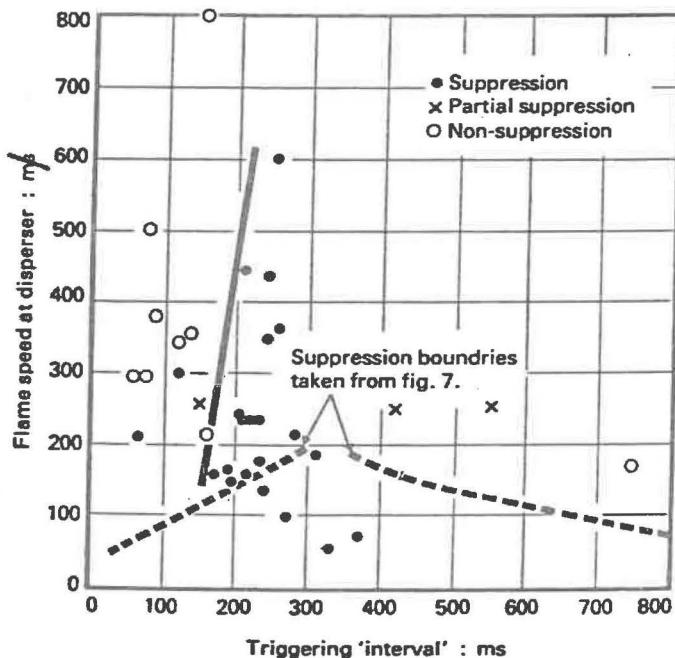


Fig. 10. Résultats des essais à Tremonia
Fig. 10. Resultaten van de proeven op VG

Figuur 10 toont de in Tremonia bereikte resultaten, waar een bluselement in ware grootte gebruikt werd, enerzijds in een galerij met ramen, anderzijds in een rechthoekige galerij, beide met een sectie van ongeveer 7 m².

In de rechthoekige galerij was het bluselement op 60 m geplaatst, met afstanden detector/bluselement begrenpt tussen 22 m en 47 m.

In de galerij met ramen bevond het bluselement zich op 121 m, en de afstanden detecteur/bluselement lagen tussen 31 m en 69 m.

Zowel in Tremonia als in Buxton was het bluselement zodanig geplaatst dat zijn grootste afstand tot de galerijomtrek 2 m bedroeg.

De figuren 9 en 10 kunnen als basis genomen worden voor het ontwerpen van een systeem ter doving van kolenstofontploffingen, dat welbepaalde kenmerken zou bieden.

Par exemple, si la vitesse maximale de la flamme, au droit de l'emplacement de disperseurs installés dans une galerie similaire à celle de Buxton, est de 150 m/s, le 'Vorlaufzeit' ou 'triggering interval' minimal déduit de la figure 10 s'élève à 200 ms, ce qui correspond à une distance détecteur/disperseur de 30 m.

A noter que le 'triggering interval' minimal de 200 ms correspond au temps nécessaire pour obturer complètement la section de la galerie dans les conditions d'expériences sans explosion.

La vitesse minimale à laquelle une explosion se propagerait est de l'ordre de 25 à 30 m/s, ce qui correspond à un 'triggering interval' d'environ 1 seconde, se situant toujours dans la région du graphique 9 où l'on peut s'attendre à l'extinction.

La figure 11 montre les résultats de toutes les expériences réalisées à Buxton avec une distance détecteur/disperseur d'environ 30 m, ainsi qu'une courbe théorique dérivée de la relation entre la distance détecteur/disperseur et la vitesse de la flamme.

La figure 12 montre les résultats des essais effectués à Tremonia avec une distance détecteur/disperseur de 40 m : les vitesses de flamme très élevées ne sont pas accompagnées de la diminution du 'triggering interval' à laquelle on s'attendrait, et des explosions à vitesses de flamme beaucoup plus élevées sont arrêtées.

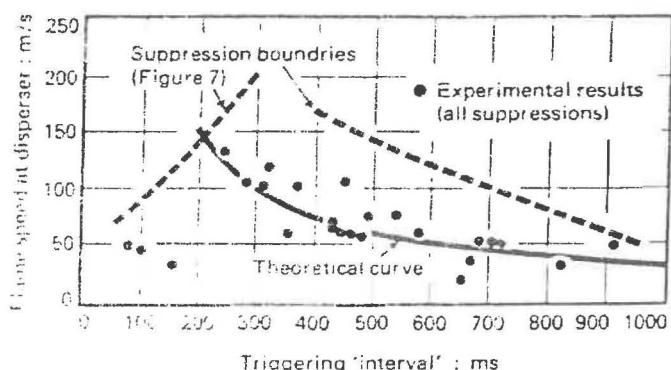


Fig. 11. Résultats des essais à Buxton avec 30 m entre détecteur et disperseur
Fig. 11. Resultaten van proeven in Buxton met afstand det./disp. = 30 m.

Bij voorbeeld, indien de maximale vlamsnelheid ter hoogte van bluselementen, geïnstalleerd in een galerij zoals deze van Buxton, 150 m/s bedraagt, zal de 'Vorlaufzeit' of 'triggering interval', van figuur 10 afgeleid, 200 ms bedragen, wat overeenkomt met een afstand detector/bluselement van 30 m.

Te noteren valt dat het minimale 'triggering interval' van 200 ms overeenstemt met de tijd, nodig om de sectie van de galerij met water te vullen in geval van een proef zonder ontploffing.

De minimale voortplantingssnelheid van een ontploffing bedraagt 25 à 30 m/s, wat overeenkomt met een 'triggering interval' van ongeveer 1 seconde, wat nog steeds binnen de zone van grafiek 9 ligt waar men een uitdoving mag verwachten.

Figur 11 toont de resultaten van al de proefnemingen, in Buxton uitgevoerd met een afstand detector/bluselement van ca. 30 m, evenals een theoretische curve afgeleid van de relatie tussen de afstand detector/bluselement en de snelheid van de vlam.

Figur 12 toont de resultaten van de proefnemingen in Tremonia, met een afstand detector/bluselement van 40 m : de zeer hoge vlamsnelheden gaan niet gepaard met de vermindering van 'triggering interval' waaraan men zich kon verwachten, en ontploffingen met veel hogere vlamsnelheden worden gedoofd.

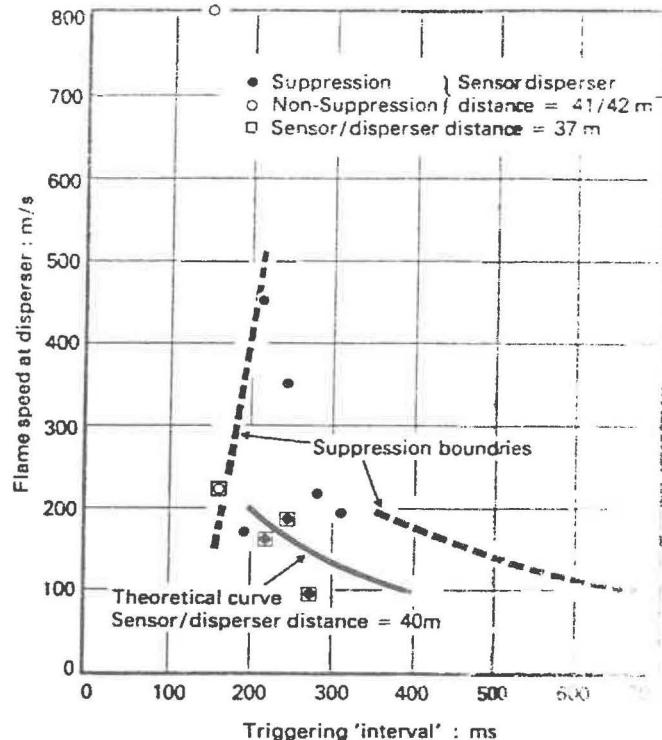


Fig. 12. Résultats des essais à Tremonia avec distance dét./disp. = 40 m.
Fig. 12. Resultaten van proeven op de VG met afstand det./disp. = 40 m.

1.4. CAS D'UTILISATION LIES A L'EXPLOITATION

Le document déjà cité de MM. Roebuck et Rooker (1982) mentionne quatre essais faits au fond de plusieurs charbonnages. Lors du dernier, l'ABD était suspendu au même monorail que le "train" de matériel électrique et hydraulique de la taille, et était déplacé en même temps que lui.

C'est une disposition du même genre que l'auteur a eu l'occasion de voir dans un chantier rabattant de la mine de Golborne. La seule différence notable était que ce "train", auquel étaient incorporés les disperseurs, se déplaçait sur rails au sol, et non sous monorail (voir schéma fig. 13).

1.4. GEVALLEN VAN TOEPASSING IN DE EXPLOITATIE

Het reeds vermelde document van dhrn. Roebuck en Rooker (1982) beschrijft vier proefnemingen in de ondergrondse werken van verschillende kolenmijnen. Bij de laatste ervan was de grendel opgehangen aan dezelfde monorail als de "trein" elektrisch en hydraulisch materieel van de pijler, en werd tegelijk met deze "trein" vooruitgetrokken.

De auteur had de gelegenheid een gelijkaardige opstelling te zien in een keerbouwpijler van de mijn van Golborne. Het enig verschil was dat deze "trein", waarvan de blouselementen deel uitmaakten, zich op de vloer verplaatste en niet onder een monorail (zie schets, fig. 13).

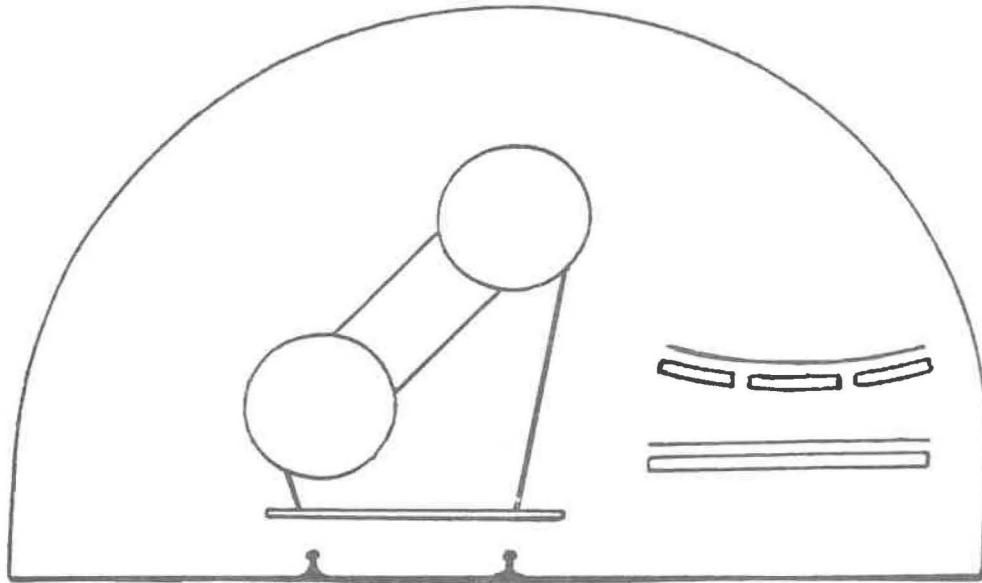


Fig. 13. Schéma de la disposition de l'ABD à la mine de Golborne
Schematische voorstelling van de actieve grenzel in de mijn van Golborne

La section de la galerie étant de l'ordre d'une douzaine de m², l'ABD se composait de deux ensembles constitués chacun d'un détecteur et de deux disperseurs, situés en conformité avec les points 2 et 3 du paragraphe 1.1.

Comme on pouvait s'y attendre, le matériel paraît extrêmement robuste. Dans une galerie de ces dimensions, et incorporé dans le "train" de l'équipement de la taille, il ne représente pas une contrainte importante. Même l'aménée sur place, lors de l'ouverture d'un nouveau chantier, ne doit présenter aucun problème : il n'est ni plus lourd ni plus encombrant que la plus grande partie du matériel d'une taille moderne.

Gezien de sectie van de galerij van de orde van grootte van 12 m² bedroeg, bestond de actieve grenzel uit 2 stelsels, elk samengesteld uit één detector en twee blouselementen, overeenkomstig punten 2 en 3 van paragraaf 1.1.

Zoals te verwachten was lijkt het materieel uiterst robuust. In een galerij met deze afmetingen en deel uitmakende van de "trein" van de pijleruitrusting, lijkt het geen grote problemen te moeten stellen. Zelfs het ter plaatse brengen bij de voorbereiding van een nieuwe werkplaats moet geen probleem zijn : het materieel is noch zwaarder noch omvangrijker dan dat van een moderne pijler.

Les accompagnateurs de l'auteur étaient d'avis que ce modèle d'ABD, tel qu'installé à Golborne, c.-à-d. incorporé au "train", représente un progrès considérable par rapport aux A.B. à poussières du type léger.

Il faut signaler d'ailleurs qu'une série de nouveaux ABD, système SMRE, ont été mis en fabrication au début de 1988.

2. L'ARRET-BARRAGE DECLENCHÉ, SYSTEME BELGE.

2.1. REGLEMENTATION BELGE

Du point de vue de la prévention et des précautions contre les coups de poussière, le cadre réglementaire belge est formé par un arrêté royal dont le libellé est extrêmement bref en ce qui concerne les arrêts-barrages :

"Art. 6. Arrêts-barrages.

"Dans toute mine ou partie de mine classée, "des mesures sont prises en vue de limiter "l'extension d'un coup de poussière."

Ce sont des circulaires du Directeur Général des Mines qui énoncent les règles à suivre.

La circulaire n° 214 bis du 26 janvier 1987 introduit pour la première fois l'obligation d'installer en certains endroits des arrêts-barrages déclenchés.

Avant de reproduire les textes concernant ceux-ci, il paraît intéressant de citer un extrait de l'exposé des motifs qui sont à la base de l'introduction des ABD dans la réglementation belge.

"Dans ces conditions (neutralisation insuffisante ou inhomogène), les effets de l'explosion sont trop faibles pour casser les bacs à eau d'un arrêt-barrage et dissiper convenablement l'eau qu'ils contiennent ...

"On est ainsi amené à constater que l'efficacité des arrêts-barrages passifs vis-à-vis des explosions molles, qui sont les plus probables dans le contexte minier actuel, peut être nulle. A fortiori vis-à-vis des explosions naissantes.

"En plus de lacunes d'efficacité, sont apurés à l'usage les inconvénients dus à l'encombrement des lignes d'augets dans la section de galerie, en sorte que la recommandation faite en 1982 en vue d'installer dans les voies de tailles et les voies de travaux préparatoires en creusement en veine des arrêts-barrages du type réparti plutôt que du type concentré, se heurte en certains lieux à des difficultés d'ordre pratique.

...

De begeleiders van de auteur waren van mening dat dit model van actieve grendel, zoals in Golborne geïnstalleerd, een enorme vooruitgang is ten opzichte van lichte steenstofgrendels.

Te noteren valt trouwens dat een reeks nieuwe actieve grendels, systeem SMRE, in het begin van 1988 vervaardigd werd.

2. DE ACTIEVE GRENDEL, BELGISCH SYSTEEM.

2.1. BELGISCHE REGLEMENTERING

Inzake de voorkoming van en de voorzorgsmaatregelen tegen kolenstofontploffingen bestaat het Belgisch reglementair kader uit een koninklijk besluit, dat op gebied van grendels uiterst bondig is :

"Art. 6. Ontploffingsgrendels.

In elke ingedeelde mijn of in elk ingedeeld gedeelte van een mijn worden maatregelen genomen ten einde de uitbreiding van een stofontploffing te beperken".

Het zijn circulaires van de Directeur-Generaal der Mijnen die de te volgen regels vastleggen.

De circulaire nr. 214 bis van 26 januari 1987 vermeldt voor de eerste keer de verplichting om op sommige plaatsen actieve grendels te installeren.

Alvorens de teksten over deze grendels weer te geven, lijkt het nuttig een uittreksel te citeren van de motivering die aan de basis ligt voor het reglementair opleggen van actieve grendels.

"Onder deze omstandigheden (onvoldoende of ongelijkmatige neutralisering), is de ont-ploffing te zwak om de watertroggen van een grendel te verbrijzelen en het water dat ze bevatten op een behoorlijke manier te verspreiden". Dit leidt tot de vaststelling dat de doeltreffendheid van PWG's tegenover milde ontploffingen, die onder de huidige omstandigheden in de mijnen de meest waarschijnlijke zijn, onbestaande kan zijn. A fortiori tegenover ontploffingen die in aanloop zijn.

"Naast leemten inzake doeltreffendheid, zijn in de praktijk de nadelen van rijen troggen in de doorsnede van de galerij duidelijk geworden, zodat de aanbeveling van 1982 om in de pijlergalerijen en in de in de kolenlaag in delving zijnde galerijen van voorbereidende werken eerder verdeelde ontploffingsgrendels te plaatsen dan geconcentreerde, op sommige plaatsen op praktische moeilijkheden stuit.

...

"Parmi les systèmes d'arrêt-barrage à dé-clenchemennt (en abrégé ABD), celui mis au point en Belgique est susceptible d'être utilisé en tant qu'arrêt-barrage réparti. Il fonctionne principalement au souffle de l'explosion, mais aussi en cas de flamme stationnaire, sans dépendre pour son fonctionnement d'aucune source de courant électrique. Ses éléments sont aisément maniables et peu encombrants dans les sections de galeries.

"Onder de actieve grendels is het in België ontwikkelde systeem geschikt om als ver-deelde watergrendel te worden gebruikt. Het werkt hoofdzakelijk door de blaasgolf van de ontploffing, maar ook bij statio-naire vlam, zonder dat hiervoor een elek-trische stroombron vereist is. De onder-delen ervan zijn gemakkelijk hanteerbaar en in de galerijsectie nemen ze weinig plaats in.

...

"La mise en oeuvre du système belge d'ABD me paraît dès lors dans le contexte minier actuel et eu égard à l'état de la techni-que, devoir se recommander notamment afin de perfectionner les mesures de précaution par arrêts-barrages à eau répartis."

Voici maintenant résumées les dispositions de la circulaire concernant les arrêts-barrages.

Les types suivants d'arrêts-barrages sont obligatoires:

- A.B. "de tronçonnage" de l'infrastructure principale de la mine : A.B. passifs con-centrés, à eau ou à poussière.
- A.B. "de verrouillage" des zones de pro-tection spéciale * : A.B. passifs con-centrés, à eau uniquement.
- A.B. en "zones de protection spéciale" :
 - dans les deux premiers types d'ouvrages cités dans la note de bas de page : A.B. répartis (à eau) par combinaison des passifs et des actifs (ABP + ABD);
 - dans tous les autres ouvrages en zone : A.B. passifs répartis à eau.

L'objectif poursuivi par l'introduction de la méthode, et la méthode elle-même, sont décrits ainsi :

"L'objectif ... est de quadriller toutes les voies de chantiers et galeries en creusement en veine (traçages) au moyen d'un réseau combiné d'arrêts-barrages à eau passifs et actifs aussi complet que possible en vue d'enrayer la propagation d'une explosion naissante aussi près que possible de sa zone de démarrage, afin d'en limiter l'ampleur et de laisser disponibles des groupes d'augets pouvant ainsi être opérationnels pendant les opérations de sauvetage.

"Ik ben dan ook de mening toegedaan dat het gebruik van het Belgisch systeem van ac-tieve watergrendels onder de huidige om-standigheden en gelet op de stand van de techniek dient aanbevolen te worden, onder meer om de voorzorgsmaatregelen steunend op het gebruik van verdeelde watergrendels te perfectioneren".

Hier volgt nu een samenvatting van de bepa-lingen van de circulaire betreffende de ontploffingsgrendels.

De volgende types van ontploffingsgrendels moeten verplicht aangebracht worden :

- Grendels "ter verdeling in secties" van het net hoofdsteengangen: geconcentreerde passieve water- of steenstofgrendels.
- Grendels "ter afgrondeling" van de spe-ciale beveiligingszones * : geconcen-treeerde passieve watergrendels.
- In de "speciale beveiligingszones" :
 - in de eerste twee types galerijen, in de voetnoot vermeld : verdeelde water-grendels door combinatie van passieve en actieve watergrendels (PWG/AWG);
 - in alle andere werken in de zone : ver-deelde passieve watergrendels.

De bedoeling van deze methode, en de metho-de zelf, worden als volgt beschreven :

"Het is de bedoeling in alle werkplaatsga-lerijen en in de in de kolenlaag in del-ving zijnde galerijen een gecombineerd net van passieve en actieve watergrendels uit te bouwen om de voortplanting van een be-ginnende ontploffing zo dicht mogelijk bij de aanloopzone af te remmen, ten einde de omvang ervan te beperken en nog over groei-pen troggen te beschikken, die aldus tij-dens de reddingsoperaties nog steeds ge-bruiksklaar kunnen zijn.

- ...
-
- * Les "zones de protection spéciale" com-prennent surtout :
 - les voies de chantier;
 - les travaux préparatoires en veine au-tres que les montages, autrement dit les traçages;
 - les galeries servant au transport con-tinu de charbon;
 - les zones de chargement du charbon en wagonnets ou en skips.
 - * De "speciale beveiligingszones" omvatten vooral :
 - de werkplaatsgalerijen;
 - de in de kolenlaag in delving zijnde galerijen, met uitzondering van de ophouwen;
 - de galerijen waarin kolen vervoerd wor-den met een continu - transportmiddel;
 - de laadpunten waar steenkolen in mijn-wagens geladen worden en de laadinstal-laties van skips.

"Aux abords d'un front d'abattage en taille "ou de creusement en veine d'une galerie "pour travaux préparatoires (traçage mais "non montage), l'arrêt-barrage à eau répar- "ti consiste en un arrêt-barrage à déclen- "chement dont le premier détecteur est à "35 m au maximum du front de taille ou de "creusement, combiné à un arrêt-barrage "passif dont le premier groupe d'augets est "à 100 m au plus du front.

"Lorsque, dans certains tronçons des gale- "ries mentionnées à l'alinéa précédent, les "conditions locales rendent difficile l'in- "stallation de groupes d'augets, l'arrêt- "barrage passif peut être remplacé locale- "ment par un arrêt-barrage à déclenchement.

...

"Le système des détecteurs et disperseurs "constituant l'arrêt-barrage à déclenche- "ment (ABD) doit être "homogène", c.-à-d. "que le souffle avant-coureur d'une explo- "sion ne doit pas avoir d'effet perturba- "teur sur les disperseurs avant leur mise "en action par la détection.

"La charge d'eau de l'arrêt-barrage à dé- "clenchement est d'au moins 2 litres par "mètre cube de volume du tronçon de gale- "rie contenant les disperseurs (zone du "barrage à déclenchement). Le volume pré- "cité s'estime en tenant compte de la "section moyenne dans le tronçon de galerie "(section à roche nue, sauf s'il y a gar- "nissage complet)."

2.2. PRINCIPES DE BASE DU SYSTEME

Les arrêts-barrages passifs ne fonctionnent que lorsque le souffle de l'explosion est déjà assez fort pour les mobiliser, ce qui veut dire que :

- 1) l'explosion doit avoir parcouru une distance assez grande pour que la pression nécessaire soit atteinte;
- 2) le long de ce parcours, du personnel est exposé à une pression suffisante pour le blesser gravement.

C'est pour pallier cet important inconvenant que les arrêts-barrages déclenchés ont vu le jour dans plusieurs pays.

Outre ce premier principe, commun à tous les systèmes, les chercheurs belges en ont adopté plusieurs autres :

- l'homogénéité, mentionnée dans la circulaire n° 214 bis;
- la possibilité de faire fonctionner le système selon l'un ou l'autre de deux phénomènes distincts accompagnant une explosion : le souffle et la flamme;
- l'extension aux ABD des avantages qu'un arrêt-barrage réparti présente par rapport à un arrêt-barrage concentré.

Il vaut la peine de s'étendre un peu plus longuement sur chacun de ces principes.

"In de nabijheid van een pijlerwinfront of "van een in de kolenlaag in delving zijnde "galerij (maar geen doortocht) bestaat een "verdeelde watergrendel uit een actieve "watergrendel, waarvan de eerste detector "zich op ten hoogste 35 m van het pijler- "front of het delvingsfront bevindt, gecom- "bineerd met een passieve grenzel waarvan "de eerste groep troggen ten hoogste 100 m "van het front opgesteld is.

"Wanneer in delen van de in het vorige lid "vermelde galerijen door plaatselijke om- "standigheden moeilijk groepen troggen kun- "nen geïnstalleerd worden, mag de passieve "grendel plaatselijk door een actieve gren- "del worden vervangen.

...

"Het systeem van detectoren en bluselementen die de actieve watergrendel (AWG) voor- "men, moet "homogeen" zijn, dit wil zeggen "dat de voorafgaande luchtverplaatsing van "een ontploffing niet verstorend mag werken "op de bluselementen voordat ze door de de- "tectie in werking gesteld zijn.

"Ieder AWG moet ten minste 2 liter water "per kubieke meter inhoud van het gedeelte "van de galerij waarin de bluselementen "opgehangen zijn (ingeschakelde grenzel- "zone) bevatten. Deze hoeveelheid wordt "bepaald op basis van de gemiddelde sectie "van het galerijgedeelte (sectie op bloot "gesteente, behalve als er een volledige "bekleding is).

2.2. BASISPRINCIPES VAN HET SYSTEEM

De passieve grenzels werken slechts wanneer de winddruk reeds sterk genoeg is, wat betekent dat :

- 1) de ontploffing reeds een voldoende lange afstand afgelegd heeft om de nodige druk te bereiken;
- 2) langs dit traject, personeel blootgesteld werd aan een druk die sterk genoeg is om het te kwetsen.

Precies om dit belangrijk nadeel uit te schakelen werden in enkele landen actieve grenzels ontworpen.

Buiten dit eerste principe, dat aan alle systemen gemeen is, hebben de Belgische voerders ook naar enkele andere gestreefd :

- de homogeniteit, vermeld in circulaire 214 bis;
- de mogelijkheid, het systeem te doen werken onder invloed, hetzij van de drukgolf hetzij van de vlam van de ontploffing;
- de uitbreiding tot de actieve grenzels van de voordelen van een verdeelde grenzel t.o.v. een geconcentreerde.

Het loont de moeite elk van deze principes wat uitvoeriger te bespreken.

2.2.1. L'homogénéité

Un système est dit homogène lorsque ses fonctions "détection" et "dispersion" sont combinées de telle manière que, au moment du déclenchement, ses éléments constitutifs et notamment les disperseurs, se trouvent toujours dans leur état d'installation, non sensiblement modifié par les effets mécaniques de l'explosion à combattre. Le système belge est évidemment homogène puisque, en cas d'explosion à effets mécaniques sensibles, le détecteur fonctionne au souffle et déclenche les disperseurs avant que ceux-ci ne soient endommagés par l'onde de pression.

2.2.2. La possibilité de fonctionner, soit sous l'effet de la flamme, soit sous l'effet de l'onde de pression

La nécessité de détecter la flamme n'est guère discutable car, dans le cas d'une inflammation de grisou ou d'une explosion à progression encore très lente, seule la flamme peut être détectée.

Par contre, dans le cas d'une explosion violente à grande vitesse de propagation, il se pourrait que le temps entre le début de la dispersion déclenchée et l'arrivée du front de flamme dans la zone équipée de disperseurs ou zone de barrage (c.-à-d. le "Vorlaufzeit") soit trop court.

Si par exemple un détecteur de flamme est situé à 40 m des disperseurs de l'ABD, dans le cas d'une propagation à 800 m/s, le front de flamme abordera les disperseurs 50 ms seulement après avoir franchi la section de détection, et le "Vorlaufzeit" risque d'être trop court pour que le produit extincteur soit bien dispersé dans la flamme au sein de la zone de barrage.

Comme l'onde de pression précède toujours le front de flamme, la détection du souffle avant-coureur de celui-ci fournit un délai supplémentaire qui augmente les chances de l'ABD d'être efficace.

On verra même par l'exemple de la figure 14 que le fonctionnement du détecteur au souffle rend possible l'extinction de la flamme avant qu'elle ait atteint le détecteur !

2.2.3. Les avantages de l'arrêt-barrage réparti

Si le raisonnement élémentaire qui vient d'être fait suffit à montrer l'extrême importance de la relation entre la vitesse de la flamme d'une part et l'emplacement respectif du (des) détecteur(s) et des disperseurs d'autre part, il attire aussi l'attention sur la longueur de l'ABD.

La longueur de la zone de barrage constitue un paramètre à même d'augmenter considérablement la probabilité d'extinction tout en diminuant l'importance du choix de l'emplacement du détecteur.

2.2.1. De homogeniteit

Een systeem noemt men homogeen wanneer de twee functies "detectie" en "verspreiding van het blusmiddel" zodanig gecombineerd zijn dat zijn onderdelen - voornamelijk de bluselementen - zich op het ogenblik van het activeren nog steeds in hun oorspronkelijke toestand bevinden, d.w.z. nog niet gewijzigd onder invloed van de ontploffing. Het Belgisch systeem is uiteraard homogeen daar bij een ontploffing met aanzienlijke mechanische effecten de detector door de winddruk aangesproken wordt, zodanig dat de bluselementen werken alvorens zij door de winddruk beschadigd worden.

2.2.2. De mogelijkheid om te werken onder invloed, hetzij van de vlam, hetzij van de drukgolf

De noodzaak om de vlam te detecteren is onbetwistbaar : in het geval van een mijngasontvlaming of van een ontploffing met een nog trage voortplanting kan alleen de vlam gedetecteerd worden.

Daartegenover, in het geval van een geweldige sterke ontploffing met zeer snelle voortplanting kan het gebeuren dat de tijdspanne tussen het begin van de waterverspreiding en de aankomst van het vlammenfront in de grenzelzone (d.w.z. de "Vorlaufzeit") te kort is.

Indien bij voorbeeld een vlamendetector op 40 m van de bluselementen van de actieve grenzel hangt, in het geval van een 800 m/s snelle voortplanting zal het vlammenfront slechts 50 ms na het detecteren ter hoogte van de bluselementen aankomen, en zal de "Vorlaufzeit" te kort zijn om een goede verdeling van het blusproduct in de grenzelzone te verzekeren.

Gezien de drukgolf de vlam steeds voorafgaat, wint men door het detecteren van deze drukgolf een licht verwijs, dat de kansen op doeltreffendheid van de grenzel vermeert.

Het voorbeeld van figuur 14 zal zelfs aantonen dat de werking van de detector onder invloed van de winddruk het mogelijk maakt, de vlam te doven alvorens zij de detector bereikt heeft !

2.2.3. De voordelen van een verdeelde grenzel

De elementaire redenering hierboven toont het groot belang aan van de verhouding tussen de vlamsnelheid enerzijds en de respectievelijke plaats van detector(s) en bluselementen anderzijds; tevens vestigt zij de aandacht op de lengte van de actieve grenzel.

De lengte van de grenzelzone is een parameter die in staat is de waarschijnlijkheid van het doven aanzienlijk te verhogen en tevens het belang van de keuze van opstelplaats van de detector te verminderen.

Une figure toute simple (fig. 14) le démontre lumineusement.

Sur ce diagramme espace-temps est représentée la propagation des flammes de deux explosions. On a supposé le cas simple de vitesses de flamme constantes, si bien que chacune de ces explosions est représentée par une droite : la première, très violente, par une droite proche de l'horizontale, l'autre, molle et lente, par une droite beaucoup plus proche de la verticale.

Een zeer eenvoudige tekening (fig. 14) bewijst het zeer duidelijk.

Op dit diagram wordt de voortplanting afgebeeld van de vlammen van twee ontploffingen. Men veronderstelde een eenvoudig geval, met constante vlam snelheden, zodat ieder van beide ontploffingen door een rechte weergegeven wordt : de eerste, zeer hevig, door een quasi horizontale, de ander mild en traag, door een rechte die veel dichter bij een verticale ligt.

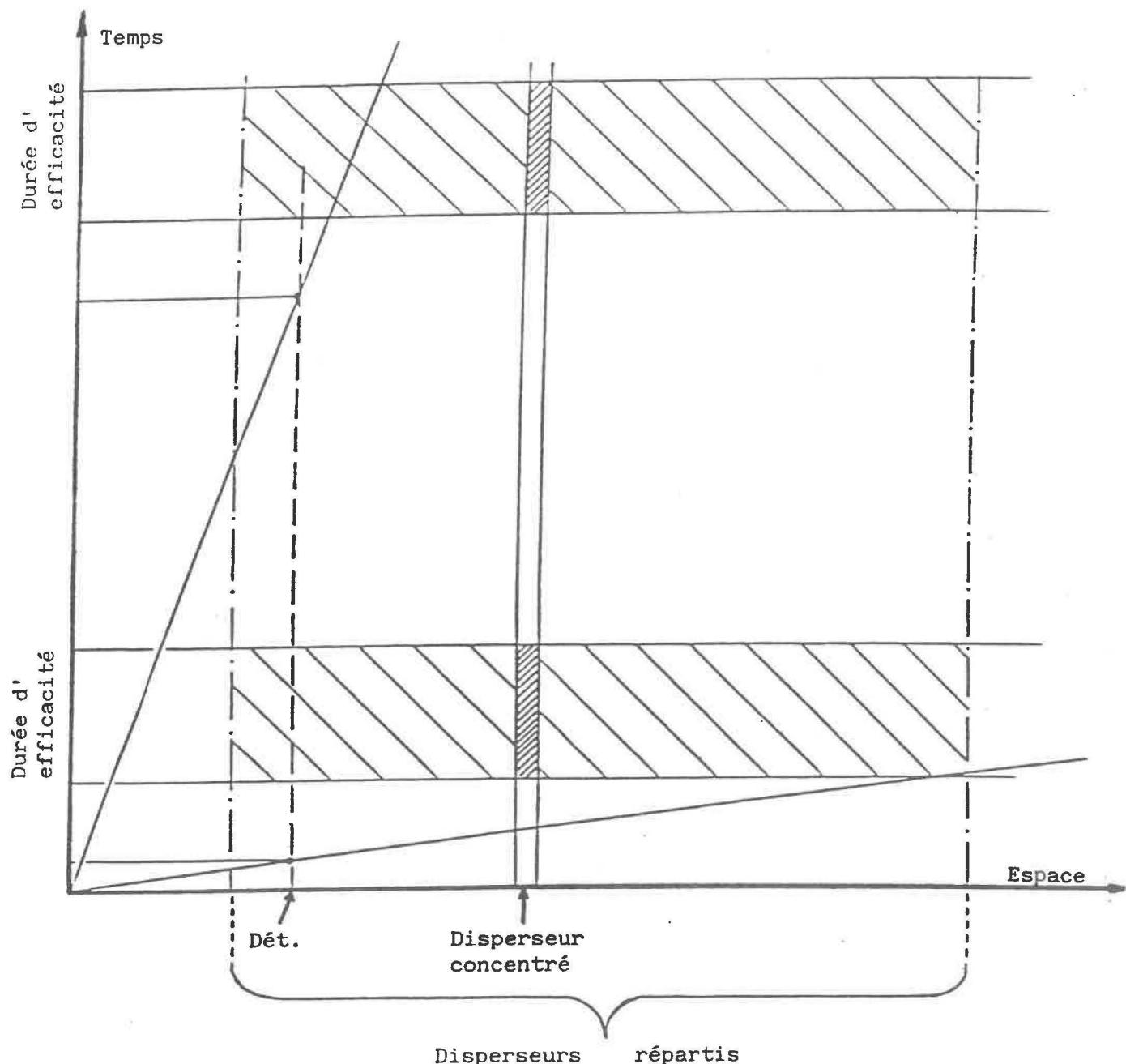


Fig. 14. Efficacité théorique d'un ABD en fonction de sa longueur

Fig. 14. Theoretische doeltreffendheid van een actieve grenzel in functie van zijn lengte

On y voit aussi l'emplacement du détecteur* ainsi que ceux des disperseurs dans les deux types d'arrêts-barrages déclenchés.

C'est à l'instant où la droite représentant la progression du front de flamme rencontre la verticale représentant la section de détection que débute le processus de déclenchement; à partir de ce moment, il faut un certain temps avant que la dispersion de l'agent extincteur soit suffisante, et elle ne le reste ensuite que pendant une durée limitée (ces deux durées ont été supposées identiques pour les deux types d'ABD). Pour chaque explosion, on trouve ainsi sur le diagramme deux horizontales, qui délimitent dans le temps l'efficacité des arrêts-barrages. Ceux-ci sont eux-mêmes limités dans l'espace, si bien que leurs domaines respectifs d'efficacité constituent sur le diagramme deux rectangles (temps x espace) : celui correspondant à l'ABD concentré, avec des hachures serrées, et celui de l'ABD réparti, évidemment beaucoup plus étendu, qui est couvert de hachures espacées.

On voit à la figure 14 que :

- les deux explosions représentées peuvent être éteintes par l'ABD réparti;
- l'efficacité de l'ABD concentré aura déjà pris fin avant que la flamme à progression lente ne l'ait atteint; par contre, c'est seulement après le passage de la flamme rapide qu'aura lieu le début de la dispersion.

2.3. DESCRIPTION DU SYSTEME

Les trois éléments fondamentaux mentionnés au paragraphe 0.1. se présentent sous la forme suivante :

- un détecteur thermomécanique, qui peut donc fonctionner sous l'action, soit de la flamme, soit du souffle d'une explosion;
- les disperseurs : cylindres de mousse à cellules ouvertes, remplis d'eau et munis d'un cordeau détonant;
- un dispositif de transmission qui, contrairement aux autres systèmes, ne fait pas appel à l'électricité, mais est exclusivement pyrotechnique.

Dans le système belge, ces deux derniers éléments sont indissolublement liés, et seront donc décrits ensemble.

* Pour simplifier le diagramme, ainsi que la comparaison entre concentré et réparti on suppose que :

- il n'y a qu'un détecteur;
- il est situé au même endroit, quel que soit le type d'ABD;
- on ne tient compte que de la détection de la flamme.

Men ziet er ook de plaats van de detector* evenals deze van de bluselementen voor beide typen van actieve grenzel.

Het "activeringsproces" vangt aan wanneer de rechte, die de voortplanting van het vlammenfront weergeeft, de loodlijn van de detector kruist; vanaf dat ogenblik is een zekere tijd nodig alvorens de verdeling van het blusproduct voldoende is, en dat blijft zij slechts gedurende een begrenste tijd (deze twee tijdsperioden veronderstelt men gelijk te zijn voor beide typen van grenzel).

Voor iedere ontploffing vindt men zo op het diagram twee horizontalen, die de duur beperken tijdens welke de grenzels doel-treffend blijven. De grenzels zelf zijn in de ruimte begrensd, zodat hun doeltreffendheidsdomeinen op het diagram door twee rechthoeken (tijd x ruimte) weergegeven worden : voor de geconcentreerde grenzel, deze met een dichte arcering; voor de verdeelde grenzel, een natuurlijk veel ruimere rechthoek, met brede arcering.

Men ziet op figuur 14 dat :

- beide ontploffingen door de verdeelde grenzel kunnen gedoofd worden;
- de doeltreffendheidsperiode van de geconcentreerde grenzel reeds voorbij is als de trage vlam hem bereikt; terwijl de waterverdeling pas na de doorgang van de snelle vlam begint.

2.3. BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM

De drie, in paragraaf 0.1. vermelde hoofdbestanddelen, zien er als volgt uit :

- een thermomechanische detector, die onder invloed reageert, hetzij van de vlam, hetzij van de drukgolf van een ontploffing;
- de bluselementen : cilinders uit openporige schuim, voorzien van een slagkoord en met water gevuld;
- een overbrengingsinrichting die, in tegenstelling met de andere systemen, niet elektrisch maar zuiver pyrotechnisch werkt.

In het Belgisch systeem zijn de laatste twee elementen onontbindbaar, en zij zullen dan ook samen beschreven worden.

* Om het diagram zelf, evenals de vergelijking tussen geconcentreerde en verdeelde grenzels, eenvoudiger te maken, veronderstelt men dat :

- slechts één detector gebruikt wordt;
- hij in beide gevallen op dezelfde plaats hangt;
- men slechts rekening houdt met de detectie van de vlam.

Quant au quatrième élément, le dispositif de contrôle, il est très simple : sa seule fonction est la surveillance permanente de la continuité, de l'intégrité et de l'armement du système.

2.3.1. Le détecteur thermomécanique (fig. 15)

En prévoyant un fonctionnement mécanique, on poursuit l'objectif suivant : grâce au souffle avant-coureur de la flamme, détecter une explosion avant même que les pressions dynamiques dues à ce souffle ne dépassent 10 - 20 mbar (à ce stade, les vitesses moyennes de flamme se limitent à 20 - 40 m/s environ).

Pareils seuils de sensibilité pour la détection au souffle sont de nature à préserver le personnel de lésions graves dues aux effets mécaniques de l'explosion.

L'appareil permet quatre réglages, correspondant respectivement à un seuil de sensibilité de 5, 10, 15 et 25 mbar.

Mais il se posait un problème de sélectivité : le détecteur doit être insensible à d'autres effets de souffle que celui d'une explosion, par exemple lors de tirs à l'explosif. Cette sélectivité a été réalisée en associant, au seuil de sensibilité en pression dynamique, un seuil adéquat d'impulsion de pression .

Elle a été testée lors de plusieurs essais de longue durée dans la mine, à proximité de fronts de creusement à l'explosif. Il y eut toujours absence de déclenchement, bien que les pointes de pression aient largement dépassé le seuil de sensibilité en pression dynamique, et cela grâce à l'insuffisance des impulsions de pression engendrées par les tirs à la dynamite.

2.3.1.1. Description externe

L'appareil se présente sous la forme d'un boîtier parallélépipédique en acier, pesant une centaine de kg et ayant les dimensions suivantes :

- hauteur : 66,5 cm;
- largeur : 30,5 cm;
- longueur : 46,5 cm.

Le mécanisme proprement dit, contenu dans ce boîtier, constitue un équipage amovible qu'il est aisé d'y glisser ou d'en retirer.

Le boîtier est muni d'anneaux qui permettent de le suspendre dans n'importe quelle position :

- à la verticale;
- à l'horizontale, comme le montre la figure 15 (qui représente la version de juillet 1987) et comme c'est le cas pour un des détecteurs aux Houillères du Bassin de Lorraine (voir la figure 18, paragraphe 2.5.);
- obliquement, comme à la partie inférieure de la figure 15.

Het vierde bestanddeel : de controle-inrichting, is zeer eenvoudig : zijn enige functie is een bestendige controle van de continuïteit, de integriteit en de paraatheid van het geheel.

2.3.1. De thermomechanische detector (fig. 15)

Door een mechanische werking te voorzien streefde men naar het volgende doel : dank zij de winddruk golf die de vlam voorafgaat, een ontploffing detecteren nog vóór dat deze winddruk 10-20 mbar overschrijdt (op dat ogenblik is de vlamsnelheid nog beperkt tot waarden van ongeveer 20-40 m/s).

Zulke gevoeligheidsdrempels voor de detectie van de druk beschermen het personeel tegen ernstige letsel, te wijten aan de mechanische inwerking van de ontploffing.

Het toestel laat vier afstellingsmogelijkheden toe, die respectievelijk overeenkomen met een gevoeligheidsdrempel van 5, 10, 15 en 25 mbar.

Er stelde zich echter een selectiviteitsprobleem : de detector moet voor andere drukverschijnselen dan deze van een ontploffing ongevoelig zijn, bij voorbeeld bij het schieten. Deze selectiviteit werd bekomen door aan de drukgevoeligheidsdrempel een goed gekozen drukimpuls-grendel te associëren.

De selectiviteit werd door verschillende langdurige proeven in de mijn getest, dichtbij m.b.v. springstoffen gedolven fronten. De detectors hebben nooit gewerkt, hoewel de winddrukgrenzen ver voorbijgestreefd werden, en dit dankzij de onvoldoende drukimpulsen die door het dynamiet-schieten veroorzaakt worden.

2.3.1.1. Uitwendige beschrijving

Het toestel is een stalen parallelepipedum van een honderdtal kg met volgende afmetingen :

- hoogte : 66,5 cm;
- breedte : 30,5 cm;
- lengte : 46,5 cm.

Het in deze kast bevattende mechanisme is beweegbaar en kan er gemakkelijk in- of uitgeschoven worden.

De kast is voorzien van ringen die toelaten ze in allerlei posities op te hangen :

- loodrecht;
- horizontaal, zoals in figuur 15 (die de versie van juli 1987 toont) en ook zoals het het geval is voor één van de detectors in de "Houillères du Bassin de Lorraine" (zie figuur 18, paragraaf 2.5.);
- schuin, zoals onderaan fig. 15.

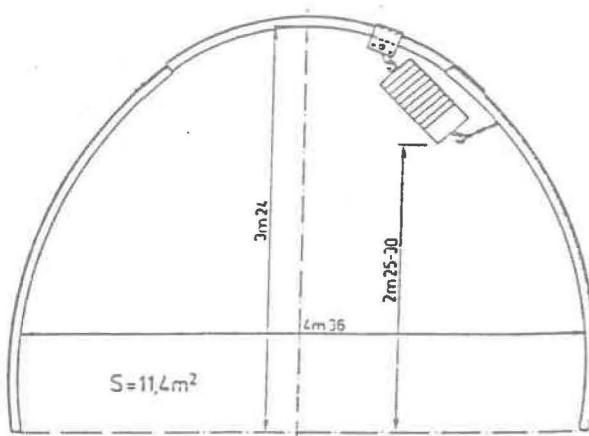
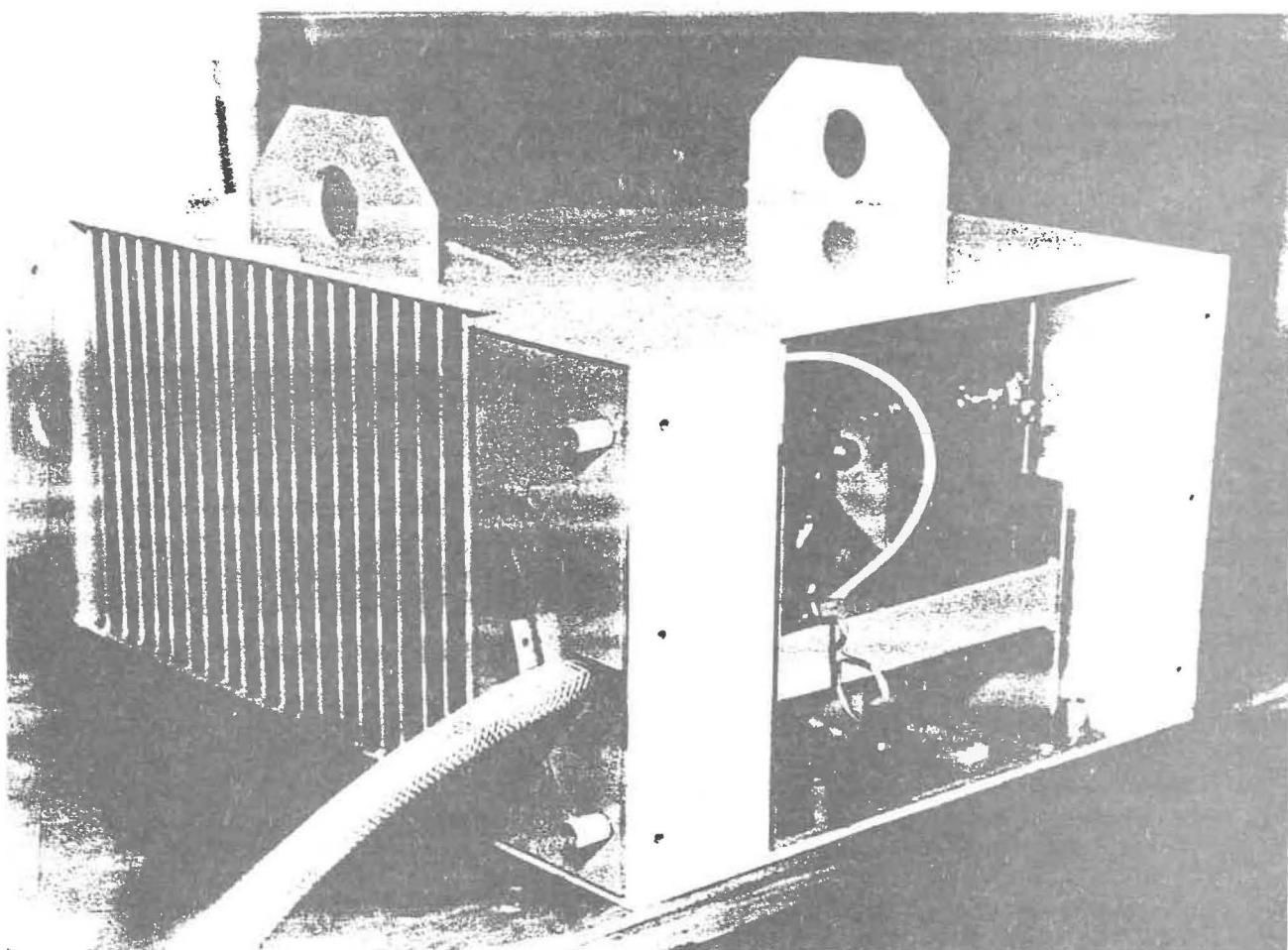


Fig. 15. Le détecteur thermomécanique de l'ABD belge
De thermomechanische detector van de Belgische actieve grendel

Les faces opposées (66,5 cm x 30,5 cm) doivent se trouver dans des sections transversales de la galerie. Elles comportent, sur 50 cm de leur hauteur, des entrées d'air protégées par des lamelles métalliques horizontales, inclinées dans le sens de la longueur du boîtier.

Ce dernier permet donc le passage d'un souffle ou d'une flamme dans un sens ou dans l'autre, tout en protégeant son contenu de toute agression mécanique externe, telle que chute de pierres ou coups divers (même volontaires !).

2.3.1.2. Fonctionnement

Fonctionnement mécanique

Le souffle d'une explosion dans une galerie donne lieu à l'intérieur du boîtier à une impulsion de pression dynamique, qui fait tourner un volet mobile autour de son axe. Ceci actionne un couteau, qui à son tour sectionne un fil de nylon tendu à l'intérieur parallèlement à la grande dimension du détecteur.

La coupure du fil libère un marteau qui, actionné par deux ressorts jusqu'alors maintenus sous tension par le fil, pivote autour de son axe et vient frapper un dispositif d'amorçage à percussion logé dans une pièce qui traverse la paroi du boîtier: c'est là que se fait le raccordement du détecteur à la ligne des disperseurs.

Le fonctionnement sélectif du détecteur est assuré par un verrouillage spécial de l'axe de rotation du volet mobile au moyen d'une goupille calibrée (c'est par le changement de goupille que l'on réalise les réglages mentionnés plus haut).

Subsidiairement, un verrou de marteau empêche toute percussion pendant le transport de l'équipage amovible du détecteur, sa mise en place dans le boîtier et les opérations de raccordement préalables à la mise en service.

Le fonctionnement au souffle du détecteur présente les caractéristiques suivantes :

- Le retard de la détection sur la montée en pression dans le cas d'une flamme progressant à $77,5 \pm 16,5$ m/s est de 106 ± 46 ms (l'avance de la détection sur l'arrivée du front de flamme est dans ces conditions de 262 ± 71 ms).
- Il n'y a pas de fonctionnement intempestif par chasse d'air comprimé à 7 bar à l'ouïe du détecteur, ni par la détonation d'une charge de 350 g de dynamite suspendue en cul-de-sac à 35 m du détecteur, ni par tir de 22,5 kg de dynamite en volée de 40 mines, le détecteur se trouvant à 15 m du front de minage.

En principe, la zone de barrage doit toujours comporter au moins une détection au souffle.

De tegengestelde zijden (66,5 cm x 30,5 cm) moeten zich in dwarssecties van de galerij bevinden. Over een hoogte van 50 cm zijn zij voorzien van openingen, die door schuingeplaatste metalen plaatjes beschermd worden.

De kast laat dus, in de ene of de andere zin, de wind of de vlam door en beschermt tegelijk haar inhoud tegen alle mechanische beschadiging te wijten aan steenvallen of aan om 't even welke slag (zelfs vrijwillige slagen!).

2.3.1.2. Werking

Mechanische werking

De winddruk van een ontploffing in een galerij veroorzaakt, binnen in de kast, een dynamische drukimpuls, die tot gevolg heeft dat een mobiel luik rond zijn as draait. Dit luik zet een mes in werking, dat een in de lengte van de detector gespannen nylondraad doorsnijdt.

Hierdoor laten twee veren, die tot dan toe door deze draad onder spanning gehouden werden, een hamer los, die rond zijn as draait en tegen een ontstekingsmechanisme slaat, dat doorheen de wand van de kast steekt; hier geschiedt de aansluiting van de detector aan de reeks bluselementen.

De selectieve werking van de detector wordt verzekerd door de vergrendeling van de as van het luik m.b.v. een gecalibreerde spie (door deze spie te verwisselen kan men, zoals hoger vermeld, de afstelling van de detector wijzigen).

Tijdens het vervoer van het inwendige gedeelte van de detector, zijn montage in de kast en de operaties die het in dienst stellen voorafgaan, wordt de hamer vergrendeld tegen iedere ongewenste werking.

De kenmerken van de werking van de detector onder invloed van de winddruk zijn :

- De vertraging van de detectie t.o.v. de drukstijging, in het geval van een vlam die zich tegen $77,5 \pm 16,5$ m/s voortplant, bedraagt 106 ± 46 ms (de detectie geschiedt in dit geval 262 ± 71 ms vóór de aankomst van het vlammenfront).
- Er vindt geen ontijdige werking plaats, noch bij het loslaten van perslucht met een druk van 7 bar aan de ingang van de detector, noch door de knal van 350 g dynamiet, opgehangen in een slopgang op 35 m van de detector, noch door het in éénmaal afschieten van 22,5 kg dynamiet (40 mijnen) wanneer de detector zich op 15 m van het schietfront bevindt.

In principe moet in de grenzelzone steeds minstens een detector geplaatst worden voor het detecteren van de winddruk.

Fonctionnement thermique

La rupture du fil de nylon par effet calorifique détermine aussi le déclenchement, qui intervient quelques dixièmes de seconde après l'arrivée de la flamme aux abords du détecteur.

Etant donné la sensibilité du fonctionnement mécanique, le déclenchement thermique apparaît comme un fonctionnement de secours pouvant par exemple se présenter dans le cas de la flambée d'une nappe de grisou au toit, sans montée appréciable en pression, autrement dit, à un stade où l'on ne peut encore parler d'une explosion.

"Stratégie"

En vue d'obtenir une détection multipoints de haute fiabilité, d'où que vienne l'explosion et quel que soit son sens de propagation, il est souhaitable que des (au moins deux) détecteurs destinés à fonctionner au souffle soient distribués dans la zone de barrage, parmi les disperseurs.

Un détecteur plutôt destiné à fonctionner thermiquement peut éventuellement être installé en dehors de la zone de barrage, par exemple à proximité immédiate du front d'un cul-de-sac.

2.3.2. Les disperseurs et le système de transmission

Chaque disperseur (fig. 16) est constitué d'une housse en PVC enserrant un cylindre, de 2 m de longueur et de 24-25 cm de diamètre, en mousse de polyuréthane à cellules ouvertes, de porosité appropriée.

Ce cylindre pèse 4 kg; il est suspendu horizontalement dans un solide berceau en treillis métallique (6 kg), et peut être rempli d'eau une fois en place; sa capacité maximale est de 90 litres.

Le bloc cylindrique en mousse possède un canal axial dans lequel est logée, sous gaine étanche, une chaîne pyrotechnique constituée de :

- un tronçon de 1,5 m de cordeau détonant antigrisouteux à 11 g/m de penthrite, centré dans le réservoir pour y remplir le rôle de source d'énergie de dispersion;
- un ou deux brins de cordon pyrotechnique énergétiquement pauvre, qui prolonge(nt) le cordeau détonant central par l'intermédiaire de minidétonateurs de transmission.

Ce cordon "énergétiquement pauvre" est du "Nonel", c'est-à-dire un mince tube tapissé intérieurement d'une couche micrométrique de poudre explosive, qui est le siège d'une microdétonation à 2 000 m/s, quasi inaudible et sans le moindre effet destructeur.

Thermische werking

De breuk van de nylondraad door thermisch effect brengt ook de werking van de grendel mee; de grendel werkt dan enkele tientallen van een seconde na de aankomst van de vlam in de omgeving van de detector.

Gezien de gevoeligheid van de mechanische werking mag de thermische werking als een noodoplossing beschouwd worden, die bijvoorbeeld van nut kan zijn bij de ontvlaming van een mijngasophoping, zonder merkbare drukstijging, m.a.w. in een stadium waar men eigenlijk nog niet van een ontstelling mag spreken.

"Strategie"

Om een hoog betrouwbare meerpuntendetectie te bekomen, waar de ontstelling ook moge ontstaan en onafgezien van haar voortplantingsrichting, is het wenselijk meerdere (minstens twee) detectors in de grenzelzone te verdelen.

Een detector, die voornamelijk voor thermische detectie bestemd is, kan bijkomend buiten deze zone voorzien worden, bijvoorbeeld in de nabijheid van een delvingsfront.

2.3.2. De bluselementen en de overbrenging

Elk bluselement (fig. 16) bestaat uit een PVC-omhulsel; dit bevat een 2 m lange cylinder van 24-25 cm ø uit openporige polyurethaanschuim met een aangepaste porositeit.

Deze cylinder weegt 4 kg; hij wordt horizontaal opgehangen m.b.v. een speciaal ontworpen draadnetbescherming (6 kg); hij kan ter plaatse met water gevuld worden (maximum 90 l).

De cylinder uit schuim is voorzien van een axiale holte waarin zich de pyrotechnische keten bevindt, die uit volgende elementen bestaat :

- een 1,5 m lang stuk mijngasveilig slagsnoer met 11 g/m penthriet; dit snoer, centraal in het bluselement geplaatst, dient als energiebron voor de waterverdeling;
- één of twee pyrotechnische elementen met lage energie, die dit centraal snoer verlengen door middel van miniontstekers.

Dit pyrotechnisch element met lage energie is een "Nonel"-snoer : een dun plastiek buisje waarvan de binnenwand bedekt is met een micrometrische laag poeder die een onhoorbare ontstelling tegen 2000 m/s voortplant, zonder enige beschadiging.

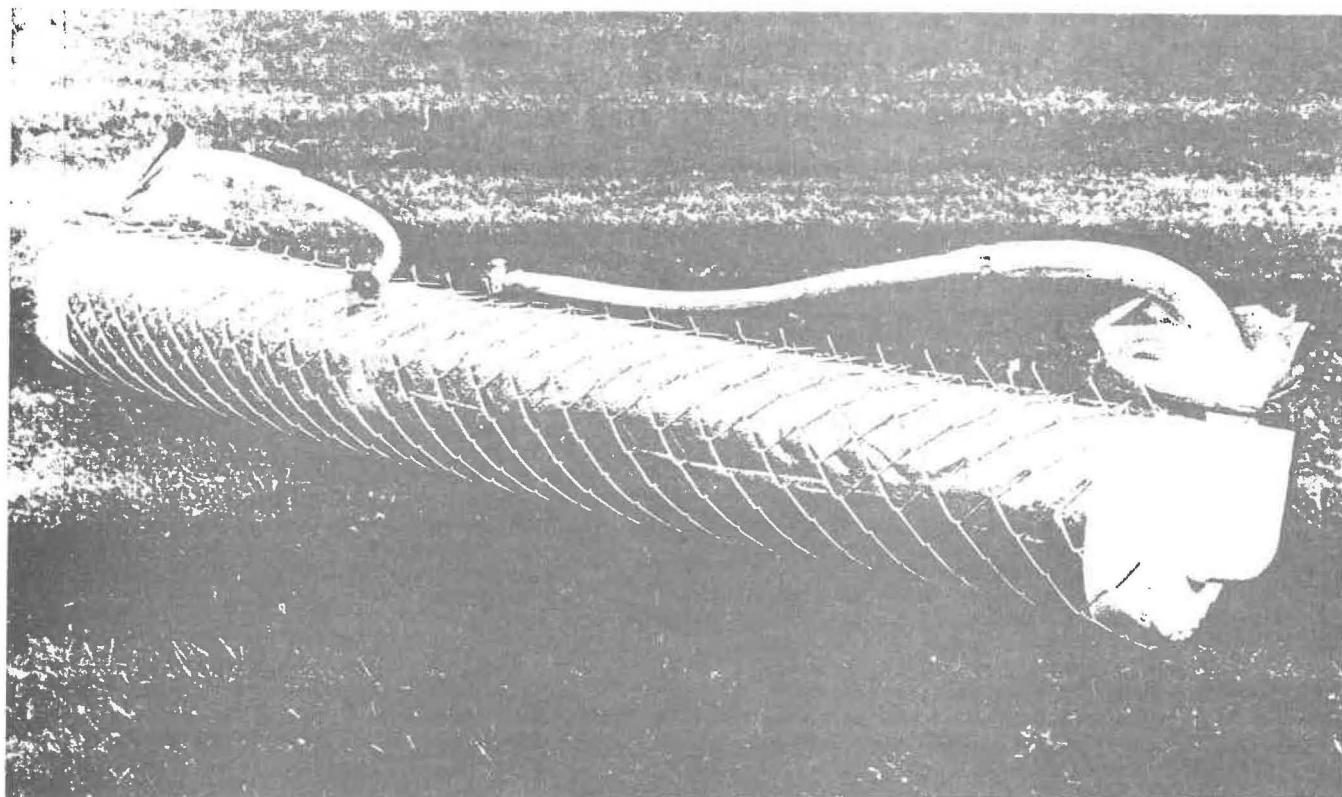


Fig. 16. Le disperseur de l'ABD belge

Alors que, dans le modèle d'origine, appelé "à deux branchements", le cordeau détonant était prolongé des deux côtés par un tel cordon, un modèle dit "à un branchements", principalement destiné aux ouvrages pentés, est venu tout récemment s'y ajouter.

A l'extérieur du disperseur, chaque cordon Nonel (un ou deux selon le modèle) est protégé par un flexible en plastique se terminant par un raccord rapide.

Le dispositif de transmission consiste donc en ceci : les disperseurs sont reliés entre eux au moyen de ces raccords rapides, qui contiennent chacun un minidétonateur assurant la liaison pyrotechnique entre cordons Nonel.

Comme dans le système SMRE, et à l'inverse des systèmes Tremontia et BVS, il n'existe donc pas d'unité centrale de traitement et de transmission (ou de déclenchement).

Dans chaque disperseur, les gaz du cordeau détonant propulsent l'eau à travers les cellules ouvertes de la mousse (qui ne se détruit pas et retient tout produit solide) en sorte que la housse en PVC crève de toutes parts, et que la dispersion en gouttelettes soit assurée.

Fig. 16. Het bluselement van een Belgische actieve watergrendel

In het oorspronkelijke type (met twee aansluitingen) werd het slagsnoer aan weerskanten met zo'n "Nonel" verlengd; zeer recentelijk werd ook een model met één aansluiting ontworpen, dat voor hellende werkplaatsen bestemd is.

Aan de buitenkant van het bluselement wordt elk Nonel-snoer (één of twee volgens het type) beschermd door een plastic slang eindigend met een snelkoppeling.

De overbrenging werkt aldus als volgt : de bluselementen zijn met elkaar verbonden door middel van deze snelkoppelingen; elk van deze bevat een miniontsteker die de pyrotechnische verbinding verzekert tussen de Nonel-snoeren.

Zoals in het SMRE-systeem, maar in tegenstelling met de systemen Tremontia en BVS, bestaat er dus geen centrale start- en overbrengingseenheid.

In elk bluselement wordt door de gassen van het slagsnoer het water doorheen de open cellen van het schuim gedreven (het schuim zelf houdt alle vaste stukken tegen) zodat het PVC-omhulsel barst en het water onder vorm van druppeltjes verdeeld wordt.

Les dimensions du réservoir et la force du cordeau détonant ont été choisies de façon que :

- le front des gouttelettes d'eau projetées dans toutes les directions par l'explosion du cordeau progresse à des vitesses ne dépassant guère 20 m/s;
- la pulvérisation en gouttelettes intéresse quelque 50 litres d'eau par élément extincteur, le restant du contenu étant expulsé plus tardivement en chute concentrée au droit de l'élément;
- au moment du fonctionnement, la pointe momentanée de pression dans l'air est de l'ordre d'une centaine de mbar à quelque 0,25 m du disperseur.

On obtient ainsi une dispersion optimale de l'agent extincteur en même temps que l'absence d'effets vulnérants pour le personnel (pas de projections solides, pas d'onde aérienne à caractéristiques marquées).

Quant à la qualité de la dispersion, il suffira de mentionner les résultats obtenus lors d'essais filmés (au rythme de 300 images/s) dans une galerie de 20 m² de la Bergbau-Versuchsstrecke : obturation complète de la section obtenue en moins de 300 ms (fig. 17), et se maintenant pendant environ 700 ms.

Les disperseurs sont conçus pour être distribués dans une "zone de barrage", qu'il convient de choisir aussi longue que possible, comme l'a montré à suffisance la figure 14.

De afmetingen van de elementen en het slagsnoer werden zo gekozen dat :

- de waterdruppeltjes, die door het slagsnoer in alle richtingen verspreid worden, zich verplaatsen tegen een snelheid die niet veel groter is dan 20 m/s;
- ongeveer 50 l water per element verstoven wordt, terwijl de rest later onder het element valt;
- op het ogenblik van de werking, een maximale druk van ca. 100 mbar bereikt wordt op ongeveer 0,25 m van het element.

Zo wordt een optimale verdeling van het water bekomen, en wordt tevens alle risico van kwetsuren van het personeel vermeden (geen projectie van vaste delen, geen overdreven drukgolf).

Wat de kwaliteit van de waterverdeling betreft volstaat het de resultaten te vermelden die bekomen werden tijdens (tegen 300 beelden/s) gefilmde proefnemingen in een 20 m² galerij van de Bergbau-Versuchsstrecke : in minder dan 300 ms is de sectie volledig gevuld (fig. 17), hetgeen dan gedurende ongeveer 700 ms verzekerd blijft.

De bluselementen werden ontworpen om verdeeld te worden in een "grenzelzone" die zo lang mogelijk moet zijn, zoals voldoende bewezen door fig. 14.

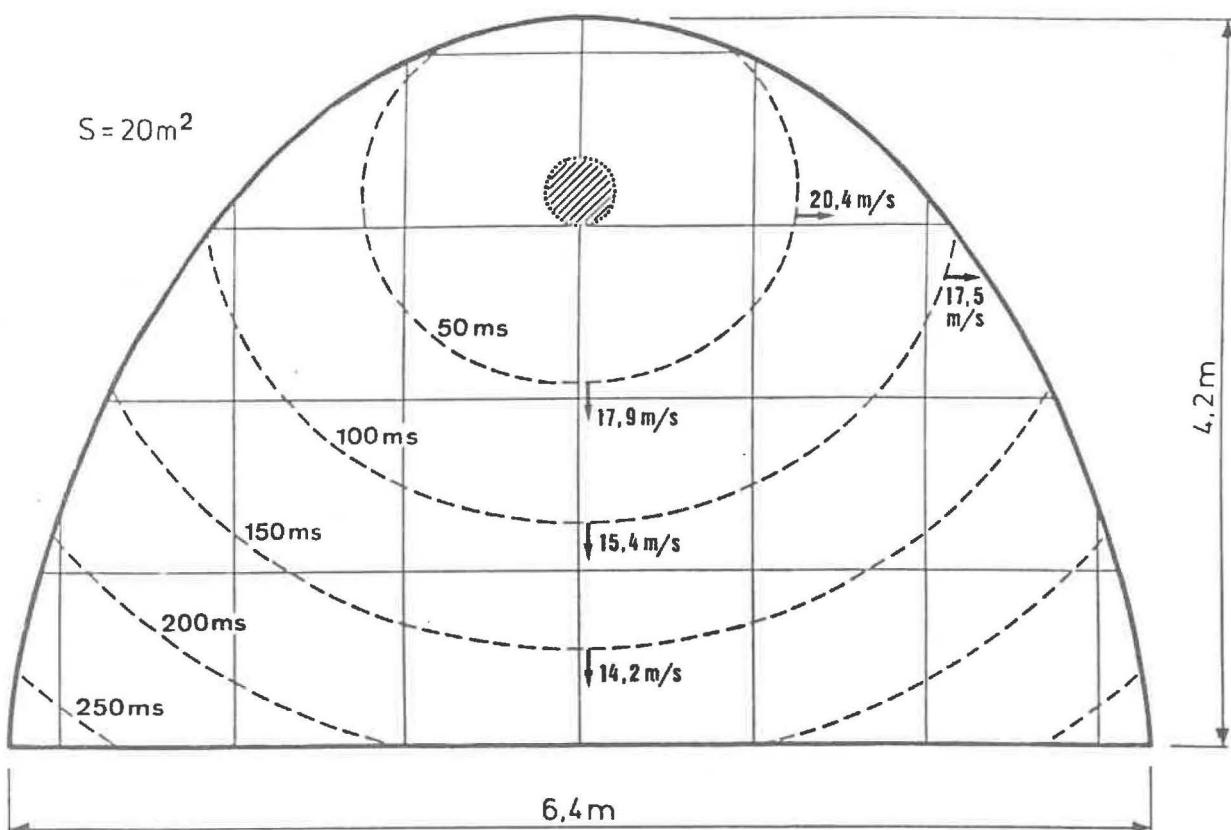


Fig.17. Diagramme de la dispersion de l'eau

Fig. 17. Diagram van de waterverdeling

2.3.3. Le dispositif de contrôle

Le contrôle du bon état de fonctionnement du système belge vise surtout la continuité de la ligne pyrotechnique. Il est toutefois réalisé pour englober :

- la connexion correcte de tous les éléments du système;
- l'intégrité de celui-ci pendant sa durée de service;
- l'armement de tous les détecteurs qu'il comporte.

Le principe de ce contrôle a été d'associer intimement un circuit électrique à la chaîne pyrotechnique, de telle sorte que toute interruption de cette dernière - que ce soit par suite d'un montage incorrect, d'un accident, d'un acte malveillant, ou encore par suite de son fonctionnement - affecte inévitablement le circuit électrique associé.

La continuité du circuit électrique est surveillée par un appareillage électronique, qui y envoie en permanence un signal d'une faiblesse suffisante pour que, au départ de l'appareil générateur d'ondes, la ligne de contrôle soit de sécurité intrinsèque.

Au sein de l'arrêt-barrage proprement dit, le circuit électrique de contrôle se compose d'un conducteur "aller", dont la continuité résulte du contact mutuel des mini-détonateurs de transmission ainsi que du branchement correct de la série des disperseurs au(x) détecteur(s), et d'un conducteur "retour" en contact avec la masse de tous les raccords rapides utilisés pour les diverses connexions.

Le seul fait de connecter entre eux les disperseurs et les détecteurs a ainsi une double conséquence : la création d'une longue chaîne pyrotechnique et la réalisation d'un circuit électrique. Celui-ci est fermé en bout de ligne par un dispositif à diode qui se trouve en principe à l'extrémité de l'arrêt-barrage proche des fronts. A l'autre extrémité est branché le câble de connexion à l'appareil générateur d'ondes, qui est logé en coffret(s) anti-déflagrant(s) contenant :

- le transformateur d'alimentation et l'interrupteur général;
- une batterie (facultative) de 4 éléments étanches, garantissant le fonctionnement de l'appareil pendant 8 à 10 heures lors d'une panne de réseau;
- la plaque à circuits imprimés portant tous les composants électroniques;
- la boîte à bornes du circuit de sécurité intrinsèque.

L'appareil envoie dans la ligne de contrôle des ondes rectangulaires qui, si tout est normal, sont redressées par la diode en bout de ligne; en cas de discontinuité, au contraire, le signal reçu est modifié, une lampe rouge s'allume au lieu d'une lampe verte, et il est possible de déclencher un signal sonore et/ou de transmettre un signal à distance, par exemple au télévigile.

2.3.3. Het controylesysteem

De controle van de goede staat van werking van het Belgisch systeem slaat voornamelijk op de continuïteit van de pyrotechnische lijn. De controle-inrichting werd nochtans ontworpen om op de volgende punten te letten :

- de correcte aansluiting van alle elementen van het systeem;
- de integriteit van dit laatste zolang het in dienst staat;
- het paraat staan van alle detectoren.

Het principe van deze inrichting bestaat in het innig verbinden van een elektrische kringloop met de pyrotechnische keten, zodat iedere onderbreking van deze laatste - hetzij omwille van een defecte montage, hetzij ten gevolge van een ongeval of van kwade wil, hetzij nog omdat het systeem gewerkt heeft - ook een onderbreking weegbrengt van de ermee verbonden elektrische kringloop.

De continuïteit van deze laatste wordt door een elektronische inrichting bewaakt, die er op permanente wijze een signaal door stuurt; dit laatste is zodanig zwak dat het geheel vanaf het vertrek intrinsiek veilig is.

In de eigenlijke grendel bestaat de controlekringloop uit een "heen" geleider en een "terug" geleider; de continuïteit van de eerste is verzekerd door het contact tussen de verschillende miniontstekers en door het correct aansluiten van de reeks bluselementen met de detector(en); de tweede staat in contact met de massa van de snelkopplings van de plasticsslangen.

Het aan elkaar verbinden van de bluselementen en detectoren heeft aldus twee gevolgen : er wordt een lange pyrotechnische keten gevormd, en tegelijk een elektrische kringloop. Aan het uiteinde wordt deze gesloten door een diode, die zich in principe aan de kant van het front bevindt.

Aan het andere uiteinde is de kringloop verbonden met een golfgenerator, die zich bevindt in een explosieveilige schakelkast waarin men ook het volgende vindt :

- de voedingstransformator en de hoofdschakelaar;
- een (facultatieve) batterij die de werking van de inrichting verzekert in geval van een stroomonderbreking gedurende 8 à 10 uren;
- een plaat met alle elektronische componenten;
- de klemmenkast van de intrinsiek veilige kringloop.

Het toestel zendt in de controlelijn rechthoekige golven die, indien alles normaal is, door de diode gelijkgericht worden; indien er daarentegen een onderbreking ontstaat, wordt het ontvangen signaal gewijzigd, gaat een rode lamp aan in plaats van een groene, kan een acoestisch signaal in werking treden en/of een signaal gezonden worden, bij voorbeeld naar de telecontrole.

Un défaut qui ne serait pas dû au fonctionnement de l'ABD est imputable à une défectuosité; il est facile de la localiser en fractionnant le circuit par exemple en deux moitiés, puis chaque moitié en deux quarts, et ainsi de suite, et en procédant par éliminations successives, moyennant déplacement du boîtier à diode.

2.4. ESSAIS REALISES

2.4.1. Essais "technologiques" au fond

Les essais en vue de tester la sélectivité du détecteur ont déjà été mentionnés (paragraphe 2.3.1.).

Un système complet (à l'exception des constituants explosifs), composé d'un détecteur, de 30 disperseurs et d'un dispositif de contrôle de la continuité, a été installé en 1977 dans la voie de retour d'air d'une taille chassante du siège d'Eisden (Charbonnages de Campine), et y est resté une année entière.

Après un an, le matériel se trouvait dans un état très satisfaisant, qu'il s'agit du détecteur, des disperseurs ou du dispositif de contrôle.

2.4.2. Premiers essais à la galerie expérimentale du Cerchar (1980)

Une première série d'essais a eu lieu en 1980 dans la galerie en cul-de-sac de Montlaville (ligne droite de 145 m de longueur, section trapézoïdale d'environ 10 m²).

Les disperseurs constituent en règle générale une ligne de quelques dizaines de mètres de longueur, équipée de deux détecteurs thermomécaniques.

On fait varier la quantité spécifique d'eau (l/m³ de galerie) en modifiant la distance entre disperseurs.

Les coups de poussières sont tous réalisés avec une quantité de charbon correspondant à 300 g/m³, mais amorcés de trois façons différentes.

1) 8 kg de poussières sont soulevés puis enflammés au moyen d'explosif.
Avec disperseurs à partir du 15^{ème} mètre, la flamme a toujours été arrêtée avant le 35^{ème} mètre (même lorsque le détecteur le plus proche du front est installé à ce même 35^{ème} mètre).

2) Bouchon grisouteux de 60 m³ à ± 9 %.
Avec disperseurs à partir du 15^{ème} mètre et détecteur au 35^{ème} mètre, la flamme a toujours été arrêtée quelques mètres au-delà du début de la ligne de disperseurs

3) Nappe de grisou au toit (15 m³ de méthane entre les abscisses 0 et 35 m), capable à elle seule d'engendrer des flammes atteignant le 60^{ème} mètre.
Avec 2 détecteurs, respectivement au 15^{ème} et au 50^{ème} mètre, et une zone de barrage comportant une vingtaine de disperseurs (environ 80 m de longueur) à partir du 15^{ème} mètre, l'explosion se trouve "tuée dans l'oeuf", et il n'y a pas trace d'effets ignés au-delà du 22^{ème} mètre.

Indien er zich een defect voordeet dat niet aan het werken van de actieve grenzel te wijten is, dan kan dit defect gemakkelijk gelocaliseerd worden door de kringloop te halveren, iedere helft verder in twee te delen, enzovoort, door opeenvolgende eliminatie en mits verplaatsing van de diode.

2.4. UITGEVOERDE PROEFNEMINGEN

2.4.1. Technologische proeven ondergronds

De proeven om de selectiviteit van de detector uit te testen werden reeds vermeld (paragraaf 2.3.1.).

Een volledig systeem (met uitzondering van detonerende componenten), bestaande uit één detector, 30 bluselementen en een controle-eenheid, werd in 1977 in de luchtkeergalerij van een drijvende pijler van de bedrijfszetel Eisden van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen geïnstalleerd, en bleef er een heel jaar hangen.

Na een jaar bevond het materiaal zich in een zeer bevredigende toestand, of het nu ging om de detector, de bluselementen of de controle-eenheid.

2.4.2. Eerste proefnemingen in de ontplofingsgalerij van Cerchar (1980)

Een eerste reeks proeven vond in 1980 plaats in de doodlopende galerij van Montlaville (rechte lijn van 145 m, trapeziumvormige sectie van ongeveer 10 m²).

De bluselementen worden er in het algemeen in een lijn van enkele tientallen meters lengte gehangen, met twee thermomechanische detectoren.

Men wijzigt de specifieke hoeveelheid water (l per m³ galerij) door de afstand tussen de bluselementen te veranderen.
De stofontploffingen worden veroorzaakt door een hoeveelheid kolenstof die 300 g/m³ vertegenwoordigt, en die men op drie verschillende manieren ontsteekt.

- 1) 8 kg kolenstof worden in suspensie gebracht en dan met springstof ontstoken.
Met bluselementen vanaf de 15^{de} meter werd de vlam steeds vóór de 35^{ste} meter gedoofd (zelfs wanneer de dichtst bij het front gelegen detector zich op deze 35^{ste} meter bevindt).
- 2) Mijngasophoping van 60 m³ met ± 9 %.
Met bluselementen vanaf de 15^{de} meter en detector op de 35^{ste} meter werd de vlam steeds gedoofd in de eerste meters van de grenzelzone.
- 3) "Roof-layer" (15 m³ mijngas tussen 0 en 35 m), in staat om vlammen tot op 60 m voort te brengen.
Met 2 detectoren op de 15^{de} en respectievelijk 50^{ste} meter, en een grenzelzone bestaande uit een twintigtal bluselementen (ongeveer 80 m lengte) vanaf de 15^{de} meter wordt de ontploffing "in statu nascendi" gedoofd, en men vindt geen sporen van vuur voorbij de 22^{ste} meter.

Lorsque le nombre de disperseurs est relativement important (quantité d'eau de l'ordre de 2 000 l), on peut constater en outre, non seulement sur la longueur protégée par l'ABD, mais également loin à l'aval, une "inertisation" si efficace du gisement poussiéreux qu'un second coup de poussières ne pourrait s'y produire pendant le délai nécessaire à l'installation d'un nouvel arrêt-barrage.

2.4.3. Deuxième série d'essais au Cerchar (1986)

Cette seconde série d'essais s'est déroulée dans une galerie "encombrée" par un pseudo-convoyeur à bande.

Les explosions de poussières sont amorcées par l'inflammation d'un bouchon grisouteux de 60 m³ à 10 % de CH 4 . Le gisement de poussières est réalisé avec des fines répandues à la sole et disposées sur des planchettes.

Dans un essai à blanc (c'est-à-dire sans ABD), la flamme a au départ une vitesse de 15 m/s, mais s'accélère rapidement jusqu'à 300 m/s au débouché de la galerie. La surpression statique atteint 1,3 bar.

La plupart des essais sont effectués avec 2 détecteurs (réglage à 15 mbar) à 25 et 45 m du fond; les disperseurs sont situés entre 14 et 44 m du fond de la galerie; leur nombre est variable, ainsi que leur disposition: au-dessus du "convoyeur", dans l'allée de passage, ou transversalement.

On se contentera de citer ici * les conclusions que les experts du Cerchar ont tirées de ces essais :

- Le système fonctionne sous l'effet thermique de la flamme aussi bien que de la pression du souffle de l'explosion.
- L'encombrement d'une galerie peut diminuer l'efficacité du dispositif, par exemple si l'eau n'est pas suffisamment dispersée sous le convoyeur.
- Les disperseurs ne peuvent pas être concentrés sur une trop faible distance (importance du paramètre "longueur de la zone de barrage").

Des essais complémentaires, réalisés en 1987 à la demande des Houillères du Bassin de Lorraine, ont conduit aux conclusions (résumées) suivantes :

- La distance entre le front et le début de la zone des disperseurs devrait être d'au moins 12 m.
- La zone de barrage devrait avoir au moins 15 m de longueur.
- La quantité d'eau devrait être de l'ordre de 45 l par m² de section si la longueur de la zone des disperseurs est comprise entre 15 et 30 m.

* On trouvera des résultats plus détaillés dans le document O.P. n° 7440/87.

Met een tamelijk groot aantal bluselementen (ongeveer 2000 l water) stelt men vast dat, niet alleen over de lengte van de grenzelzone maar zelfs een hele afstand stroomafwaarts, een zodanig efficiënte "inertisatie" van de kolenstoflaag bereikt wordt dat een tweede stofontploffing onmogelijk zou zijn binnen de tijd die nodig is om een nieuwe grenzel te installeren.

2.4.3. Tweede reeks proefnemingen op Cerchar (1986)

Deze tweede reeks vond plaats in dezelfde galerij, waar een "schijn"vervoerband ge monteerd was.

De kolenstofontploffingen worden ontstoken door een mijngasstop van 60 m³ aan 10 % CH 4 . De kolenstofneerzetting bestaat uit fijn stof op de vloer en op planken.

Tijdens een proef zonder grenzel bedraagt de vlamsnelheid aanvankelijk 15 m/s, maar de vlam versnelt naar 300 m/s bij het uitmonden uit de galerij. De statische overdruk bedraagt 1,3 bar.

De meeste proefnemingen worden uitgevoerd met twee (op 15 mbar geregelde) detectoren op 25 respectievelijk 45 m van het front; de bluselementen bevinden zich tussen 14 en 44 m ervan; hun aantal en schikking varieert: boven de "transportband", in de gaanderij, of dwars op de richting.

Hier worden slechts * de besluiten vermeld die de deskundigen van Cerchar uit deze proefnemingen trokken :

- Het systeem werkt even goed onder de thermische inwerking van de vlam als ten gevolge van de winddruk van de ontploffing.
- De uitrusting van de galerij kan de doeltreffendheid van het systeem verminderen, b.v. indien het water onder de transporteur niet goed verspreid wordt.
- De bluselementen mogen niet over een te korte afstand geconcentreerd worden (de parameter "lengte van de grenzelzone is van groot belang").

Bijkomende proefnemingen werden in 1987 uitgevoerd op aanvraag van de "Houillères du Bassin de Lorraine" en leiden tot de volgende (samengevatte) besluiten :

- De afstand tussen het front en het begin van de grenzelzone moet minstens 12 m bedragen.
- De grenzelzone zelf moet minstens 15 m lang zijn.
- De hoeveelheid water moet ongeveer 45 l/m² bedragen indien de lengte van de grenzelzone tussen 15 en 30 m bedraagt.

* Meer gedetailleerde resultaten vindt men in het P.O.-document nr. 7440/87.

2.4.4. Essais dans la galerie d'explosions de Buxton du "Health and Safety Executive" (HSE)

Dans l'introduction au rapport final de ces essais, ses auteurs expriment leur intérêt pour le système belge, intérêt basé essentiellement sur le faible poids et le faible encombrement des disperseurs, ainsi que sur la possibilité d'en raccorder un certain nombre en forme d'ABD réparti, et de faire varier aisément la quantité spécifique d'agent extincteur.

Les essais, au nombre de 13, ont été effectués dans la galerie d'explosions de Buxton, déjà brièvement décrite au paragraphe 1.3.2.

Ils avaient pour but d'évaluer l'efficacité du système en fonction des trois paramètres suivants :

- vitesse de propagation de l'explosion; deux "gammes" d'explosions ont été réalisées :
 - explosions lentes, c.-à-d. vitesse inférieure à 120 m/s;
 - explosions rapides, c.-à-d. vitesse supérieure à 120 m/s;
- nombre de disperseurs, c.-à-d. quantité totale d'eau;
- densité d'installation des disperseurs, c.-à-d. quantité spécifique d'eau (l/m³).

La zone de barrage commence dans tous les cas au point 89,2. Un seul détecteur thermomécanique est suspendu au point 88,4, à l'entrée de la zone de barrage; en outre, un détecteur thermique SMRE, placé au point 70,9 et donc avancé de 18,3 m par rapport à la zone de barrage, est, lui aussi, raccordé (via un détonateur électrique) au dispositif pyrotechnique de l'ABD belge.

Les disperseurs sont suspendus en couronne, en ligne simple, et chacun d'eux est rempli de 86 l d'eau.

Les conditions et résultats d'essais sont résumés à la page suivante en un tableau établi par l'auteur à partir de ceux, plus détaillés émanant du HSE.

Les résultats consistent :

- ou bien en l'extinction de la flamme (indiquée par l'abréviation "ext", suivie du repérage de la zone dans laquelle cette extinction s'est produite),
- ou bien en un échec, soit qu'il n'y ait pas eu extinction, soit que celle-ci se soit produite loin de la zone de barrage.

On peut faire dans ce tableau les constatations suivantes :

- Les deux types de détecteurs fonctionnent de façon parfaitement cohérente : pour tous deux, le temps de réponse évolue en fonction inverse de la vitesse de l'explosion.

2.4.4. Proefnemingen in de ontploffingsgalerij van Buxton van de "Health and Safety Executive" (HSE)

In de inleiding tot het eindverslag over deze experimenten uiten de auteurs hun belangstelling voor het Belgisch systeem, vooral omwille van zijn licht gewicht en de beperkte plaats die nodig is, evenals omwille van de mogelijkheid die het biedt om een zeker aantal bluselementen onder de vorm van een verdeelde actieve grendel aan te bouwen en om de specifieke hoeveelheid blusproduct gemakkelijk aan te passen.

Dertien proefnemingen werden uitgevoerd in de reeds in het kort beschreven (paragraaf 1.3.2.) galerij van Buxton.

Zij hadden tot doel de doeltreffendheid van het systeem te evalueren in functie van de drie volgende parameters :

- voortplantingssnelheid van de ontploffing; twee "gamma's" ontploffingen vonden plaats :
 - trage ontploffingen, met een snelheid < 120 m/s;
 - snelle ontploffingen, met een snelheid > 120 m/s;
- aantal bluselementen, dus totale hoeveelheid water;
- "dichtheid" van de bluselementen, m.a.w. specifieke waterhoeveelheid (l/m³).

In alle gevallen begint de grendelzone aan punt 89,2. Eén thermomechanische detector wordt aan punt 88,4 gehangen, aan de ingang van de grendelzone; bovendien werd ook een thermische detector SMRE aan punt 70,9 (dus 18,3 m voor de grendelzone) gehangen en, via een elektrische ontsteker, op de pyrotechnische lijn van de Belgische grendel aangesloten.

De bluselementen worden in de kroon gehangen, in één lijn, elk met 86 l water gevuld.

De proefopstelling en -resultaten worden op de volgende bladzijde samengevat onder de vorm van een tabel, die door de auteur samengesteld werd op basis van de meer gedetailleerde tabellen van de HSE.

Het resultaat van een proef bestaat :

- ofwel in het doven van de vlam (aangeduid door de afkorting "ext", gevolgd door de aanduiding van de zone waarin deze plaatsvond);
- ofwel in het falen, d.w.z. dat er geen uitdoving waargenomen werd, of dat deze slechts op een aanzienlijke afstand voorbij de grendel plaatsvond.

Men kan in deze tabel de volgende vaststellingen doen :

- Beide types van detectoren werken op een coherente wijze : voor alle beide evolueert de antwoordtijd omgekeerd evenredig met de snelheid van de ontploffing.

Essais de l' ABD, système belge, dans la galerie d'explosions de Buxton (H.S.E.)

FLAMME	ZONE DE BARRAGE						FONCTIONNEMENT		FLAMME		Pmax	RESULTATS		
	Début	Fin	Long.	Nb. dispos.	Quantité d'eau			Dét. SMRE ms	Dét. INIEX ms	Vitesse à l'ABD m/s	Arrivée à l'ABD ms			
					l	l/m²	l/m³							
LENTE	89,2	113,5	24,3	5	430	76,8	3,16	995	420	100	1193	537	Ext. 114 - 137	
	89,2	113,5	24,3	5	430	76,8	3,16	867	1002*	127	974	758	Ext. 114 - 137	
	89,2	102,1	12,9	3	258	46,1	3,57	?	?	?	?	?	Extinction	
	<120 m/s	89,2	96,8	7,6	2	172	30,7	4,04	988	315	102	1122	612	ECHEC (ext. 320)
		89,2	103,7	14,5	3	258	46,1	3,18	1065	340	88	1236	562	Ext. 114 - 137
	89,2	110,5	21,3	4	344	61,4	2,88	1000	475	68	1369	348	Ext. 114 - 137	
	89,2	124,2	35,0	5	430	76,8	2,19	977	327	85	1229	569	Ext. 124 - 137	
RAPIDE	89,2	111,3	22,1	5	430	76,8	3,47	527	292	310	595	2100	Ext. 91 - 110	
	89,2	102,9	13,7	3	258	46,1	3,36	567	287	175	643	2000	ECHEC	
	89,2	103,7	14,5	3	258	46,1	3,18	562	287	154**	647**	1400	ECHEC	
	>120 m/s	89,2	109,7	20,5	4	344	61,4	3,00	552	282	170	640	2000	ECHEC
		89,2	118,1	28,9	5	430	76,8	2,66	530	292	234	605	4000	ECHEC (ext. 358)
	89,2	132,6	43,4	5	430	76,8	1,77	483	570*	252	554	4000	ECHEC	

* et ** : VOIR TEXTE

- Sauf dans deux cas (non élucidés), le détecteur thermomécanique, bien qu'il se trouvât 18 m à l'aval du détecteur thermique SMRE, a déclenché beaucoup plus tôt que celui-ci (différence de 250 ms lors des explosions rapides, de 600 à 700 ms dans le cas des explosions lentes).
 - Le système s'est révélé efficace dans six cas d'explosions lentes sur sept. L'unique échec - enregistré alors que la quantité spécifique était la plus élevée (4 l/m³) - est dû à une trop faible quantité totale d'agent extincteur (172 l) dans une zone de barrage trop courte (7,6 m).
 - Lors des explosions rapides, sur six essais, il y eut une extinction, et elle se produisit lors de la plus rapide : vitesse de flamme de l'ordre de 300 m/s à l'entrée de la zone de barrage.
- Cette extinction a été obtenue en associant les valeurs suivantes de deux paramètres importants :
- longueur de la zone de barrage : 22 m;
 - quantité spécifique d'eau dans la zone : 3,5 l/m³ (la plus élevée des essais avec explosions rapides).
- Les expérimentateurs de Buxton tirent de ces essais les conclusions suivantes :
- Pour arrêter les flammes lentes, il faut 5 disperseurs, contenant ensemble 430 l d'eau, installés dans une zone de barrage comportant au moins 2 l/m³; avec une "densité" même double de ce chiffre, 200 l d'eau ne suffisent pas.
 - Pour arrêter les flammes rapides (jusqu'à 310 m/s), 5 disperseurs contenant ensemble 430 l suffisent également, à condition que la zone de barrage comporte au moins 3,5 l/m³.
 - Pour que l'ABD atteigne son meilleur niveau de performance il faut que la quantité totale d'eau mise en oeuvre et la quantité spécifique d'eau dans la zone de barrage dépassent simultanément leur seuil critique respectif.
 - En principe, la composition d'un système d'ABD permettant d'arrêter des flammes d'une vitesse donnée s'obtient aisément en spécifiant le nombre de disperseurs à utiliser et les écarts entre eux.

2.5. CAS D'UTILISATION LIÉS À L'EXPLOITATION

Dès la fin de 1985, les Houillères du Bassin de Lorraine (HBL) ont décidé d'effectuer des essais de faisabilité et de fiabilité des ABDB dans un creusement mécanisé de niveau à l'UE (Unité d'Exploitation) Reumaux.

De tels chantiers de creusement sont décrits dans "Industrie Minérale - Mines et carrières - Les techniques", numéro d'avril 1986, où le lecteur trouvera aussi bien la description de la méthode qu'une figure montrant la disposition du matériel d'exploitation.

- Behalve twee gevallen (voor onbekende redenen) werkt de thermomechanische detector veel vroeger dan de thermische (hoewel hij zich 18 m verder bevindt) : het verschil bedraagt 250 ms bij snelle ontploffingen, en 600 tot 700 ms bij trage ontploffingen.

- Het systeem heeft doeltreffend gewerkt bij zes van de zeven trage ontploffingen. Het enig geval van falen - toen de specifieke hoeveelheid de hoogste was : 4 l/m³ - is te wijten aan een te geringe totale hoeveelheid water (172 l) in een te korte (7,6 m) grenzelzone.

- Bij de snelle ontploffingen werd één uitdoving op 6 proefnemingen vastgesteld, en wel bij de snelste ontploffing : 300 m/s aan de ingang van de grenzelzone.

Deze uitdoving vond plaats bij de combinatie van de volgende waarden van twee belangrijke parameters :

- lengte van de grenzelzone : 22 m;
- specifieke hoeveelheid water in de zone : 3,5 l/m³ (de hoogste van de proefnemingen met snelle ontploffingen).

Uit deze proefnemingen trekken de experten van Buxton de volgende besluiten :

- Om trage vlammen te doven zijn 5 bluselementen nodig, met een totale hoeveelheid van 430 l, in een grenzelzone met minstens 2 l/m³; voor een densiteit die zelfs het dubbele hiervan zou bedragen, volstaan 200 l water niet.
- Om snelle vlammen te doven (tot 310 m/s) volstaan weer 5 bluselementen met in het totaal 430 l, onder voorwaarde dat de densiteit nu minstens 3,5 l/m³ bedraagt.
- Om de beste prestaties te halen van een actieve grenzel moet de totale hoeveelheid water en de specifieke hoeveelheid water in de grenzelzone tegelijk boven hun respectievelijke kritieke drempel liggen.
- Principieel kan men gemakkelijk de samenstelling bepalen van een actieve grenzel-systeem dat vlammen met een bepaalde snelheid kan doven door twee parameters te specificeren : het aantal bluselementen en hun onderlinge afstand.

2.5. GEVALLEN VAN TOEPASSING IN DE EXPLOITATIE

Reeds einde 1985 beslisten de "Houillères du Bassin de Lorraine" (HBL) tot "feasibility"- en betrouwbaarheidsproeven van de Belgische actieve grenzel over te gaan in horizontale gemechaniseerde delvingsfronten in de bedrijfszetel Reumaux.

Zulke werkplaatsen worden beschreven in het nummer van april 1986 van "Industrie Minérale - Mines et Carrières - Les techniques", waar de lezer én de beschrijving van de methode zal vinden, én een figuur die de schikking van het materieel toont.

On se contentera donc ici d'une description sommaire :

- Machine de creusement à attaque ponctuelle, du type "Super Roc Miner", d'une longueur totale d'environ 12 m.
- Convoyeur blindé intégré à la machine, et suivi successivement d'une "sauterelle" orientable, d'un convoyeur blindé suspendu sous monorail, d'un blindé au sol et de convoyeurs à bande.
- Dépoussiéreur suspendu, entre 18 et 24 m du front, à un monorail central, et associé à un système d'aérage soufflant-aspirant.

Un haveur se trouve aux commandes de la machine, et est assisté d'un aide-haveur, debout à hauteur de l'aspiration.

La section à roche nue est de 19,6 m², et fournit 15 m² de section utile après pose du soutènement.

C'est dans un tel chantier que, bien qu'il n'y eût pas encore de réglementation française en la matière, l'expérimentation put se dérouler, grâce à une autorisation provisoire accordée le 28 mai 1986 par le Service des Mines compétent pour la Lorraine.

2.5.1. Premier essai (5 juin-4 juillet 86)

Cet essai eut lieu avec un système inerte, c.-à-d. sans chaîne pyrotechnique.

Les éléments étaient suspendus au monorail par l'intermédiaire de potences solidaires de curseurs : un détecteur était suspendu verticalement en arrière du poste de conduite du Roc Miner, à environ 12 m du front, et deux disperseurs (de part et d'autre du canar Ø 600) à 5 m environ en arrière du détecteur.

Un avancement de 260 m a été réalisé sans aucun problème.

2.5.2. Deuxième essai (août - septembre 86)

Il se déroula dans le même chantier et avec la même installation, mais avec adjonction de la chaîne pyrotechnique.
L'ensemble a été ripé sur 180 m.

Le 21 août se produisit un déclenchement intempestif, sans inconvénient pour le personnel présent (porion, conducteur-haveur, aide-haveur et deux ouvriers).

On constata que les vibrations dues aux machines avaient entraîné le desserrage de boulons et écrous présents dans les mécanismes de la détection, avec comme conséquence ultérieure le cisaillement du fil et donc le déclenchement.

Le mécanisme amovible du détecteur a été modifié en conséquence par le fabricant, puis l'ABD fut remis en service le 11 septembre 1986.

Au total, 860 m ont été creusés en veine dans ce chantier.

Hieronder vindt men om deze reden slechts een summiere beschrijving :

- "Teilschnittmaschine", type "Super Roc Miner", ongeveer 12 m lang.
- In de machine ingebouwde pantser, gevolgd door een verstelbare bandlader, een aan een monorail opgehangen pantser, een pantser op de vloer en bandtransporteurs.
- Aan een centrale monorail opgehangen ontstoffer, gelegen tussen 18 en 24 m van het front en gekoppeld aan een blazend-zuigend verluchtingssysteem.

Een machinist bevindt zich op de machine en wordt bijgestaan door een helper, die ter hoogte van de zuigmonding staat.

De delvingssectie bedraagt 19,6 m², wat overeenkomt met een nuttige sectie van 15 m² na bekleding.

Alhoewel er nog geen Franse reglementering terzake bestond, mocht het systeem in een dergelijke werkplaats geëxperimenteerd worden dankzij een 28 mei 1986 gedateerde tijdelijke toelating van de voor Lotharingen bevoegde "Service des Mines".

2.5.1. Eerste proef (5 juni-4 juli 86)

Deze proef werd met een inert systeem uitgevoerd, d.w.z. zonder pyrotechnische lijn.

De verschillende elementen waren aan de monorail opgehangen : een detector, verticaal achter de commandopost van de machine, op ongeveer 12 m van het front, en twee bluselementen (aan weerszijden van de koker Ø 600) ongeveer 5 m achter de detector.

Men boekte zonder het minste probleem een vooruitgang van 260 m.

2.5.2. Tweede proef (augustus-september 86)

Deze ging door in dezelfde werkplaats en met dezelfde installatie, maar met ingebouwde pyrotechnische lijn.
De vooruitgang bedroeg 180 m.

Op 21 augustus deed zich een ontijdige werking voor, echter zonder gevolgen voor het personeel (opzichter, machinist, helper en twee houwers).

Er werd vastgesteld dat, ten gevolge van de trillingen van de machines, bouten en moeren van het detectiemechanisme losgekomen waren, zodat op een bepaald moment de nylondraad doorgesneden werd en het systeem in werking trad.

Dit had tot gevolg dat het beweegbaar deel van de detector door de fabrikant gewijzigd werd; nadien werd de detector terug in dienst genomen op 11 september 1986.

In deze werkplaats werden er in totaal 860 m in de laag gedolven.

2.5.3. Troisième essai (06.10.86-25.02.87)

Creusement au Roc-Miner en veine Irma à l'étage de 1 036 m de l'UE Reumaux.

Le détecteur était muni de pattes supplémentaires de fixation permettant de le suspendre en position horizontale.

Eu égard aux résultats expérimentaux enregistrés au Cerchar (paragraphe 2.4.3., première partie), il fut décidé le 3 février 1987 d'installer six disperseurs au lieu de deux, et deux détecteurs au lieu d'un (voir figure 18).

Le 25 février 1987 eut lieu un nouveau déclenchement intempestif. Cette fois, c'est la goupille du détecteur qui céda au cours du ripage de l'ensemble du train "filtre à poussières".

Il fut décidé que, dorénavant, les goupilles seraient remplacées périodiquement.

L'avancement pendant l'essai fut de 300 m.

2.5.3. Derde proef (06.10.86 -25.02.87)

Delving met Roc-Miner in de laag Irma, verdieping 1036 van de bedrijfszetel Reumaux.

De detector werd met bijkomende ophangingspunten voorzien om hem in horizontale positie te kunnen hangen.

Gezien de resultaten van de proefnemingen op Cerchar (paragraaf 2.4.3, eerste deel) werd op 3 februari 1987 besloten zes blus-elementen te hangen in plaats van twee, en twee detectoren in plaats van één (zie figuur 18).

Op 25 februari 1987 vond een nieuwe ontijdige werking plaats. Deze keer was zij te wijten aan de spie van de detector, die tijdens het vooruittrekken van het heel ontstoffersysteem brak.

Men nam de beslissing, de spieën periodisch te vervangen.

De vooruitgang tijdens deze proef bedroeg 300 m.

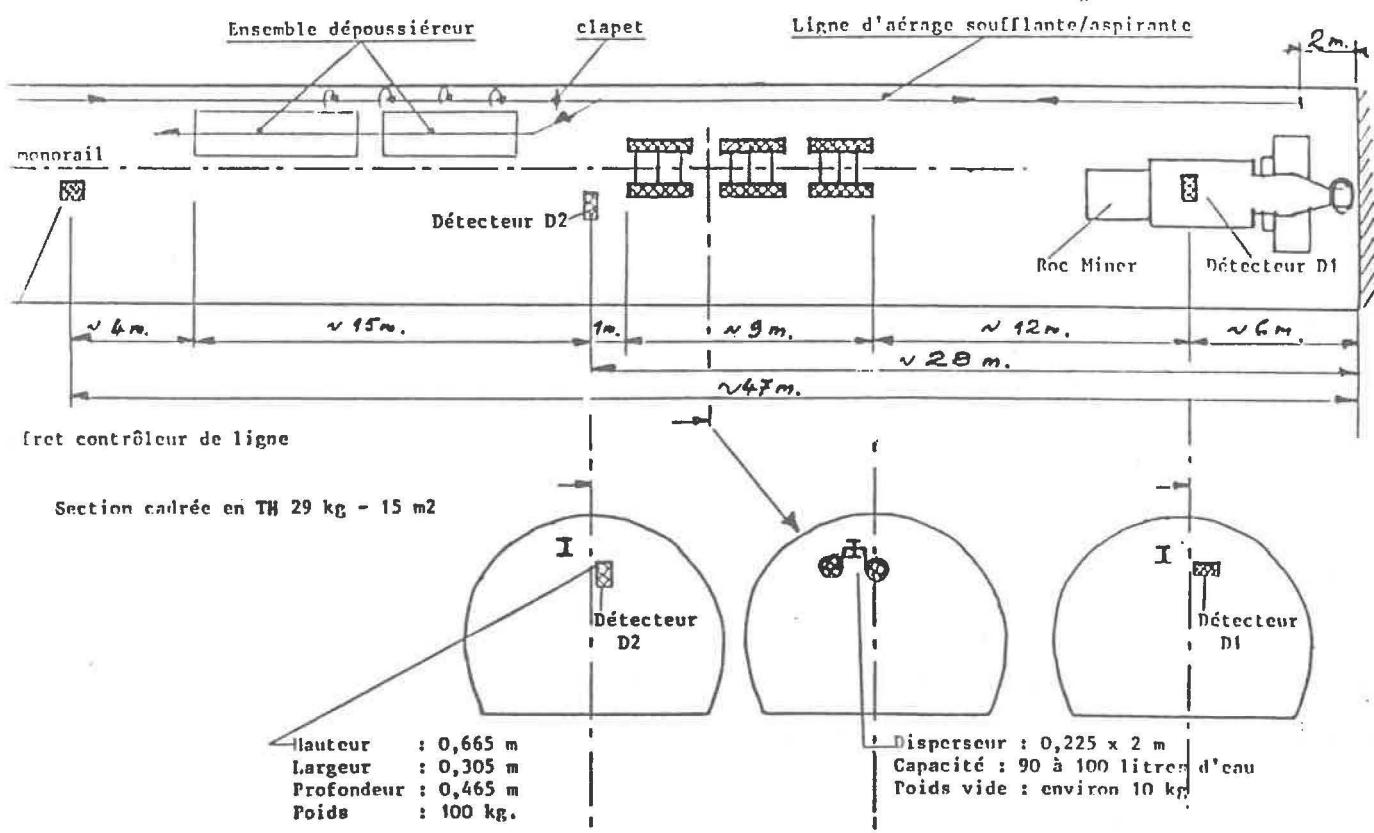


Fig. 18. Schéma d'installation de l'ABDB à l'U.E. Reumaux
Schikking van de Belgische actieve grendel in de "U.E. Reumaux"

2.5.4. Quatrième essai (mars-août 1987)

Dans le même chantier en veine Irma à 1 036 avec mise en place d'un ABD conforme à la figure 18. C'est ce chantier en veine Irma (semi-dressant) à 1 036 que l'auteur a eu l'occasion de visiter, le 7 juillet 1987.

Le même jour furent prises les décisions en vue de l'installation dans un nouveau chantier :

- a) Deux disperseurs supplémentaires seront ajoutés, côté front (on en aura alors 2x4 au lieu de 2x3).
- b) En outre, l'espacement entre disperseurs sera augmenté de sorte que la zone s'étendra de 12 à 27 m du front.
- c) Avec les deux disperseurs supplémentaires, la quantité d'eau s'élèvera à $90 \text{ l} \times 8 = 720 \text{ l}$, soit $720/15 = 48 \text{ l/m}^2$

Le chantier visité en veine Irma s'est terminé le 14 août 1987, après un avancement total de 730 m.

2.5.5 Cinquième essai (octobre-décembre 87)

Cet essai fut effectué, en tenant compte des décisions prises le 7 juillet, dans une autre veine en plateaures du même siège.

2.5.6. Conclusions de ces essais (extrait d'un document des Charbonnages de France)

Les essais de faisabilité peuvent être considérés comme concluants dans un chantier de creusement mécanisé de plateaures :

- le dispositif s'inscrit correctement dans la section;
- il est robuste et de mise en oeuvre bien adaptée au milieu minier;
- son ripage simultané avec le "train" des équipements mobiles du chantier a été maîtrisé par l'exploitant;
- il est bien accepté par le personnel.

2.5.7. Essai en voie inclinée

A partir de novembre 1987, un essai a eu lieu dans une voie pentée (32 à 20°). Il s'agit d'un montage de démarrage de taille : abattage par foration tir, cadrage trapézoïdal, section 6 m x 2,8 m.

L'installation (fig. 19) comprend :

- 2 détecteurs : l'un entre 15 et 30 m du front, le second à 2 m en aval du dernier disperseur;
- 6 disperseurs installés en ligne, dans une zone de 20 m de longueur environ, le premier se trouvant à 11 m en aval du premier détecteur.

2.5.4. Vierde proef (maart-augustus 1987)

In dezelfde werkplaats in de (halfsteile) laag Irma op 1036, met een actieve grendel volgens figuur 18. Deze werkplaats werd op 7 juli 1987 door de auteur bezocht.

Dezelfde dag werden de beslissingen genomen met het oog op het installeren van een grendel in een nieuwe werkplaats :

- a) men zal twee bijkomende bluselementen hangen (hun aantal zal dan 2 x 4 bedragen in plaats van 2 x 3);
- b) de afstand tussen de elementen zal vergrönt worden, zodat de grendel zich tussen 12 en 27 m van het front bevindt;
- c) met de twee bijkomende bluselementen zal de hoeveelheid water $90 \text{ l} \times 8 = 720 \text{ l}$, hetzij $720/15 = 48 \text{ l/m}^2$ bedragen.

De bezochte werkplaats in de laag Irma stopte op 14 augustus 1987, na 730 m vooruitgang.

2.5.5. Vijfde proef (oktober-december 1987)

Deze proef vond plaats in een andere vlakke laag van dezelfde zetel, met inachtneming van de op 7 juli genomen beslissingen.

2.5.6. Besluiten uit deze proefnemingen (uittreksel uit een document van Charbonnages de France)

De "feasibility"-proeven mogen als beslis-send bestempeld worden, wat betreft de ge-mechaniseerde delving van vlakke gangen :

- het systeem past goed in de sectie;
- het is robuust en goed aangepast aan de mijnomgeving;
- het vooruitbrengen ervan, samen met het geheel van de uitrusting van de werkplaats, wordt volledig beheerst;
- het werd door het personeel goed aanvaard

2.5.7. Proef in een hellende gang

Vanaf november 1987 vond een proef plaats in een hellende gang (32 tot 20°). Het gaat om de ophouw voor een nieuwe pijler : delving m.b.v. boren en schieten, trapeziumvormige ramen, sectie 6 m x 2,8 m.

De installatie (fig. 19) omvat :

- 2 detectoren : één tussen 15 en 30 m van het front, de andere 2 m stroomafwaarts van het laatste bluselement;
- 6 bluselementen in lijn in een zone van ongeveer 20 m lengte; het eerste bevindt zich op 11 m stroomafwaarts van de eerste detector.

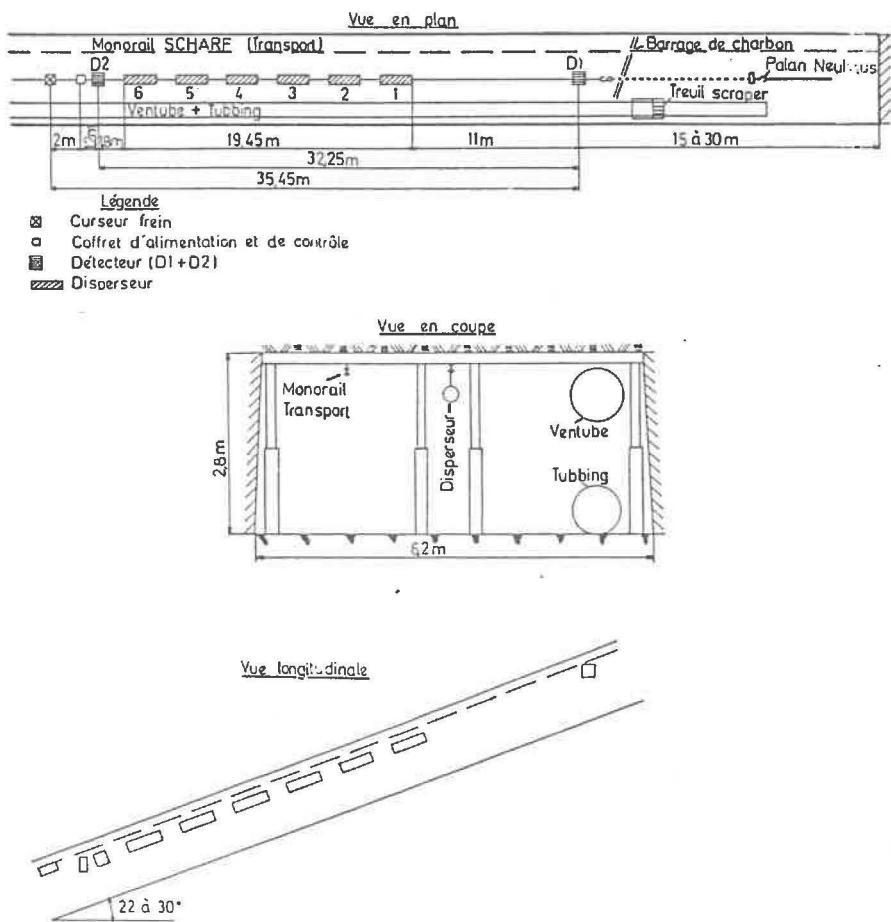


Fig.19. Essais d'ABD en voie inclinée
Proef met actieve grenzels in een hellende galerij

2.5.8. Sixième essai en plateaux

Cet essai a démarré en mai 1988 au Siège Wendel, dans un chantier différent de ceux de l'UE Reumaux en ce que le système d'aérage exige la présence de deux lignes de canars jusqu'à proximité du front.

- Le premier détecteur est suspendu à un monorail central à 18 m du front, et le second à 46 m.
- La zone de barrage s'étend de 25 à 45 m : 5 disperseurs de part et d'autre de ventubes superposés suspendus au monorail central.

2.5.8. Zesde proef in vlakke gangen

Déze proef startte in mei 1988 in de zetel Wendel, in een werkplaats die in deze zin van deze van Reumaux verschilt, dat het verluchtingssysteem twee kokerleidingen vereist tot dichtbij het front.

- De eerste detector hangt aan een centrale monorail op 18 m van het front, en de tweede, op 46 m.
- De grenzelzone strekt zich uit van 25 tot 45 m : 5 bluselementen aan weerszijden van luchtkokers, boven elkaar geplaatst en aan de centrale monorail gehangen.

3. L'ARRET-BARRAGE DECLENCHÉ, SYSTEME TREMONIA.

3.1. REGLEMENTATION ALLEMANDE

3.1.1. Land de Rhénanie du Nord-Westphalie

3.1.1.1. ABD stationnaire

Le Service des Mines du Land, à savoir le "Landesoberbergamt Nordrhein Westfalen" (LOBA NW) a accordé en date du 4 avril 1985 une "autorisation en vue d'utiliser les arrêts-barrages, type 6".

Cette autorisation ne concerne que des ABD fixes ou stationnaires, qui, dans leur "structure", sont analogues aux A.B. passifs concentrés à eau; les quelques points par lesquels ils en diffèrent sont mentionnés dans les conditions d'utilisation résumées plus loin.

On parlera au paragraphe 3.1.1.2. de la possibilité d'utiliser le système Tremonia comme arrêt-barrage mobile.

Le Président du LOBA NW précise dans l'introduction que les arrêts - barrages déclenchés fixes devraient ("sollen") être installés en complément des A.B. classiques dans des situations bien déterminées, par exemple dans des chantiers où existe un risque de dégagements instantanés, dans ceux où la concentration en gaz est élevée, ainsi que pour isoler des quartiers d'aérage.

Ce caractère complémentaire des ABD est souligné avec insistance dans nombre de documents allemands.

L'utilisation d'ABD n'est permise que si elle a été prévue dans les plans d'exploitation, et elle est assortie d'un certain nombre de conditions. Celles-ci ne peuvent être reproduites ici in extenso, mais voici les principales d'entre elles :

- quantité d'eau requise : 80 l/m² ;
- distance maximale entre groupes d'augets: 2,5 m;
- distance minimale entre augets et tout matériel d'exploitation, y compris les engins mobiles : 0,5 m;
- 25 % au plus des augets peuvent être placés avec leur plus grande dimension parallèle à l'axe de la galerie;
- présence d'un filet de sécurité comme protection contre la projection de débris en cas de fonctionnement intempestif;
- distance entre un détecteur et l'ABD correspondant comprise entre 35 et 50 m (ces distances sont basées sur la considération suivante : elles font en sorte que le "Vorlaufzeit" soit de l'ordre de 200 à 300 ms, ce qui donne la meilleure dispersion de l'agent extincteur dans la section);
- test avant la mise en service de l'installation, puis avec une périodicité de maximum 1 mois;
- un signal (optique et acoustique) doit être transmis au télévigile en cas de dérangement et en cas de déclenchement; en outre, dans le premier cas, un avertissement sous forme optique doit être transmis vers un endroit situé au fond à proximité de l'arrêt-barrage;

3. DE ACTIEVE GRENDEL, SYSTEEM TREMONIA.

3.1. DUITSE REGLEMENTERING

3.1.1. Land Nordrhein-Westfalen

3.1.1.1. Stationaire actieve grendel

Het Mijnwezen van het Land, m.a.w. het "Landesoberbergamt Nordrhein Westfalen" (LOBA NW) gaf op 4 april 1985 de "toelating tot het gebruik van ontstoppingsgrendels, type 6".

Deze toelating betreft alleen vaste of stationaire actieve grendels, waarvan de "structuur" dezelfde is als voor de passieve watertroggrendels; de weinige punten die ervan verschillen worden in de gebruiksvoorwaarden vermeld.

In paragraaf 3.1.1.2. wordt de mogelijkheid om het systeem Tremonia als mobiele grendel te gebruiken, besproken.

De Voorzitter van het LOBA NW verklaart in de inleiding dat de stationaire actieve grendels als aanvulling tot de klassieke grendels zouden moeten ("sollen") aangewend worden in welbepaalde omstandigheden, bij voorbeeld in werkplaatsen met risico van plots uitbarstingen, in deze met een hoger mijngasgehalte, en ook voor het afsperren van verluchtingsafdelingen.

Dit aanvullend karakter van de actieve grendels wordt herhaaldelijk in het licht gezet in duitse documenten.

Het gebruik van actieve grendels wordt slechts toegelaten indien in de bedrijfsplannen voorzien en mits een aantal voorwaarden vervuld worden. Deze kunnen hier niet "in extenso" weergegeven worden; alleen de voornaamste vindt men hieronder :

- vereiste hoeveelheid water : 80 l/m² ;
- maximale afstand tussen troggroepen : 2,5 m;
- minimale afstand tussen de troggen en allerlei bedrijfsmaterieel, mobiele machines inbegrepen : 0,5 m;
- maximum 25 % van de troggen mogen zo geplaatst worden dat hun lengte evenwijdig is met de as van de galerij;
- een veiligheidsnet moet het personeel beschermen tegen het wegslingeren van brokstukken in geval van ontdijige werking;
- afstand tussen een detector en de overeenstemmende AWG : 35 à 50 m (reden : deze afstand zorgt ervoor dat de "Vorlaufzeit" begrepen is tussen 200 en 300 ms, hetgeen de optimale verdeling van het water in de sectie waarborgt);

- testen van de installatie vóór haar in dienststellen, en daarna met een periodicité van maximum 1 maand;
- een (optisch en acoustisch) signaal moet naar de telecontrole overgebracht worden in geval van ontregeling en in geval van werking; bovendien moet, in het eerste geval, een optisch signaal gestuurd worden naar een plaats in de ondergrond die niet te ver van de AWG gelegen is;

- les dispositifs pyrotechniques des disseminateurs doivent être remplacés tous les cinq ans;
- chaque nouvelle installation doit être préalablement approuvée par la "Versuchsgrube (mine expérimentale) Tremonia".

A remarquer que le critère "quantité d'eau en fonction du volume du tronçon de galerie (l/m^3)" n'a pas été retenu.

3.1.1.2. ABD mobile

La possibilité d'utiliser le système Tremonia comme arrêt-barrage mobile (déjà mentionnée plus haut) est explicitement prévue dans une circulaire du "LOBA NW" du 30 août 1985 relative aux précautions contre les inflammations de grisou dans les chantiers équipés d'une machine à attaque ponctuelle.

Cette circulaire y impose des arrêts-barrages à augets d'eau (fixes) concentrés et répartis, dont le dernier groupe d'augets doit se trouver à une distance du front au plus égale à 90 m.

S'il est impossible de respecter cette limite de 90 m, elle peut être portée à 200 m à condition qu'un arrêt-barrage mobile fasse partie de l'équipement du chantier. Celui-ci peut être soit passif, soit actif. Si les conditions (énumérées dans la circulaire) auxquelles cet A.B. passif mobile doit répondre ne peuvent être respectées, et si l'expert de la "Versuchsgrubengesellschaft" estime qu'aucune autre disposition d'A.B. passif ne donnerait de garanties d'efficacité, alors un ABD mobile doit être installé dans la zone de 90 m s'étendant à partir du front.

3.1.2. Land de Rhénanie-Palatinat et Sarre

D'après les règlements miniers de ce Land (ordonnances des 01.06.76 et 20.02.81), le mode de construction des arrêts-barrages doit être agréé par l'"Oberbergamt". Jusqu'à présent, celui-ci n'a donné aucune autorisation générale au sujet d'arrêts-barrages déclenchés. Une autorisation n'est accordée qu'au cas par cas (sur les 17 cas* d'utilisation en R.F.A., qui font l'objet du paragraphe 3.4., 12 se situaient ou se situent en Sarre).

Les autorisations accordées se réfèrent à celles du LOBA NW. Trois autorisations datées du 15.01.87 sont les premières basées sur celle du 04.04.85 du LOBA concernant le type 6.

Notons en passant que l'Oberbergamt sarrois impose un contrôle hebdomadaire (et non mensuel) de l'ensemble de l'installation.

- de pyrotechniek van de bluselementen moet om de vijf jaar vervangen worden;
- iedere nieuwe installatie moet vooraf door de "Versuchsgrube Tremonia" gekeurd worden.

Wij merken op dat de factor "hoeveelheid water in functie van het volume van het galerijgedeelte (l/m^3)" niet weerhouden werd.

3.1.1.2. Mobiele actieve grendel

De reeds vroeger vermelde mogelijkheid om het systeem Tremonia als mobiele AWG te gebruiken, wordt uitdrukkelijk voorzien in een rondschrift van het "LOBA NW" van 30 augustus 1985, dat betreft de voorzorgsmaatregelen tegen mijngasontploffingen in de werkplaatsen met "Teilschnittmaschine".

Dit rondschrift legt (vaste) geconcentreerde en verdeelde watertroggrendels op, waarvan de laatste troggroep zich op hoogstens 90 m van het front mag bevinden.

Indien deze grens van 90 m niet kan geëerbiedigd worden mag zij tot 200 m gebracht worden onder voorwaarde dat er in de werkplaats een mobiele grendel bestaat. Deze mag hetzij passief hetzij actief zijn. Indien de voorwaarden (in de circulaire opgesomd) waaraan een mobiele PWG moet voldoen niet kunnen vervuld worden en indien de deskundige van de "Versuchsgrubengesellschaft" van oordeel is dat geen enkele schikking van PWG voldoende waarborgen kan bieden, dan moet een mobiele actieve grendel geïnstalleerd worden in de zone van 90 m vanaf het front.

3.1.2. Rijnland-Palts en Saar

Volgens de mijnreglementen van dit Land (verordeningen van 01.06.76 en 20.02.81) moet het type van ontploffingsgrendel door het "Oberbergamt" goedgekeurd worden. Tot nu toe heeft dit laatste nog geen algemene toelating gegeven betreffende actieve grendels. De toestemming wordt slechts voor een individueel geval gegeven (op de 17 gevallen * van toepassing in de D.B.R., die in paragraaf 3.4. opgesomd worden, waren of zijn er 12 in de Saar).

De gegeven machtigingen verwijzen naar deze van het LOBA NW. Drie machtigingen van 15.01.1987 verwijzen voor het eerst naar deze van 04.04.1985 van het LOBA betreffende type 6.

Laten wij nog vermelden dat het Oberbergamt van de Saar een wekelijkse (i.p.v. maandelijkse) controle van de installatie oplegt.

* Chiffre d'avril 1987.

* Cijfer van april 1987.

3.2. DESCRIPTION DU SYSTEME

Dans le système Tremonia, les trois éléments fondamentaux mentionnés dans l'introduction ont la forme suivante :

- disperseurs : augets à eau concentrés;
- détecteurs : détecteurs thermiques situés entre 35 et 50 m de l'arrêt-barrage proprement dit, du côté (ou des côtés) d'où peut provenir une explosion éventuelle;
- dispositif de déclenchement : avec le dispositif de contrôle (le quatrième élément), il fait partie d'une unité centrale qui peut être placée n'importe où, à une distance maximale de 500 m du ou des détecteur(s) d'une part, de l'arrêt-barrage d'autre part.

(L'existence d'une telle unité centrale est une particularité des deux systèmes allemands; elle n'existe ni dans le système britannique, ni dans le système belge.)

3.2.1. Les disperseurs (fig. 20)

Ce sont des augets à eau d'une contenance de 80 litres, identiques à ceux utilisés pour les arrêts-barrages passifs dans les charbonnages de la R.F.A.

Ces augets sont actuellement fabriqués en série avec, dans les deux petites parois, des encoches en forme de supports permettant de recevoir le dispositif d'allumage.

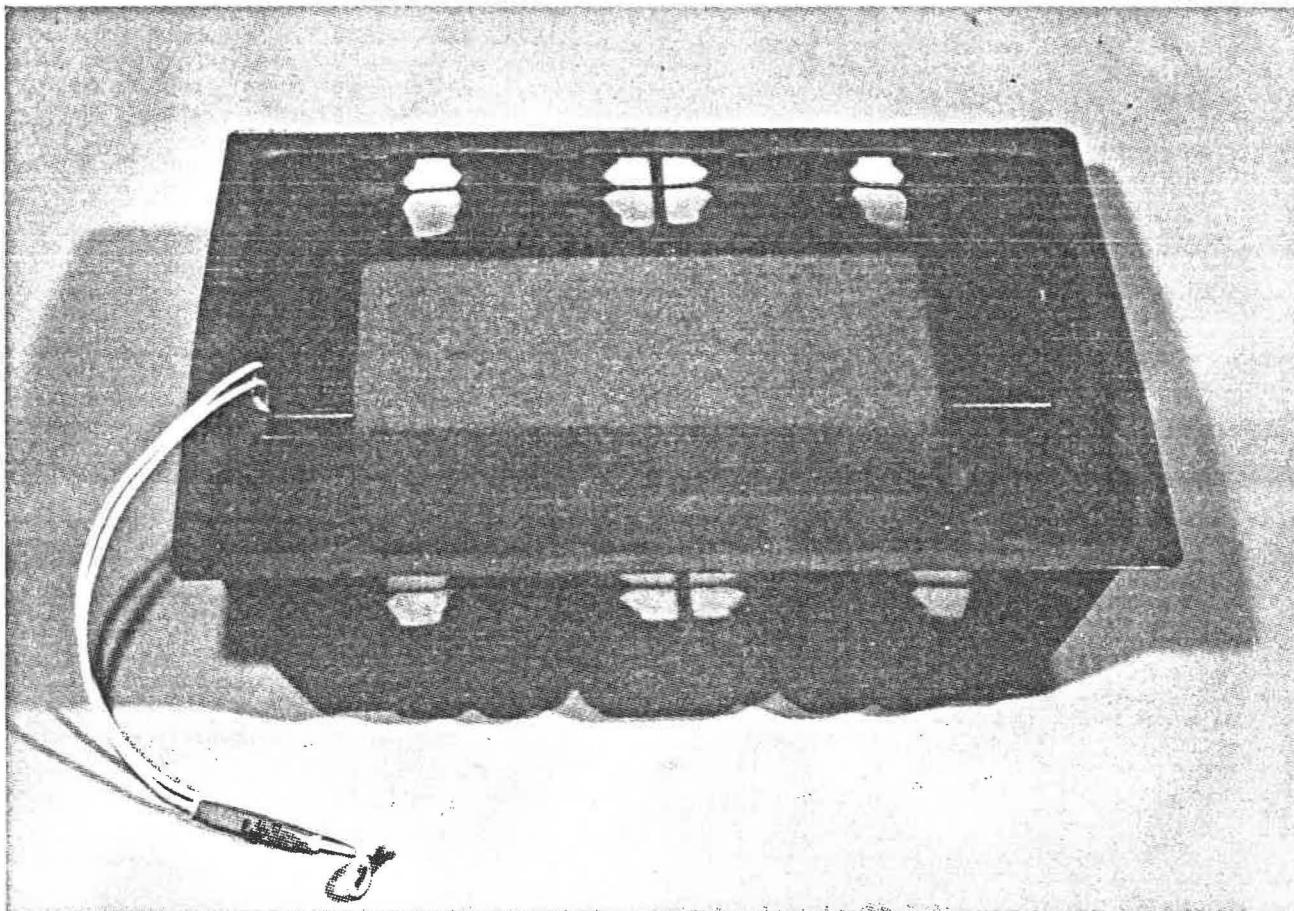


Fig.20. Auget avec dispositif pyrotechnique
Watertrog met ontstekingsysteem

3.2. BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM

In het Tremonia systeem hebben de in de inleiding vermelde drie hoofdbestanddelen de volgende vorm :

- bluselementen : geconcentreerde troggen;
- detectoren : thermische detectoren, gelegen op 35 à 50 m van de eigenlijke grenadel, aan de kant(en) vanwaar een eventuele ontsteking kan komen;
- startinrichting : samen met de controle-inrichting (het vierde bestanddeel) maakt zij deel uit van een centrale eenheid die eerder waar mag geplaatst worden, op een afstand van maximum 500 m t.o.v. de detector(en) enerzijds, van de grendel anderzijds.

(Een dergelijke centrale eenheid is eigen aan beide Duitse systemen; zij bestaat noch in het Britse noch in het Belgisch systeem).

3.2.1. De bluselementen

Het zijn dezelfde watertroggen van 80 l als deze die in de Westduitsche steenkolenmijnen als passieve grenrels gebruikt worden.

Deze troggen worden tegenwoordig in serie vervaardigd met, in beide kleine wanden, inkepingen die als steun kunnen dienen voor de ontstekingsinrichting.

Ce dernier consiste en un cordeau détonant antigrisouteux (de 0,4 m de long) et un détonateur instantané présentant une résistance électrique de 0,75 Ω (pont U); il est scellé dans un tube en plastique placé au centre de l'auget, parallèlement à la plus grande dimension de celui-ci, et protégé par un parallélépipède de mousse à cellules ouvertes, destiné à diminuer à la fois le risque de projections et le niveau sonore lors de la détonation du cordeau.

A noter que des dispositifs pyrotechniques de disperseurs font régulièrement l'objet de tests, et qu'ils ont, sans aucune exception, fonctionné sans problèmes après avoir séjourné 10 ans dans l'eau.

Compte tenu de la résistance de la ligne et de la résistance maximale sur laquelle l'appareil de déclenchement peut être branché, l'ABD comporte au maximum 80 augets.

3.2.2. Le(s) détecteur(s) TFK 80/2 (fig. 21)

Comme dans le système SMRE, la détection de l'explosion est basée sur celle de la flamme, et plus précisément - au stade actuel - sur l'élévation de température qui accompagne l'arrivée du front de flamme dans la section où un détecteur est installé.

Deze laatste bestaat uit een (0,40 m lang) mijngasveilig slagsnoer en een momentontsteker met een elektrische weerstand van 0,75 Ω (U-brug); zij is in een plastic buis gegoten, die in het midden van de trog geplaatst wordt, evenwijdig met de grootste afmeting ervan, en wordt beschermd door een parallelepipedum uit openporige schuim, dat tot dubbel doel heeft én het risico van wegslingerend én het geluidsniveau te reduceren op het ogenblik van de detonatie van het snoer.

De pyrotechnische systemen van de bluselementen worden regelmatig uitgetest, en zij hebben steeds - zonder enige uitzondering - probleemloos gewerkt na 10 jaar in water gelegen te hebben.

Rekening houdende met de weerstand van de lijn en met de maximale weerstand waarop de startinrichting kan aangesloten worden, mag de AWG uit maximum 80 troggen bestaan.

3.2.2. De detector(en) TFK 80/2 (fig. 21)

Zoals in het systeem SMRE is de detectie van de ontploffing gebaseerd op deze van de vlam, namelijk, in het huidige stadium, op de temperatuurstijging die gepaard gaat met de aankomst van de vlam in de sectie waar een detector geplaatst werd.

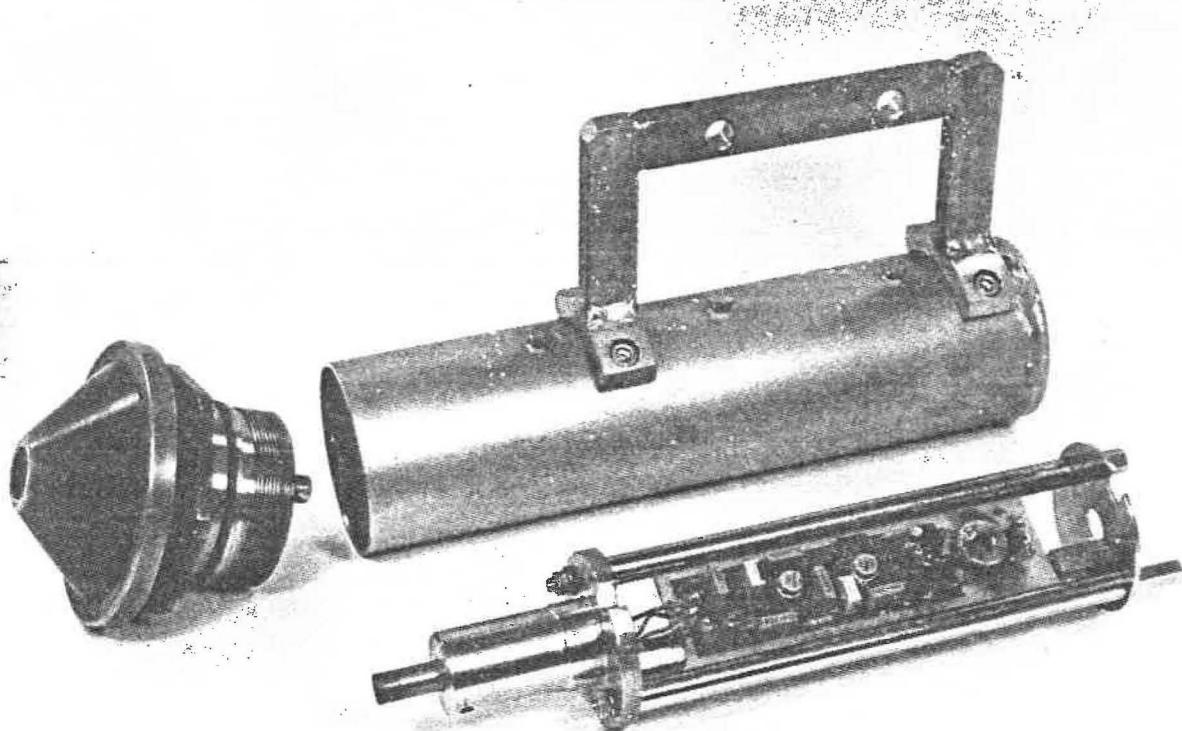


Fig. 21. Détecteur à thermocouple TFK 80/2
Thermokoppel detector TFK 80/2

La mine expérimentale Tremonia a mis successivement au point plusieurs détecteurs à thermocouple.

Le modèle actuel est le type TFK (Thermo-FühlerKopf) 80/2, de sécurité intrinsèque, à deux thermocouples Pt/Pt-Rh. Ceux-ci sont protégés contre toute influence mécanique extérieure et ils réagissent dès que l'augmentation de température atteint 45 C. Ils sont faciles à détacher et donc à remplacer

Une installation d'ABD peut comporter jusqu'à quatre détecteurs de ce type.

Chaque détecteur comporte un préamplificateur, qui a aussi comme fonction de transmettre au dispositif de contrôle des indications telles que "En service", "Hors service" ou "Déclenchement".

Pour être complet, il faut mentionner aussi l'existence d'un détecteur à infrarouge, mis au point tout récemment, qui se caractérise par une grande sélectivité et une grande sensibilité, même à travers d'épais nuages de poussières.

3.2.3. L'appareil de déclenchement et de contrôle DTS 80/2 (fig. 22)

De "Versuchsgrube Tremonia" heeft achter-eenvolgens meerdere thermokoppeldetectoren op punt gesteld.

Het huidige model is het type TFK (Thermo-FühlerKopf) 80/2, intrinsiek veilig, met twee thermokoppels Pt/Pt-Rh. Deze zijn tegen iedere mechanische invloed van buitenuit beschermd, en reageren zodra de temperatuurstijging 45 C bereikt. Zij kunnen gemakkelijk losgemaakt en vervangen worden.

Een actieve grendel kan tot 4 detectoren van dit type bedragen.

Iedere detector bevat een voorversterker, die als bijkomende functie heeft, het doorseinen naar de controle-inrichting van aanduidingen zoals "In dienst", "Buiten dienst" of "Gewerkt".

Volledigheidshalve moet men ook een infrarode detector vermelden die onlangs op punt gesteld werd, en die een grote selectiviteit en gevoeligheid vertoont, zelfs doorheen een dikke stofwolk.

3.2.3. Het test- en starttoestel DTS 80/2 (fig. 22)

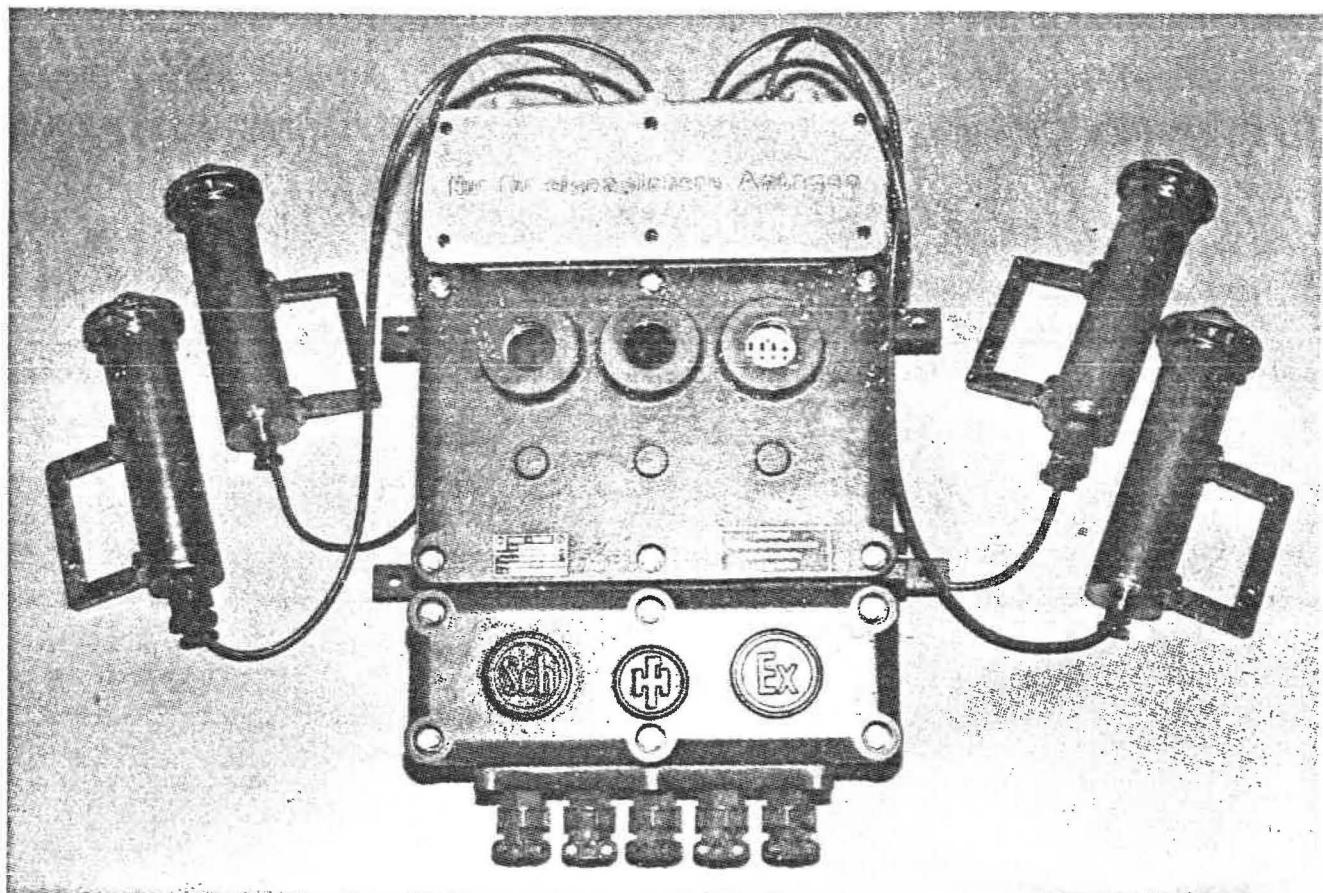


Fig. 22. Appareil de déclenchement et de contrôle DTS 80/2
Test- en starttoestel DTS 80/2

3.2.3.1. Description de l'ensemble

Les deux dispositifs (déclenchement et contrôle) sont ensemble contenus dans trois coffrets fixés l'un à l'autre.

Le coffret supérieur, de sécurité intrinsèque, comprend quatre entrées de conducteurs en provenance des détecteurs, ainsi qu'une sortie destinée à la télétransmission de l'état de fonctionnement.

L'enveloppe antidéflagrante, située au centre, comprend principalement :

- la mise à la terre;
- l'alimentation électrique et les dispositifs de charge;
- une batterie de secours assurant le fonctionnement du système pendant au moins 24 heures en cas de coupure de l'alimentation à partir du réseau;
- un amplificateur de déclenchement;
- un condensateur aux bornes duquel est disponible la tension de mise à feu des détonateurs des disperseurs;
- un ensemble de diodes luminescentes faisant partie du dispositif de contrôle, visibles de l'extérieur à travers un petit hublot;
- un autre hublot, normalement recouvert d'un couvercle vissé, qui permet, une fois celui-ci enlevé, de commander un interrupteur optique.

Enfin, le coffret inférieur à sécurité augmentée contient 5 disjoncteurs servant à :

- isoler l'appareil du réseau,
- le mettre en ou hors service,
- isoler la batterie des composants électroniques, ainsi que 5 passages de conducteurs pour :
- le raccordement au réseau,
- la ligne de mise à feu,
- la ligne de transmission au télévigile.

3.2.3.2. Fonctionnement du dispositif de contrôle

Le contrôle visuel du système se fait par observation d'un ensemble de diodes luminescentes, qui permettent de se rendre compte des situations suivantes :

- 1 diode verte indique que le système est en ordre;
- 4 x 2 diodes (une verte et une rouge) correspondent aux 4 détecteurs éventuels, et indiquent s'ils sont ou non branchés et en ordre;
- 2 diodes rouges s'allument respectivement quand la résistance du circuit des détonateurs est trop élevée ($> 80 \Omega$) ou trop faible ($< 5 \Omega$);
- 1 diode rouge ("Netz" = réseau) indique que l'alimentation électrique à partir du réseau est interrompue;
- 1 autre diode rouge indique que la tension nécessaire pour le déclenchement n'est pas disponible;
- 1 diode rouge encore pour indiquer que le déclenchement a eu lieu (soit réellement, soit en effectuant le test de contrôle décrit ci-dessous);

3.2.3.1. Beschrijving van het geheel

Beide inrichtingen (starten en testen) zijn samen bevat in drie aan elkaar vastgemaakte kasten.

De bovenste, intrinsiek veilig, omvat vier ingangen afkomstig van de detectoren evenals een uitgang voor de overbrenging van de werkingsstaat.

De middenste, ontploffingsvrije kast bevat hoofdzakelijk :

- de aarding;
- de elektrische voeding en een laad-inrichting;
- een noodbatterij, die de werking van het systeem gedurende 24 uren verzekert, in geval de voeding vanuit het net wegvalt;
- een startversterker;
- een condensator die de spanning ter beschikking stelt, nodig voor het "afvuren" van de ontstekers van de bluselementen;
- een stel LED's, die deel uitmaken van de controle-inrichting en die van buiten uit zichtbaar zijn doorheen een kijkglas;
- een ander kijkglas, dat in normale omstandigheden door middel van een geschoofd deksel gesloten blijft en dat toelaat, wanneer dit laatste weggenomen wordt, een optische schakelaar te bedienen.

De onderste kast (met verhoogde veiligheid) bevat 5 schakelaars die dienen om :

- het toestel van het net af te zonderen,
- het in of uit dienst te stellen,
- de batterij af te zonderen van de elektronische componenten,
- evenals 5 doorgangen voor :
 - de aansluiting op het net;
 - de afvuurlijn;
 - de overbrenging naar de telecontrole.

3.2.3.2. Werking van de controle-inrichting

De zichtcontrole van het systeem geschiedt via een reeks LED's, die de volgende toestanden laten vaststellen :

- 1 groene LED toont dat het systeem in orde is;
- 4 x 2 dioden (een groene en een rode) komen overeen met de (eventueel 4) detectoren, en duiden aan of zij al of niet aangesloten en in orde zijn;
- 2 rode dioden branden wanneer de weerstand van de ontstekerskringloop te hoog ($> 80 \Omega$) respectievelijk te laag ($< 5 \Omega$) is;
- 1 rode diode ("Netz") duidt een onderbreking aan van de elektrische voeding vanuit het net;
- 1 andere rode diode geeft aan dat de spanning, nodig voor het activeren, niet vorhanden is;
- nog een rode diode om aan te duiden dat het "activeren" plaatsvond, hetzij in de werkelijkheid, hetzij door het uitvoeren van de hieronder beschreven controletest;

- 1 diode jaune ("Test-Ein") indique que la commutation en vue d'effectuer ce test a été réalisée;
- 1 diode verte ("Test OK") montre que le test a été effectué avec succès et que la tension de mise à feu des détonateurs était suffisante.

3.2.3.3. Quand et comment s'effectue le contrôle

Pour chaque installation, le test dont il vient d'être question doit être effectué avant la mise en service, puis avec une périodicité de maximum 1 mois.

Il ne peut s'effectuer qu'au moyen d'un appareil TGA 4 (de sécurité intrinsèque), basé sur le principe de la télécommande à infrarouge.

Ce test présuppose en effet que soit interrompue momentanément la liaison entre la sortie du condensateur de mise à feu et le départ de la ligne vers les disperseurs; celle-ci est, pour la durée du test, simulée par une résistance.

C'est à cela que sert l'interrupteur optique mentionné plus haut et commandé par les signaux codés du TGA 4.

Le test se déroule comme suit :

- 1.- On prévient le télévigile.
- 2.- A l'aide du TGA 4 on provoque la commutation dans la position "Test" (la diode jaune "Test-Ein" doit s'allumer).
- 3.- Le détecteur (s'il n'y en a qu'un) ou un premier détecteur (s'il y en a plusieurs) est testé en y versant de l'eau chaude provenant d'un thermos.
- 4.- Si l'installation était en ordre, il faut que, à ce moment, s'allument les diodes :
 - "Déclenchement",
 - "Test OK",
 - "Tension de mise à feu",
 et que s'éteigne la diode "En service".
- 5.- Après ce test, on "réactive" l'installation; à ce moment, les diodes "Déclenchement" et "Test OK" s'éteignent; trois minutes plus tard au maximum (lorsque le condensateur est rechargeé), la diode "Tension de mise à feu" s'éteint et celle "En service" se rallume.
- 6.- Si plusieurs détecteurs sont raccordés à l'appareil, on recommence les opérations 3, 4 et 5 pour chacun d'eux.
- 7.- On effectue un contrôle de la commutation Réseau-Batterie.
- 8.- Au moyen du TGA 4, on remet le système en service; la diode "Test-Ein" doit alors s'éteindre.
- 9.- On prévient le télévigile que le test est terminé.

- 1 gele diode ("Test-Ein") toont dat het omschakelen met het oog op het uitvoeren van deze test uitgevoerd werd;
- 1 groene diode ("Test OK") betekent dat de test succesvol uitgevoerd werd en dat de afvuurspanning van de ontstekers voldoende was.

3.2.3.3. Wanneer en hoe wordt de test uitgevoerd

Voor iedere installatie moet deze test vóór het in dienst stellen uitgevoerd worden, vervolgens met een periodiciteit van maximum 1 maand.

Hij kan slechts uitgevoerd worden met behulp van een (intrinsiek veilig) TGA 4-toestel, gebaseerd op het principe van de infrarood afstandsbediening.

Om aan de test te beginnen moet inderdaad eerst de verbinding voorlopig onderbroken worden tussen de afvuurcondensator en het vertrek van de lijn naar de bluselementen; gedurende de test wordt deze laatste door een weerstand afgebeeld.

Daartoe dient de vroeger vermelde optische schakelaar, die door de gecodeerde seinen van het TGA 4 bediend wordt.

De test verloopt als volgt :

- 1.- De telecontrole verwittigen.
- 2.- Met behulp van het TGA 4, naar de stand "Test" omschakelen (de gele diode "Test-Ein" moet aangaan).
- 3.- De detector (als er maar één is) of een eerste detector (als er meerdere aangesloten zijn) testen door er uit een thermosfles heet water op te gieten.
- 4.- Indien de installatie in orde was, moeten op dit ogenblik de volgende dioden aangaan :
 - "Activering",
 - "Test OK",
 - "Afvuurspanning",
 en de diode "In dienst" uitgaan.
- 5.- Na deze test, de installatie opnieuw in "actieve stand" brengen; de dioden "Activering" en "Test OK" gaan uit; maximum 3 minuten later (als de condensator geladen is) gaat de diode "Afvuurspanning" uit en deze "In dienst" opnieuw aan.
- 6.- Indien meerdere detectoren aangesloten zijn, de operaties 3, 4 en 5 voor elk van hen uitvoeren.
- 7.- De omschakeling Net-Batterij controleren.
- 8.- Met behulp van het TGA 4 het systeem terug in dienst stellen; de diode "Test-Ein" moet dan uitgaan.
- 9.- De telecontrole verwittigen dat de test beëindigd is.

Quant au contrôle de la ligne de mise à feu, il s'effectue de façon continue et automatique.

Si la résistance de la ligne sort des limites fixées (5 et 80 Ω), une des diodes s'allume; si le cas se présente, il faut évidemment procéder à la recherche et à la correction du défaut.

3.2.3.4. Perspectives d'avenir

La "Versuchsgrube Tremonia" prépare déjà activement l'avenir :

- Un modèle futur d'appareil de déclenchement et de contrôle (DTS 90) est en gestation, qui a pour but le remplacement du coffret antidiéflagrant central de l'appareil actuel par un micro-processeur avec lequel on pourra converser : au lieu de réponses par "oui" ou "non", un clavier et des displays permettront de poser des questions concernant l'état de fonctionnement de l'appareil et d'obtenir des réponses chiffrées.
- On met au point un nouveau détecteur thermo-électrique, type TFK 90,
- ainsi qu'un détecteur optique à infrarouge, type IFK 90.

3.3. ESSAIS A LA "VERSUCHSGRUBE TREMONIA"

Le présent chapitre est exclusivement composé d'extraits de rapports annuels (depuis 1971) de la "Versuchsgrubengesellschaft", dont le choix est forcément limité et plus ou moins subjectif; le but poursuivi est de montrer dans quelle gamme d'inflammations et d'explosions l'efficacité de l'ABD, système Tremonia, a été prouvée.

Evidemment, le matériel utilisé au cours de ces 17 années a évolué, et une partie des expériences décrites dans les rapports annuels de la VG a d'ailleurs eu pour but de le tester au cours de cette évolution.

C'est pour cette raison qu'il est mentionné, pour chaque expérience ou groupe d'expériences décrit ci-dessous, de quel rapport annuel de la VG ces extraits proviennent.

A part les expériences relatives aux intersections taille-voie, la plupart des essais cités ci-dessous ont eu lieu dans la grande galerie d'explosions de 740 m de longueur et de 8 m² de section (allongée, depuis 1983-84, de 260 m de galerie de 18,2 m² de section).

Pour ne pas devoir répéter à chaque fois ce que signifient les chiffres, les mots et les abréviations utilisés, notons ici que :
- toutes les explosions sont déclenchées au point 0;
- dét : emplacement du détecteur (en m par rapport au point 0);
- ABD : emplacement de l'arrêt-barrage (id.);
- x m/s : vitesse de la flamme;
- y bar : pression statique maximale provoquée par l'explosion.

De controle van de afvuurlijn wordt automatisch en op continue wijze verzekerd.

Indien de weerstand van de lijn buiten de gestelde grenzen (5 en 80 Ω) valt, gaat één van de dioden aan; in zulk geval moet de fout uiteraard opgespoord en hersteld worden.

3.2.3.4. Toekomstperspectieven

De "Versuchsgrube Tremonia" werkt reeds actief aan de toekomst :

- Het toekomstige model (DTS 90) van start-en controletoestel is in de maak; de centrale explosieveilige kast van het huidig toestel zal vervangen worden door een microprocessor waarmee een "gesprek" mogelijk zal zijn : in plaats van "ja"- of "neen"-antwoorden zullen toetsenbord en display het mogelijk maken, vragen te stellen i.v.m. de werkingsstaat van het toestel, en becijferde antwoorden te bekommen.
- Een nieuwe thermo-elektrische detector, type TFK 90, wordt op punt gesteld,
- evenals een optische (infrarood) detector type IFK 90.

3.3. PROEFNEMINGEN IN TREMONIA

Dit hoofdstuk bestaat uitsluitend uit uittreksels, uit jaarverslagen (sedert 1971) van de "Versuchsgrubengesellschaft", waarvan de keuze uiteraard begrensd en in zekere mate subjectief is; doel : aantonen in welke gamma ontvlammingen en ontploffingen de doeltreffendheid van de actieve grendel, systeem Tremonia, bewezen werd.

Het materieel dat in de loop van die 17 jaren gebruikt werd is natuurlijk geëvolueerd, en een deel van de proefnemingen hadden trouwens tot doel dat materieel in de loop van de evolutie te testen.

Om deze reden wordt, voor iedere hieronder beschreven proef of geheel van proefnemingen, vermeld aan welk jaarverslag van de VG deze uittreksels ontleend werden.

Buiten de experimenten aan de overgang galerij-pijler vonden het allergrootste gedeelte van de proefnemingen plaats in de ontploffingsgalerij van 740 m lengte met een sectie van 8 m² (die sedert 1983-84 verlengd werd door 260 m galerij met een sectie van 18,2 m²).

Om de betekenis van de gebruikte cijfers, woorden en afkortingen niet telkens opnieuw te moeten weergeven, noteren wij hier dat :
- al de ontploffingen aan punt 0 starten;

- dét: plaats van de detector (in m t.o.v. punt 0);
- AWG: plaats van de actieve grendel (id.);
- x m/s: vlamsnelheid;
- y bar: maximale door de ontploffing veroorzaakte statische druk.

3.3.1. Explosions de poussières de charbon (1971)

- Explosions molles : 45 à 100 m/s;
< 0,5 bar; dét 12 m; ABD 20-25 m.
Arrêtées avec 2 augets de 80 l (20 l/m 2)

- Explosions moyennes : 140 à 315 m/s;
< 1,5 bar; dét 17 ou 25 m; ABD 60 m.
Arrêtées un peu au-delà de la zone de l'ABD avec 40 l/m 2 .

- Explosions violentes (à long démarrage) :
600 à 1000 m/s; environ 10 bar; ABD 150m.
 - Avec dét 98 m : arrêt avec 80 l/m 2 , mais à une distance non précisée au-delà de l'ABD.

 - Avec dét 52 m (c.-à-d. 98 m en-deçà de l'ABD) : pas d'extinction de la flamme; la raison donnée est que la distance dét-ABD est trop grande, que le "Vorlaufzeit" est trop long (de l'ordre de 300 ms) et que par conséquent l'eau n'occupe plus (suffisamment) la section au moment où la flamme arrive à l'ABD.

On voit très clairement dans cet exemple l'extrême importance des facteurs "Vorlaufzeit" et "distance détecteur-disperseurs".

3.3.2. Explosions de grisou (1971)

- Nappe au toit de 0 à 50 m, contenant une quantité de CH 4 telle que la teneur moyenne du volume total du tronçon de galerie s'élève à 7,5 % :
240 m/s; 1,6 bar; dét 25 m; ABD 40-46 m.
Toujours extinction avec 40 l/m 2 .

- De 0 à 50 m, mélange plus ou moins uniforme à teneur moyenne de 7,5 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar; dét 25 m; ABD 40-46 m.
Extinction avec 40 l/m 2 , mais quelques m au-delà de l'ABD.

- De 0 à 70 m, mélange plus ou moins uniforme à teneur moyenne de 12-13 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar; dét 25 m; ABD 40-46 m.
Quoique les caractéristiques de l'explosion soient les mêmes, la teneur plus élevée rend l'extinction beaucoup plus difficile :
 - avec 40 l/m 2 , pas d'extinction;
 - avec 60 l/m 2 , parfois;
 - avec 80 l/m 2 , toujours extinction.

3.3.3. Intersection taille-voie (1972)

- Grisou en taille, PAS de poussières de charbon en voie : 300 - 600 m/s.
Avec 3 augets de 80 l placés exactement à la sortie de la taille, parallèlement à l'axe de la voie, donc perpendiculairement à la taille : extinction à condition que le "Vorlaufzeit" soit d'au moins 100 ms (pouvant aller jusque 1,25 s). S'il est inférieur à 100 ms, les augets sont détruits par l'onde de pression : pas d'effet extincteur.

3.3.1. Kolenstofontploffingen (1971)

- Zvakke ontploffingen: 45 à 100 m/s;
< 0,5 bar; det 12 m; AWG 20-25 m.
Gestopt met 2 troggen van 80 l (20 l/m 2);

- Middelmatige ontploffingen: 140 à 315 m/s
< 1,5 bar; det 17 of 25 m; AWG 60 m.
Gestopt iets voorbij de grenzelzone met 40 l/m 2 .

- Hevige ontploffingen (met lange aanloop):
600 à 1000 m/s; ca. 10 bar; AWG 150 m.
 - Met det 98 m : gestopt met 80 l/m 2 , zonder aanduiding van de afstand voorbij de grenzelzone;

 - Met det 52 m (d.w.z. 98 m vóór de AWG):
de vlam wordt niet gedoofd; gegeven uitleg : de afstand det - AWG is te groot, de "Vorlaufzeit" is te lang (grootte orde 300 ms), met als gevolg dat, bij aankomst van de vlam, het water niet meer (voldoende) aanwezig is in de sectie.

Dit voorbeeld toont duidelijk het zeer groot belang van de factoren "Vorlaufzeit" en "afstand detector-bluselementen" aan.

3.3.2. Mijngasontploffingen (1971)

- "Roof-layer" van 0 tot 50 m; de hoeveelheid CH 4 stemt overeen met een gemiddeld gehalte van 7,5 % in het totaal volume van het galerijgedeelte : 240 m/s; 1,6 bar; det 25 m; AWG 40-46 m.
Steeds uitdoving met 40 l/m 2 .

- Tussen 0 en 50 m : ± homogeen mengsel met een gemiddeld gehalte van 7,5 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar; det 25 m; AWG 40-46 m.
Uitdoving met 40 l/m 2 , maar iets voorbij de grenzelzone.

- Tussen 0 en 70 m : ± homogeen mengsel met een gemiddeld gehalte van 12-13 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar; det 25 m; AWG 40-46 m.
Hoewel de kenmerken van de ontploffing dezelfde blijven, maakt het hoger gehalte de uitdoving veel moeilijker :
 - met 40 l/m 2 , geen uitdoving;
 - met 60 l/m 2 , soms;
 - met 80 l/m 2 , steeds uitdoving.

3.3.3. Overgang pijler-galerij (1972)

- Mijngas in de pijler, GEEN kolenstof in de galerij : 300-600 m/s.
Met 3 troggen van 80 l, precies aan de uitgang van de pijler, evenwijdig met de as van de galerij (dus loodrecht op de pijler) : uitdoving onder voorwaarde dat de "Vorlaufzeit" minstens 100 ms bedraagt (gaande tot 1,25 s). Indien kleiner dan 100 ms, worden de troggen door de drukgolf vernield : geen uitdoving.

- Grisou en taille ET poussières de charbon en voie : vitesse jusque 750 m/s. Pour obtenir l'extinction dans ce cas, il faut au moins 4 augets de chaque côté du pied de la taille, soit 80 l par m² de section de la voie.

3.3.4. Bifurcations (1972)

On suppose deux galeries à angle droit : une explosion se produit dans l'une, les ABD se trouvent dans l'autre. Extinction dans tous les cas avec 80 l/m².

3.3.5. Explosion "à long démarrage" (1973)

On laisse se développer une explosion sur une distance de respectivement 160, 260 et 410 m. Vitesses jusque 1 000 m/s; pressions de 10 à 20 bar. Il y a toujours extinction avec 80 l/m². Jusque 700 m/s, il y a extinction avec 60, ou même 40 l/m².

3.3.6. Longue nappe au toit (1975)

Nappe au toit de 123 m de longueur, avec 20 à 30 % CH 4 ; dét 55 m; ABD 102 m. Il y a toujours extinction (dans la zone de l'arrêt-barrage) avec 80 l/m².

3.3.7. Disposition des augets pour un ABD mobile (1984)

On a constaté que la disposition des augets sur l'échafaudage suspendu au monorail a une grande influence sur le résultat obtenu. De premières expériences dans ce sens ont été faites au premier et surtout au deuxième trimestre de 1984; elles ont été réalisées sous forme d'explosions de grisou donnant des pressions statiques de 2,5 bar et dynamiques de 2 bar, ainsi qu'avec des inflammations de nappes au toit (100 m/s, pressions statiques de 0,3 - 0,4 et dynamiques de 0,1 - 0,3 bar).

Ci-dessous (fig. 23) sont schématisées les 5 dispositions d'augets qui ont été essayées dans une section (entièrement libre) de 15,6 m². Comme pour les ABD stationnaires, elles sont du type concentré.

Dans les dispositions 1 à 4, la plus grande dimension des augets est perpendiculaire à l'axe de la galerie; dans la disposition n° 5, elle est parallèle à l'axe.

Sous ces schémas, on trouve successivement :

- le nombre de tels groupes qu'il est nécessaire de suspendre dans des sections successives de la galerie (G);
- le nombre total d'augets de l'ABD (A);
- la quantité d'eau par m² de section (quantité Q);
- le résultat obtenu, exprimé en nombre de mètres (au-delà de l'ABD) où l'explosion est arrêtée (résultat R).

- Mijngas in de pijler EN kolenstof in de galerij : snelheid gaande tot 750 m/s. Om in zulk geval de uitdoving te bekomen zijn minstens 4 troggen noodzakelijk aan weerszijden van de voet van de pijler, dus 80 l per m² sectie van de galerij.

3.3.4. Kruispunten (1972)

Men veronderstelt twee op elkaar loodrechte galerijen : een ontploffing doet zich in de ene voor, de AWG bevindt zich in de andere. In alle gevallen, uitdoving met 80 l/m².

3.3.5. Ontploffing "met lange aanloop" (1973)

Men laat de ontwikkeling toe van een ontploffing over een afstand van respectievelijk 160, 260 en 410 m. Snelheden tot 1000 m/s; druk tussen 10 en 20 bar. Steeds uitdoving met 80 l/m². Tot 700 m/s geschieht de uitdoving met 60 of zelfs 40 l/m².

3.3.6. Lange "roof-layer" (1975)

123 m lange mijngassliert tegen het dak met 20 à 30 % CH 4 ; dét 55 m; AWG 102 m. Met 80 l/m², steeds uitdoving in de grenzelzone.

3.3.7. Schikking van de troggen voor een mobile AWG (1984)

Men heeft vastgesteld dat de schikking van de troggen op de aan de monorail opgehangen stelling van groot belang is voor het resultaat. De eerste proefnemingen desaanstaande vonden in het eerste en vooral in het tweede kwartaal van 1984 plaats; het ging om mijngassontploffingen met statische druk van 2,5 bar en dynamische druk van 2 bar, evenals om "roof-layers"-ontvlammingen (100 m/s, statische druk 0,3-0,4 bar, dynamische druk 0,1-0,3 bar).

Hieronder (fig. 23) worden de vijf trogenschikkingen geschatst, die in een (volledig vrije) sectie van 15,6 m² getest werden. Zoals voor de stationaire AWG zijn zij van het geconcentreerde type.

In de schikkingen 1 tot 4 is de lengte van de troggen loodrecht op de as van de galerij; in de schikking nr. 5, evenwijdig met de as.

Deze schikkingen tonen achtereenvolgens :

- het aantal groepen dat noodzakelijkerwijs in opeenvolgende secties van de galerij moet gehangen worden (G);
- het totaal aantal troggen van de AWG (A);
- de hoeveelheid water per m² sectie (Q);
- het bekomen resultaat, onder de vorm van het aantal meters voorbij de AWG waar de ontploffing gedooft wordt (resultaat R).

	1	2	3	4	5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
G	8	3	5	3	3
A	16	18	20	18	18
Q	80	90	100	90	90
R	40	0-10	30	0-10	0-10

Fig. 23. Dispositions d'augets possibles pour un ABD mobile

Au total, jusqu'au début de 1988, le nombre d'essais effectués dans les galeries de la Versuchsgrube s'était élevé à :

- 231 en galeries de 8 m² ;
- 47 en galeries de 15,6 m² ;
- 24 dans la grande galerie de 18,2 m² ;
- 158 dans d'autres galeries ou à d'autres endroits.

3.4. CAS D'UTILISATION LIÉS A L'EXPLOITATION

D'avril 1974 à avril 1987, des ABD, système Tremonia, ont été installés à 17 reprises dans des charbonnages de la R.F.A.

La ventilation de ces cas se présente comme suit :

a) ABD stationnaires :

- en chantier fortement grisouteux : 5 cas (dont 4 en remplacement d'un barrage de tir sarrois)
 - creusement à l'explosif d'une chambre de montage : 1 cas
 - chantier avec machine de pleine coupe : 1 cas
 - isolement de quartiers d'aérage : 6 cas
 - dans un but de recherche : 1 cas
- 14 cas

b) ABD mobiles :

- (sur transporteur) intersection taille-voie : 1 cas
 - chantier avec machine de pleine coupe : 1 cas
 - chantier avec machine à attaque ponctuelle : 1 cas
- 3 cas

Fig. 23. Mogelijke schikkingen voor een mobiele actieve grendel

In het totaal, tot begin 1988, bedroeg het aantal in de galerijen van de Versuchsgrube uitgevoerde proefnemingen :

- 231 in galerijen van 8 m² ;
- 47 in galerijen van 15,6 m² ;
- 24 in de grote galerij van 18,2 m² ;
- 158 in andere galerijen of op andere plaatsen.

3.4. GEVALLEN VAN TOEPASSING IN DE EXPLOITATIE

Van april 1974 tot april 1987 werden in 17 gevallen actieve grendels, systeem Tremonia, in duitse kolenmijnen geïnstalleerd.

Deze gevallen kunnen als volgt ingedeeld worden :

a) Stationaire AWG's :

- in sterk mijngasachtige werkplaatsen : 5 (waarvan 4 ter vervanging van een "schietdam", type Saargebied)
 - delving van een montagekamer m.b.v. springstoffen : 1
 - werkplaats met "Vollschnittmaschine" : 1
 - afzonderen van verluchtingsafdelingen : 6
 - met het oog op onderzoek : 1
- 14

b) Mobiele AWG's :

- (op transporteur) overgang pijler-galerij : 1
 - werkplaats met "Vollschnittmaschine" : 1
 - werkplaats met "Teilschnittmaschine" : 1
- 3

Les sections de toutes ces galeries étaient comprises entre 16 et 24 m².

3.5. IMPRESSIONS PERSONNELLES DE L'AUTEUR

Un travail énorme a été réalisé depuis une vingtaine d'années à la "Versuchsgrube Tremonia". Le résultat en est impressionnant, au point que le profane peut facilement se poser la question : "Que pourrait-on encore trouver à améliorer ?"

Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne l'appareil de déclenchement et de contrôle, ainsi que du point de vue de la robustesse et de la fiabilité de l'ensemble du matériel, qui semblent à toute épreuve.

En dehors des deux caractéristiques qui viennent d'être citées, les disperseurs font un peu moins bonne impression.

Leur encombrement d'abord : on vante le gain de place obtenu avec les ABD par rapport aux A.B. conventionnels, mais cela n'est guère vrai que dans le sens de la longueur de la galerie, car les augets occupent une partie non négligeable de la section.

L'effort porte actuellement sur les échafaudages sous monorail, mais leur encombrement (transversal) reste important.

Ensuite, la dispersion. L'auteur a pu assister, dans la nouvelle galerie de 18,2 m² de section, à une expérience sommaire avec un groupe suspendu de 4 augets, entouré d'un filet de protection. Bien sûr, cela ne représentait que le cinquième de la quantité requise, et il n'est pas question de tirer des conclusions formelles d'une expérience aussi fragmentaire.

Elle suffit cependant pour comparer la dispersion de l'eau obtenue, dans une galerie de section équivalente (en forme et en dimensions), entre ces 4 augets et un seul disperseur belge, d'une contenance de 90 l : avec ce dernier, tout le pourtour de la galerie était mouillé ; avec les 4 augets allemands, des surfaces relativement importantes étaient entièrement sèches.

Il semble que trois facteurs concourent à ce résultat :

1. Les cordeaux détonants de la plupart des augets sont placés perpendiculairement à l'axe de la galerie, ce qui paraît favoriser une dispersion longitudinale plutôt que transversale.
2. Les parois rigides des augets se cassent en morceaux (dont certains sont d'assez grandes dimensions) qui forment écran dans un certain nombre de directions,
3. et ce d'autant plus que ces débris rigides sont retenus en paquet dans le filet de protection.

De sectie van al deze galerijen was tussen 16 en 24 m² begrepen.

3.5. PERSOONLIJKE INDRUKKEN VAN DE AUTEUR

Sinds een twintigtal jaren werd op de "Versuchsgrube Tremonia" enorm veel werk verricht. Het resultaat ervan is indrukwekkend en een leek kan zich zeker afvragen : "Wat zou men nog kunnen verbeteren" ?

Dit is zeker het geval voor het start- en controletotoestel evenals wat betreft de stevigheid en de betrouwbaarheid van het ganse materieel, dat tegen alles bestand lijkt.

Buiten deze laatste twee hoedanigheden lieten de bluselementen echter een wat minder gunstige indruk.

In eerste instantie op het gebied van de benodigde plaats : men beweert dat deze veel kleiner is met AWG's dan met passieve watertroggrendels, maar dit geldt slechts in de langrichting van de galerij, want de troggen nemen nog steeds een niet te verwaarlozen gedeelte van de sectie in beslag. Op dit ogenblik besteedt men speciale aandacht aan de stellingen onder monorail, maar zij blijven omvangrijk in de dwarsrichting.

Ten tweede, de verdeling van het water. Bij gelegenheid van het bezoek van de auteur werd in de nieuwe galerij van 18,2 m² een summiere demonstratie gegeven met een opgehouden groep van 4 troggen, omringd door een veiligheidsnet. Dit betekende weliswaar slechts één vijfde van de normaal vereiste hoeveelheid, en men mag uit zulk gedeeltelijk experiment geen formele conclusies trekken.

Het voldoet nochtans om de vergelijking mogelijk te maken van de waterverdeling in een (op gebied van vorm en afmetingen) vergelijkbare sectie tussen, enerzijds deze 4 troggen, en anderzijds één enkel Belgisch bluselement met 90 l inhoud : met dit laatste werd de hele omtrek bevochtigd; met de 4 Duitse troggen bleven relatief grote oppervlakten volledig droog.

Drie factoren lijken samen dit verschil te weeg te brengen :

1. De slagsnoeren van de meeste troggen worden loodrecht op de as van de galerij geplaatst, wat een verspreiding in de langrichting schijnt te bevorderen ten opzichte van de dwarsrichting.
2. De stijve wanden van de troggen breken in stukken (sommige van tamelijk grote afmetingen), die verschillende richtingen afsperren,
3. en dit des te meer dat deze stijve stukken in het beschermingsnet blijven hangen.

L'impression de l'auteur - qui n'est nullement un expert en la matière - est que l'on a transposé aux ABD le matériel et les principes qui avaient fait leurs preuves comme A.B. passifs, ce qui a certainement abaissé les coûts, mais n'a peut-être pas suffisamment tenu compte des conditions différentes de fonctionnement des ABD. C'est ainsi par exemple que la disposition transversale des augets, choisie pour les ABP parce qu'elle favorise leur éclatement en offrant une surface maximale au souffle d'une explosion, ne paraît pas la meilleure dans le cas d'un ABD.

Répétons qu'il s'agit d'impressions personnelles, et ajoutons que le problème n'a pas échappé aux experts de la "Versuchsgrube", qui l'étudient depuis trois ou quatre ans.

4. L'ARRET-BARRAGE DECLENCHÉ, SYSTEME BVS.

4.1. INTRODUCTION

C'est vers 1965 que la Bergbau-Versuchsstrecke a conçu ce système en tant qu'installation automatique d'extinction de flammes dans des conduites, et plus particulièrement dans les conduites de captage de grisou à la surface.

Les essais faits à cette époque ont mené au choix :

- comme produit extincteur, de bicarbonate de sodium en poudre, contenu sous une pression (d'azote) de 60 bar dans des bonbonnes dont l'ouverture est provoquée en quelques millisecondes par minidétonateur;
- de détecteurs optiques de flammes.

Lorsqu'il fut question d'arrêts-barrages déclenchés pour le fond, la BVS a essayé d'extrapoler son expérience, d'abord dans des conduites de plus grand diamètre (jusque 5 m² de section), puis dans la galerie d'explosion de la VG Tremonia.

Le système n'est pas autorisé comme arrêt-barrage déclenché pour une utilisation courante en galeries de mine, mais il fera néanmoins l'objet d'une brève description. On ne peut en effet rédiger un document consacré aux ABD sans mentionner, non seulement le système lui-même, mais surtout ses développements dans trois domaines spécifiques très intéressants :

- installations d'extinction d'inflammations ou d'explosions dans des conduites;
- arrêt-barrage déclenché mobile pour la protection des équipes de sauvetage contre d'éventuelles explosions au cours de la lutte contre un feu ou un incendie;
- installations automatiques d'extinction sur machines de creusement à attaque ponctuelle.

Les premières ne seront pas traitées dans le présent article; les dernières le seront au chapitre 5, tandis que seront décrits ici le système lui-même tel que conçu pour l'utilisation en galeries de mine, puis la version mobile qui en a été mise au point pour la protection des sauveteurs.

De indruk van de auteur - die geen deskundige is terzake - is dat men voor de AWG's hetzelfde materieel gebruikte en dezelfde principes toepaste die voor passieve grensels deugdelijk bleken; dit heeft ongetwijfeld de kosten verminderd, maar hield misschien niet voldoende rekening met de omstandigheden waarin de grensels moeten werken, en deze zijn niet dezelfde met AWG's als met PWG's.

Nemen wij het voorbeeld van de dwarsligging van de troggen : deze werd voor de passieve grensels gekozen opdat de troggen aldus een maximale oppervlakte aan de drukgolf bieden en dus beter stukvliegen, maar deze ligging lijkt niet de beste voor actieve grensels.

Het moet duidelijk herhaald worden dat dit persoonlijke indrukken zijn; de experts van Tremonia zijn bekommert om dit probleem, dat zij sedert 3-4 jaar onderzoeken.

4. DE ACTIEVE GRENDEL, SYSTEEM BVS.

4.1. INLEIDING

Reeds rond 1965 ontwierp de Bergbau-Versuchsstrecke dit systeem als automatische installatie voor het doven van vlammen in leidingen, meer bepaald in bovengrondse mijngascaptatieleidingen.

De proefnemingen van toen leidden tot de keuze :

- als blusprodukt, poedervormige natriumbicarbonaat, onder een stikstofdruk van 60 bar bevat in flessen, die dankzij mini-ontstekers in milliseconden open gaan
- van optische vlamdetectoren.

Toen er van actieve grensels voor de ondergrond sprake werd trachtte de BVS haar ervaring te extrapoleren, eerst naar leidingen met grotere doormeter (secties tot 5 m²), daarna in de ontploffingsgalerij van de VG Tremonia.

Het systeem is niet toegelaten als actieve grenzel voor normaal gebruik in mijngalerijen, maar wordt hier nochtans in het kort beschreven. Men kan onmogelijk een document over actieve grensels opstellen zonder niet alleen het systeem zelf te vermelden maar vooral de ontwikkelingen ervan in drie specifieke, zeer interessante domeinen :

- installaties voor het doven van ontvlammingen of ontploffingen in leidingen;
- mobiele actieve grenzel ter bescherming van de reddingsploegen tegen gebeurlijke ontploffingen tijdens de brandbestrijding;
- automatische blusinstallaties op "Teilschnittmaschinen".

Van de eersten zal in dit artikel geen sprake zijn; de laatsten worden in hoofdstuk 5 beschreven; hier zullen beschreven worden : het systeem zelf, zoals ontworpen voor mijngalerijen, dan de mobiele uitvoering die er van afgeleid werd ter bescherming van de redders.

4.2. BREVE DESCRIPTION DU SYSTEME POUR GALERIES DE MINE

4.2.1. Les disperseurs (fig. 24)

Comme dans toutes les variantes du système BVS, l'élément qui est, dans cet article, appelé "disperseur" consiste en une bonbonne d'acier d'une contenance de 12,3 l, munie à chaque extrémité d'une soupape de 1", dont l'ouverture extrêmement rapide est provoquée par minidétonateur.

Chaque bonbonne contient 8 kg d'une poudre extinctrice à base de phosphate d'ammonium, et se trouve maintenue à une pression de 120 bar par le produit propulseur (de l'azote). L'expulsion et la dispersion de la poudre se font en environ 800 ms par l'intermédiaire de "Fächerdüse", c.-à-d. de tuyères en forme d'éventail, aussi appelées tuyères en queue de carpe.

4.2. KORTE BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM VOOR MIJNGALERIJEN

4.2.1. De bluselementen (fig. 24)

Zoals in alle varianten van het systeem BVS bestaat het element, dat in dit artikel "bluselement" genoemd wordt, uit een stalen fles van 12,3 l inhoud, aan beide uiteinden voorzien van een 1"-ventiel dat dankzij een mini-ontsteker bliksemssnel opengaat.

Iedere fles bevat 8 kg bluspoeder op basis van ammoniumfosfaat, en staat onder de druk van 120 bar van het verspreidingsprodukt (namelijk stikstof). Het uitdrijven en de verdeling van het poeder gebeuren in ongeveer 800 ms via "Fächerdüse", d.w.z. waaiervormige blaasopeningen.

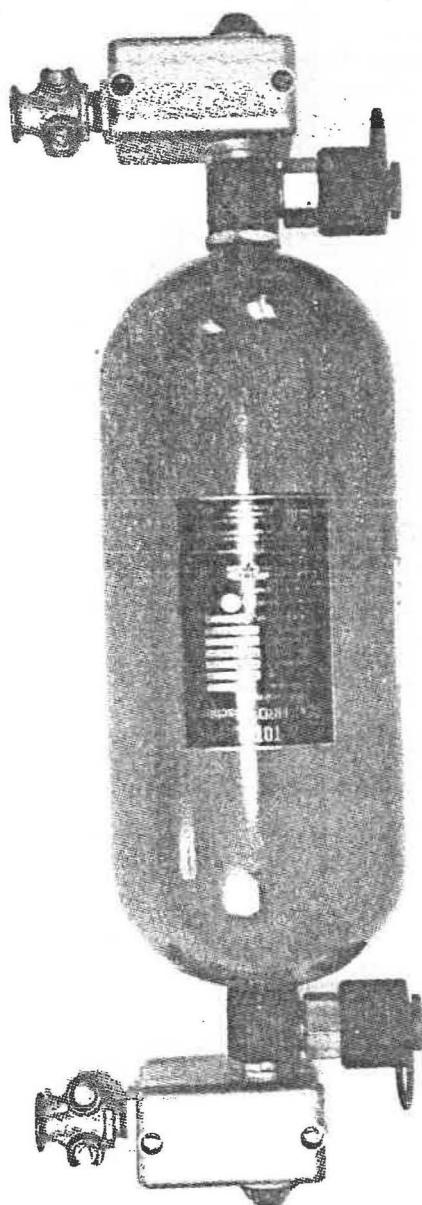


Fig. 24. Disperseur (bonbonne de poudre)
Bluspoederfles

La poudre est expulsée par ces tuyères à une vitesse telle qu'elle présente un sérieux risque de blessure pour le personnel qui se trouverait à moins de 3 m; c'est sans doute la raison majeure de la non-autorisation du système dans les ouvrages "ordinaires" des charbonnages.

Les disperseurs doivent se situer à peu près au milieu de la hauteur de la galerie, et être placés à proximité immédiate les uns des autres. Il s'agit donc d'un arrêt-barrage concentré, et même extrêmement concentré.

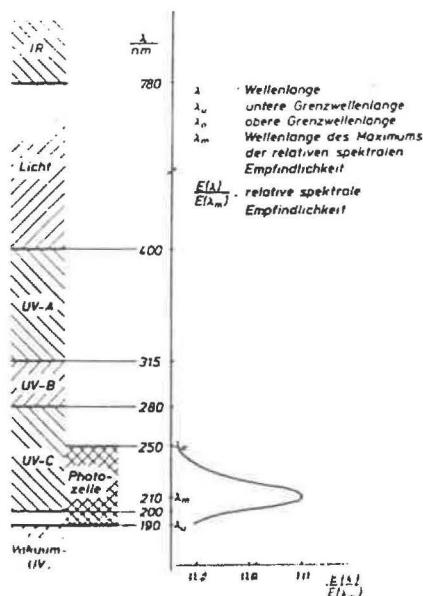
La quantité requise d'agent extincteur est de 20 kg/m².

4.2.2. Le(s) détecteur(s)

Aux yeux des experts de la BVS, le premier critère pour le choix du type de détecteur était le suivant : pouvoir surveiller une zone d'une certaine importance plutôt qu'un point précis; alors que les détecteurs mécaniques et thermiques ne sont sensibles qu'à la pression ou à la température régnant à l'endroit même du détecteur, la BVS a choisi un détecteur optique, qui détecte les phénomènes de rayonnement lumineux engendrés par la flamme, et qui présente en outre l'avantage d'une inertie pratiquement nulle.

Le second critère était la sélectivité, et ceci excluait les détecteurs à infrarouge.

Restaient alors des détecteurs à ultra-violet présentant une grande sélectivité : il ne peut être question de déclenchements intempestifs dus à d'autres sources de rayonnement existant dans la mine ! C'est ainsi qu'a été finalement retenu un détecteur à cellules photo-électriques à gaz; en combinaison avec un hublot en verre au quartz, ces cellules ne sont influencées que par les longueurs d'onde comprises entre 190 et 250 nm (fig. 25 a).



Het poeder wordt zodanig snel uit deze operingen uitgedreven dat het een letselrisico betekent voor personen die zich op minder dan 3 m zouden bevinden; dit is waarschijnlijk de voornaamste reden waarom het systeem niet toegelaten werd voor de "gewone" ondergrondse werken.

De bluselementen moeten zich ongeveer op halve hoogte van de galerij bevinden en dicht bij elkaar geplaatst worden.
Het gaat dus om een geconcentreerde, ja zelfs een uiterst geconcentreerde grenzel.

De vereiste hoeveelheid blusprodukt bedraagt 20 kg/m².

4.2.2. De detector(en)

Voor de experts van de BVS was het eerste criterium voor de keuze van het type detector : toezicht kunnen houden over een vrij omvangrijke zone liever dan op één bepaald punt; terwijl de mechanische en thermische detectoren slechts gevoelig zijn voor de druk of de temperatuur die heersen op de plaats waar zij hangen, koos de BVS voor een optische detector, die de door de vlam veroorzaakte lichtstraling detecteert, en waarvan de inertie zo goed als nul is.

Het tweede criterium was de selectiviteit, wat de infrarood detectoren uitsluit.

Alleen UV-detectoren bleven dus over, maar dan met zeer hoge selectiviteit : ontijdige activering, te wijten aan andere in de mijn bestaande lichtstralingsbronnen, moet uitgesloten zijn ! Uiteindelijk werd een detector met gas-photo-elektrische cellen weerhouden; gecombineerd met een kwartsglas worden deze cellen slechts beïnvloed door de tussen 190 en 250 nm begrepen golflengten (fig. 25 a).

Fig. 25 a. Spectre de sensibilité du détecteur
Gevoeligheidsspectrum van de detector

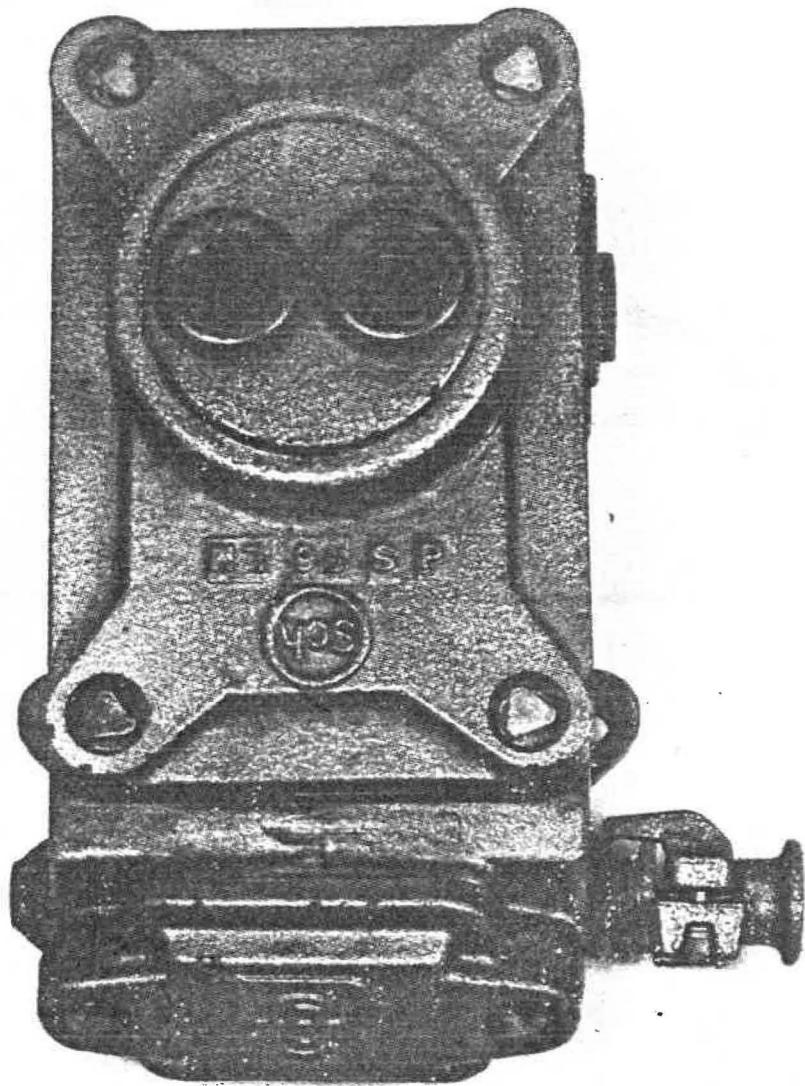


Fig. 25 b. Détecteur à UV
UV detector

Afin d'augmenter encore la sensibilité, le détecteur (fig. 25 b) se compose de deux cellules, dont les champs de vision ne se recouvrent pas. Il faut que toutes deux aient réagi (peu importe dans quel ordre) endéans un intervalle de 40 ms pour que le système de déclenchement soit mis en branle.

Le détecteur est de sécurité intrinsèque, et il est pourvu d'un système assurant en permanence le contrôle de son propre état de fonctionnement.

En outre, un appareil a été récemment mis au point pour tester les détecteurs à ultraviolets, en particulier en vue de s'assurer que leur efficacité n'est pas mise en défaut par suite de l'encrassement.

Teneinde de gevoeligheid nog te verhogen, bestaat de detector (fig. 25 b) uit twee cellen, waarvan de gezichtsvelden elkaar niet bedekken. Opdat een activering zou plaatsvinden moeten beide (in eender welke volgorde) gereageerd hebben binnen een tijdsinterval van 40 ms.

De detector is intrinsiek veilig en voorzien van een systeem dat zijn eigen werkingsstaat op permanente wijze controleert.

Bovendien werd recentelijk een toestel op punt gesteld om de UV-detectoren te testen, in 't bijzonder om zeker te stellen dat hun werking niet door vervuiling belemmerd wordt.

Le détecteur doit être placé en couronne dans la section médiane de la galerie à protéger, à environ 40 m des disperseurs, et à une cinquantaine de mètres au maximum de la source probable d'explosion.

4.2.3. L'unité de déclenchement et de contrôle (fig. 26)

De façon analogue au système Tremonia, les deux fonctions sont combinées en une seule unité, comportant une batterie de secours de 24 V/50 Ah (qui n'y est cependant pas physiquement incorporée).

A cette unité peuvent être raccordés quatre détecteurs au maximum, tandis que les disperseurs le sont en (maximum huit) groupes ou circuits séparés; ce nombre dépend du nombre de disperseurs nécessaires, et donc de la section de la galerie. Chacun de ces huit circuits peut comporter au maximum 17 minidétonateurs, soit au total ($17 \times 8 : 2 =$) 68 bonbonnes ou 544 kg de poudre : assez pour une section de 27,2 m² à raison de 20 kg/m².

De detector moet in de kroon van de galerij gehangen worden in het middenvlak ervan, op ongeveer 40 m van de bluselementen en op maximum 50 m van de potentiële ontploffingsbron.

4.2.3. De start- en controle-eenheid (fig. 26)

Op analoge wijze als in het systeem Tremonia zijn deze twee functies in éénzelfde eenheid gecombineerd, met inbegrip van een noodbatterij van 24 V/50 Ah (die er noch-tans niet fysisch deel van uitmaakt).

Op deze eenheid kunnen maximum vier detectoren aangesloten worden; de bluselementen worden er in (maximum acht) gescheiden groepen of kringlopen op aangesloten; hun aantal hangt van het nodig aantal bluselementen af, dus van de sectie van de galerij. Ieder van deze acht kringlopen kan maximum 17 mini-ontstekers bevatten; dit komt overeen met ($17 \times 8 : 2 =$) 68 flessen of 544 kg bluspoeder : voldoende voor een sectie van 27,2 m² a rato van 20 kg/m².

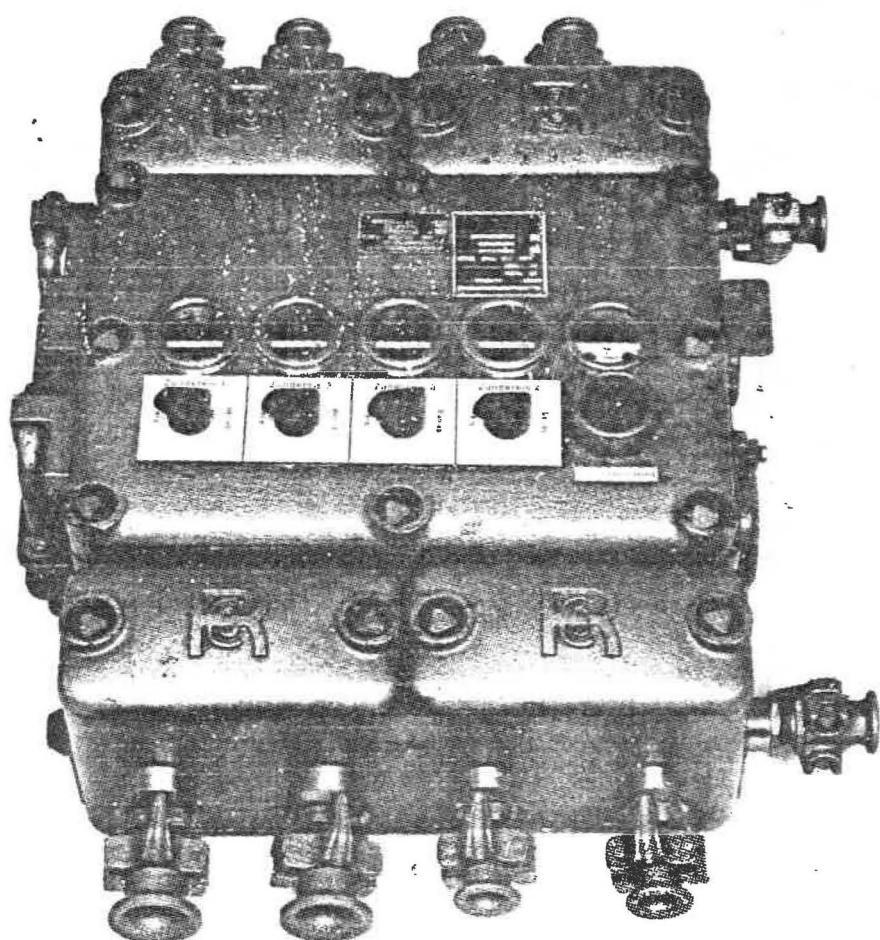


Fig. 26. Unité de déclenchement
Starteenheid

Outre la possibilité d'effectuer de nombreux tests selon une séquence automatisée, les fonctions assurées par cette unité peuvent se ramener à 3 groupes principaux :

1. Réception et traitement des impulsions provenant des détecteurs; divers dispositifs sont prévus, qui permettent de déceler s'il ne s'agit pas d'une fausse alerte.
2. Déclenchement : s'il s'agit réellement d'une inflammation ou d'une explosion, l'unité envoie, aux groupes ou circuits de disperseurs préalablement choisis, l'énergie nécessaire aux minidétonateurs de ces derniers, et donc l'ouverture des bonbonnes de produit extincteur.
3. Contrôle permanent de son propre fonctionnement, en particulier concernant :
 - l'alimentation des détecteurs;
 - la coupure éventuelle de la liaison avec ceux-ci;
 - l'alimentation à partir du réseau;
 - les dérangements ou la coupure de l'alimentation interne (c.-à-d. des composants du système);
 - la coupure d'un ou plusieurs des circuits préalablement choisis.Tout défaut constaté fait l'objet d'une double transmission : localement et vers le télévigile.

4.3. DESCRIPTION DU SYSTEME MOBILE POUR LA PROTECTION DES EQUIPES DE SAUVETAGE

4.3.1. Système d'origine, pour le cas d'une explosion unique

Cet arrêt-barrage déclenché mobile a été conçu en tout premier lieu pour l'utilisation en cas d'incendie posant des problèmes particuliers, par exemple lorsqu'il y a risque d'inflammation accompagnée de faibles surprises, ou lorsqu'il n'est pas possible d'établir soit des arrêts-barrages conventionnels, soit des arrêts-barrages rapides *.

L'arrêt-barrage mobile doit évidemment être entièrement autonome, c.-à-d. indépendant de tout réseau d'énergie existant. En outre, étant donné que, s'il est conçu pour éteindre la flamme d'une explosion, il n'en supprime pas pour autant instantanément l'effet de souffle, il faut qu'il soit installé à une certaine distance au-delà de l'endroit où doivent travailler les sauveteurs.

Les composants du système sont les mêmes que ceux décrits sous 4.2.; seul diffère le mode de construction de l'ensemble.

* Les arrêts-barrages rapides sont des arrêts-barrages passifs à augets d'eau qui ont été spécialement conçus pour l'utilisation par des équipes de sauveteurs devant porter tout le matériel. Ils sont connus en R.F.A. et en Belgique sous l'appellation "Bauart 5 : Wassertrog-Schnellsperren" (Type 5 : arrêts-barrages rapides à augets d'eau).

Deze eenheid voert automatisch in een bepaalde volgorde een aantal tests uit op het systeem en verzekert de volgende functies :

1. Ontvangst en verwerking van de impulsen vanuit de detectoren; verschillende inrichtingen zijn voorzien om valsalarm uit te schakelen.
2. Activering : indien het echt om een ontvlaming of ontploffing gaat, stuurt de eenheid naar de vooraf gekozen groepen of kringlopen de energie die nodig is om de mini-ontstekers af te vuren en dus de flessen met blusproduct te openen.
3. Bestendige controle van haar eigen werkking, in het bijzonder wat betreft :
 - de voeding van de detectoren;
 - een eventuele onderbreking van de verbinding met dezen;
 - de voeding vanuit het net;
 - de storingen of de onderbreking van de interne voeding (d.w.z. van de onderdelen van het systeem);
 - de onderbreking van één of meerdere van de vooraf gekozen kringlopen.Ieder vastgesteld gebrek wordt dubbel vermeld : plaatselijk en op de telecontrole.

4.3. BESCHRIJVING VAN HET MOBIELE SYSTEEM TER BEVEILIGING VAN DE REDDINGSPLOEGEN

4.3.1. Oorspronkelijk systeem voor het geval van een ontploffing

Deze mobiele actieve grendel werd in aller eerste instantie ontwikkeld voor gebruik bij een brand waarbij zich bijzondere problemen stellen, bij voorbeeld wanneer er zich een ontvlaming met zwakke overdruk kan voordoen, of wanneer het onmogelijk is hetzij klassieke, hetzij snelle * ontploffingsgrendels te installeren.

Uiteraard moet de mobiele actieve grendel volledig autonoom zijn, d.w.z. onafhankelijk van de bestaande energienetten. Bovendien, al is hij gebouwd om de vlam van een ontploffing te doven, kan hij de drukgolf niet ogenblikkelijk vernietigen; om deze reden moet hij op een zekere afstand geïnstalleerd worden van de plaats waar de redders moeten werken.

De onderdelen van het systeem zijn dezelfde als deze beschreven onder 4.2.; het enig verschil is de bouwwijze van het geheel.

* Snelle ontploffingsgrendels zijn passieve waterdoodgrendels die speciaal ontwikkeld werden voor gebruik door reddingsploegen, die al het materiaal moeten dragen. Zij zijn in de D.B.R. en in België bekend onder de benaming "Bauart 5" : Wassertrog-Schnellsperren" (Type 5 : snelle waterdoodgrendels).

L'ABD mobile BVS (fig. 27) est constitué de deux unités, qui ont chacune les dimensions d'une berline normale ou d'un "conteneur" de monorail (longueur : 3,28 m, largeur : 0,75 m, hauteur : 0,925 m) et sont facilement adaptables au transport par rail, par monorail, ou même directement sur le sol au moyen de patins.

De mobiele actieve grendel BVS (fig. 27) bestaat uit twee eenheden, die elk de afmetingen hebben van een normale mijnwagen of monorail- "container" (lengte 3,28 m; breedte 0,75 m; hoogte 0,925 m), en die gemakkelijk kunnen aangepast worden aan het vervoer per spoor, per monorail of zelfs op de vloer m.b.v. glijbalken.

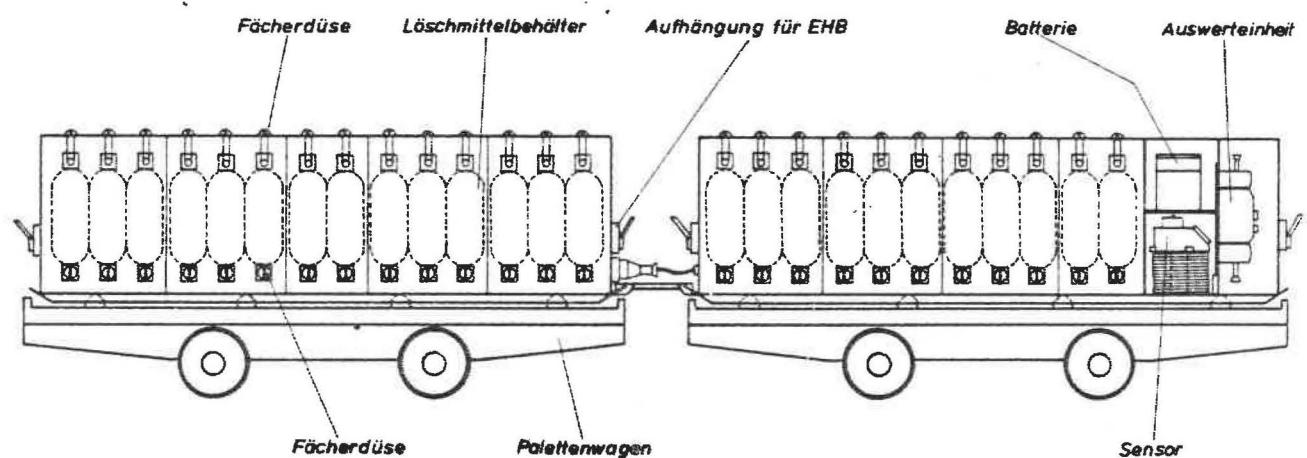
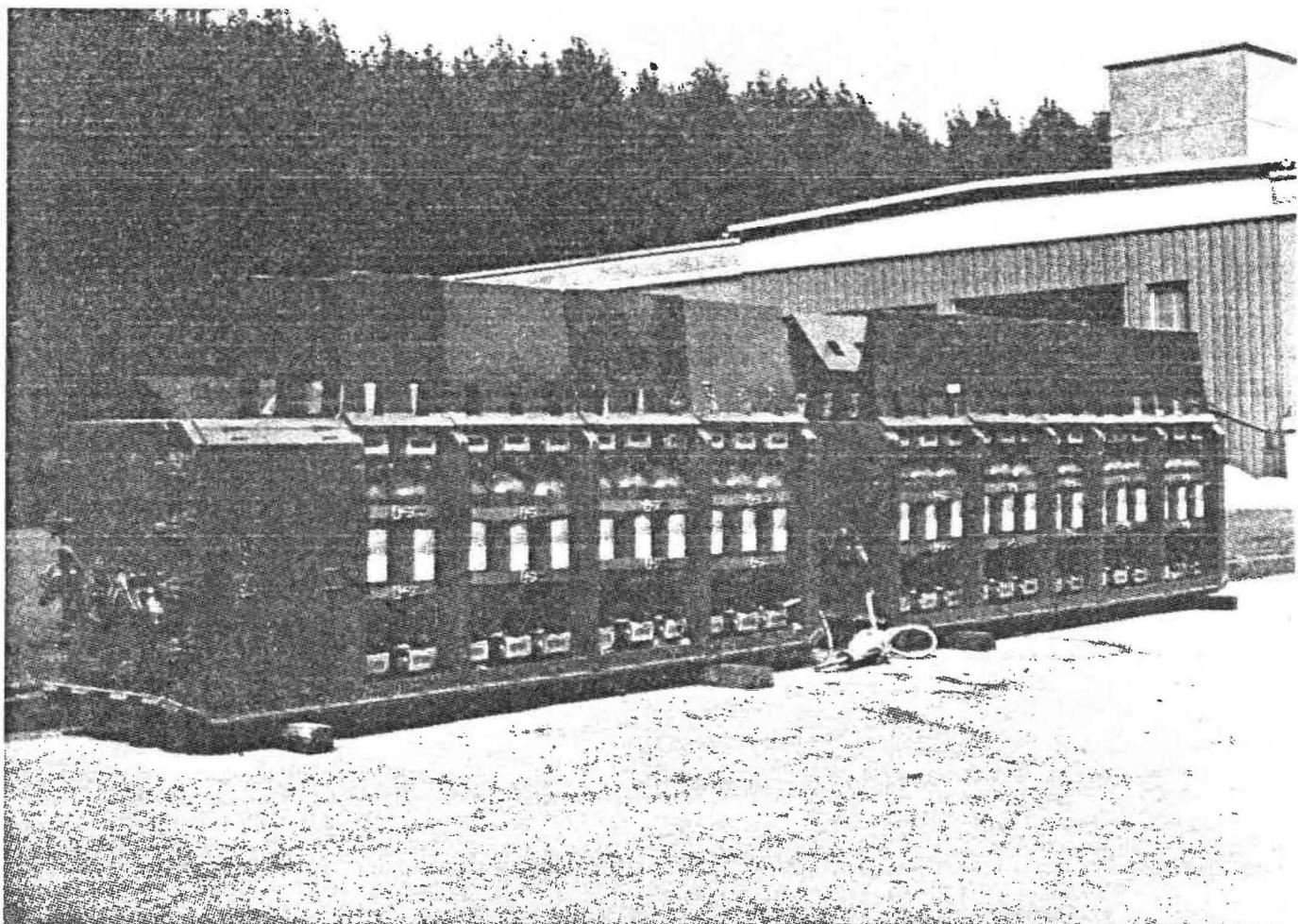


Fig. 27. ABD mobile, système BVS
Mobiele actieve grendel, systeem BVS

La première unité comporte 28 bonbonnes (la moitié de chaque côté), soit 224 kg de poudre.

La seconde unité comporte 22 bonbonnes (176 kg), ainsi qu'une source d'énergie électrique (batterie), l'unité de déclenchement et de contrôle, et un détecteur amovible.

La contenance totale est donc de 400 kg.

En cas d'intervention, l'ABD mobile doit être amené aussi rapidement que possible au-delà de l'endroit où doivent travailler les sauveteurs, placé le plus près possible du plan médian de la galerie et solidement fixé.

Le détecteur, qui est relié à l'ABD par un câble de 40 m de longueur, doit être installé aussi loin que possible dans la direction d'où peut provenir une explosion.

4.3.2. Développement d'un système protégeant contre des explosions multiples

Le but de ce développement était la mise en œuvre automatique de la lutte contre des explosions multiples, c.-à-d. des explosions (ou des inflammations) se produisant successivement. De tels phénomènes sont bien connus, par exemple lors d'incendies de mine : dans ce cas, des explosions de gaz de combustion peuvent se produire à des intervalles allant de quelques minutes à plusieurs jours.

Dans ce but ont été spécialement conçus un nouveau détecteur et une nouvelle unité centrale, destinés en tout premier lieu à l'arrêt-barrage mobile, mais qui pourraient aussi être utilisés dans d'autres circonstances.

Le détecteur à ultraviolets (fig. 28) est en principe le même que celui décrit sous 4.3.1.; sa construction en diffère par :
- un boîtier cylindrique plus résistant;
- un système universel de fixation;
- surtout, le dispositif de nettoyage du hublot.

L'unité centrale (fig. 29) est également différente :
- construction modulaire;
- possibilité de raccorder des détecteurs autres qu'à U.V.;
- 14 circuits indépendants de disperseurs, qui peuvent être combinés à volonté;
- exécution de sécurité intrinsèque.

Le déclenchement des circuits de disperseurs peut être réglé grâce à un automate préprogrammable des points de vue:
- du nombre de déclenchements;
- du nombre de circuits déclenchés à chaque fois;
- du temps minimal entre deux déclenchements (temps qui est cependant modifiable à tout moment).

L'unité centrale adapte automatiquement le programme en cas de défautosité d'un circuit.

L'ensemble des informations concernant la situation du système à chaque instant est indiqué sur place et transmis à distance.

De eerste eenheid omvat 28 flessen (de helft aan weerszijden), dus 224 kg poeder.

De tweede eenheid omvat 22 flessen (176 kg), een energiebron (batterij), de start- en controle-eenheid, en een verplaatsbare detector.

De totale inhoud bedraagt dus 400 kg.

In geval van interventie moet de mobiele grenzel zo snel mogelijk gebracht worden tot voorbij de plaats waar de redders moeten werken, en aldaar zo dicht mogelijk bij het middelvlak van de galerij goed vastgezet worden.

De detector, die voorzien is van een 40 m lange kabel, moet zo ver mogelijk geïnstalleerd worden in de richting van waar een ontploffing kan komen.

4.3.2. Ontwikkeling van een systeem ter beveiliging tegen opeenvolgende ontploffingen

Het doel van deze ontwikkeling was het automatisch activeren van de bestrijdingsmiddelen in geval van opeenvolgende ontploffingen (of ontvlammingen). Zulke verschijnselen zijn goed bekend, bij voorbeeld bij mijnbranden : in dergelijk geval kunnen zich verbrandingsgasontploffingen voordoen met tussenpozen gaande van enkele minuten tot meerdere dagen.

Speciaal met dit doel werden een nieuwe detector en een nieuwe centrale eenheid ontworpen, die in eerste instantie voor de mobiele actieve grenzel bestemd zijn, maar ook in andere omstandigheden kunnen gebruikt worden.

De UV-detector (fig. 28) is principieel dezelfde als onder 4.3.1. beschreven; zijn bouwwijze verschilt ervan door :
- een steviger cylindrische huizing;
- een universeel vasthechtingssysteem;
- vooral, de inrichting voor het zuiverhouden van het glas.

De centrale eenheid (fig. 29) is eveneens verschillend :
- modulaire bouw;
- mogelijkheid om andere dan UV-detectors aan te sluiten;
- 14 onafhankelijke kringlopen, die naar believen kunnen gecombineerd worden;
- intrinsiek veilige uitvoering.

Het activeren van de kringlopen kan voorprogrammeerd worden op gebied van :

- het aantal activering;

- het aantal kringlopen die telkens geactiveerd worden;
- de minimale tijdsinterval tussen twee activering (dese kan op elk ogenblik gewijzigd worden).

De centrale eenheid wijzigt automatisch het programma in geval van defect aan één van de kringlopen.

De inlichtingen betreffende de toestand van het systeem op ieder ogenblik worden ter plaatse aangeduid en ook overgebracht.

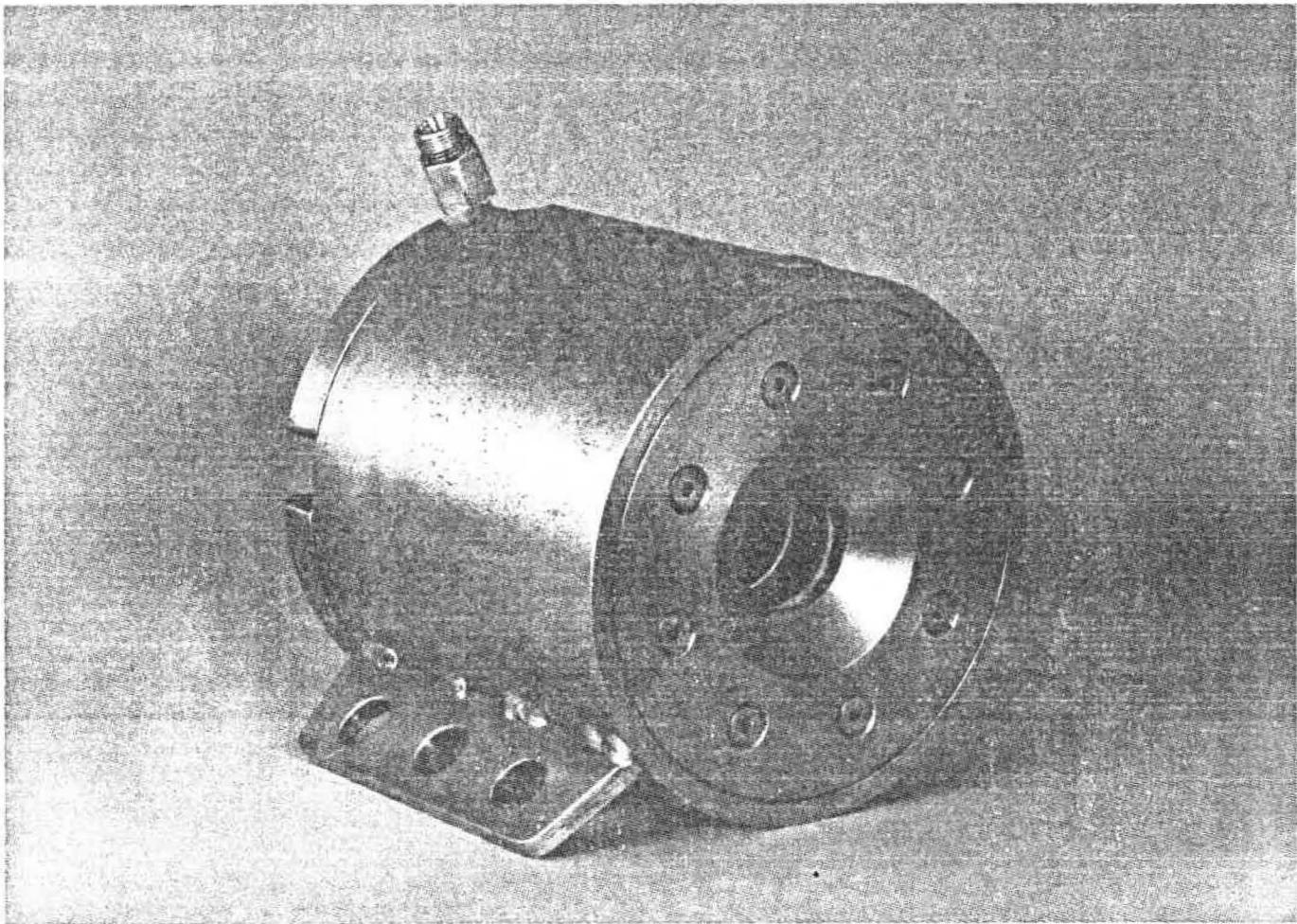


Fig.28. DéTECTeur pour explosions multiples
Detector voor opeenvolgende ontploffingen

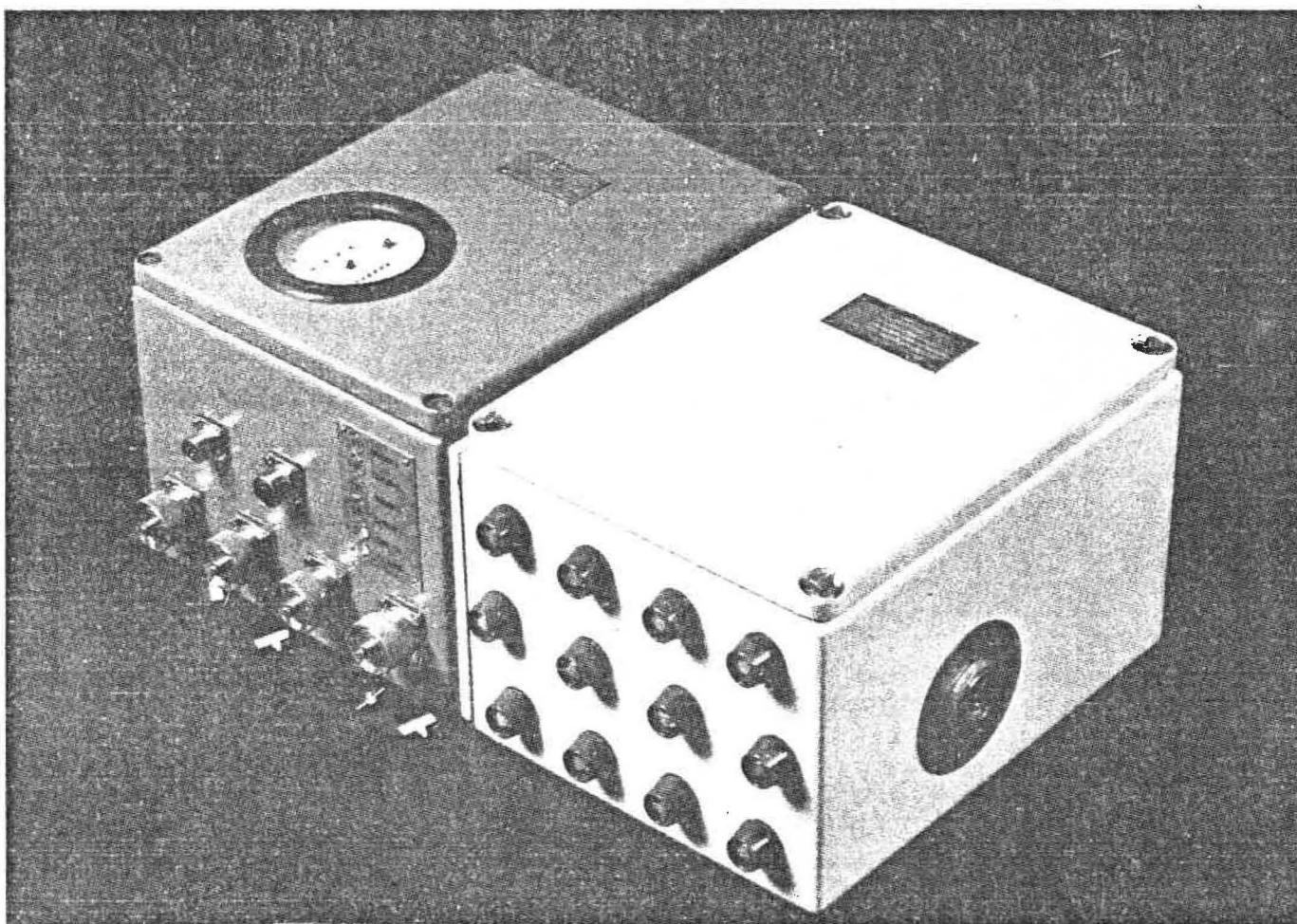


Fig.29. Unité de commande et de contrôle
Stuur- en controle-eenheid

Ces informations sont résumées par un ensemble de diodes luminescentes indiquant :

- le bon état de fonctionnement du système et de son alimentation;
- le nombre et l'état de fonctionnement des détecteurs d'une part, et des circuits de déclenchement d'autre part;
- le nombre de déclenchements effectués.

Pour donner un exemple pratique, imaginons le cas suivant : l'ABD mobile doit être installé à un endroit où la section de la galerie est de 10 m^2 ; il faut donc prévoir, par déclenchement, $10 \times 20 = 200 \text{ kg}$ de poudre, soit 25 bonbonnes ou disperseurs. Les 50 disperseurs de l'ABD mobile ayant par exemple été répartis en 10 circuits de 5, on devra préprogrammer un premier déclenchement de 5 circuits, et les cinq restants (qui peuvent avoir été réduits à 4 par suite de la défautuosité de l'un des circuits), lors d'un second déclenchement.

4.4. ESSAIS REALISES PAR LA "VERSUCHSGRUBE TREMONIA"

Comme pour les essais des ABD, système Tremonia (voir paragraphe 3.3.), il s'agit uniquement ici de montrer l'efficacité de l'ABD, système BVS, vis-à-vis d'une gamme d'inflammations et d'explosions.

4.4.1. Explosions de poussières de charbon (comme au paragraphe 3.3.1.)

- Explosions moyennes : 300 m/s; 2 bar; dét 12 à 25 m; ABD 60 m.
Pas d'arrêt avec $10-12 \text{ kg/m}^2$; extinction avec $> 15 \text{ kg/m}^2$.

4.4.2. Explosions de grisou (comme au paragraphe 3.3.2., sauf ABD 60 m)

- Mélange uniforme 7,5 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar.
Extinction avec 10 kg/m^2 .
- Mélange uniforme 13-14 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar.
Extinction avec $17,5 \text{ kg/m}^2$.
- Mélange uniforme 12 % CH 4 :
300 m/s; 4 bar;
dét 17,5 m; ABD 60 m.
Extinction avec 15 kg/m^2 .

4.4.3. Explosions de poussières, galerie rectangulaire de 7 m 2

- 300 - 400 m/s; ABD 60 m.
Extinction avec 7 kg/m^2 .

4.4.4. Nappe de grisou au toit, de 72 m de longueur

- Dét 17,5 m; ABD 60 m.
Extinction difficile, parce que le "Vorlaufzeit" est très long.
Avec 15 kg/m^2 , la flamme parcourt souvent 100 m au-delà de l'ABD (c.-à-d. 88 m au-delà de la nappe).
Avec 22 kg/m^2 , arrêt dans tous les cas.

Deze inlichting worden samengevat door een reeks LED's die het volgende aangeven :

- de goede staat van het systeem en van zijn voeding;
- het aantal en de goede staat, enerzijds van de detectoren anderzijds van de activeringskringlopen;
- het aantal verrichte activering.

Als praktisch voorbeeld nemen wij het volgende geval : de actieve grenzel moet op een plaats geïnstalleerd worden waar de sectie 10 m^2 bedraagt; per activering moet men dus $10 \times 20 = 200 \text{ kg}$ poeder voorzien, hetzij 25 flessen (of bluselementen). Indien de 50 bluselementen van de grenzel in 10 groepen van 5 onderverdeeld werden, dan moet men voor de eerste activering 5 groepen voorprogrammeren, en de andere 5 (die door defect aan één ervan tot 4 kunnen herleid zijn), bij een tweede activering.

4.4. PROEFNEMINGEN IN DE "VERSUCHSGRUBE TREMONIA"

Zoals voor de proefnemingen met het systeem Tremonia (paragraaf 3.3.) gaat het er hier alleen om te tonen, voor welk gamma van ontvlammingen en ontploffingen de actieve grenzel, systeem BVS, doeltreffend is.

4.4.1. Kolenstofontploffingen (zoals in paragraaf 3.3.1.)

- Middelmatige ontploffingen: 300 m/s-2 bar
det 12-25 m
grenzel 60 m.
Geen uitdoving met $10 - 12 \text{ kg/m}^2$;
uitdoving met $> 15 \text{ kg/m}^2$.

4.4.2. Wijngasontploffingen (zoals paragraaf 3.3.2., behalve: grenzel 60 m)

- Homogeen mengsel 7,5 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar.
Uitdoving met 10 kg/m^2 .
- Homogeen mengsel 13-14 % CH 4 :
865 m/s; 7,7 bar.
Uitdoving met $17,5 \text{ kg/m}^2$.
- Homogeen mengsel 12 % CH 4 :
300 m/s; 4 bar;
det 17,5 m; grenzel 60 m.
Uitdoving met 15 kg/m^2 .

4.4.3. Kolenstofontploffingen, rechthoekige galerij van 7 m 2

- 300 - 400 m/s; grenzel 60 m.
Uitdoving met 7 kg/m^2 .

4.4.4. 72 m lange "roof-layer"

- Det 17,5 m; grenzel 60 m.
Moeilijk uit te doven, omdat de "Vorlaufzeit" zeer lang is.
Met 15 kg/m^2 gaat de vlam dikwijls tot 100 m voorbij de grenzel (m.a.w. 88 m voorbij de roof-layer).
Met 22 kg/m^2 , uitdoving in alle gevallen.

4.4.5. Intersection taille-voie

- Explosions de poussières en taille.
Détecteur 30 m dans la taille.
ABD au milieu de la voie en face de la taille.
16 kg/m².
"Vorlaufzeit" 180 à 280 ms.
Arrêt 60-70 m au-delà de l'ABD.

4.4.6. Comparaison entre explosions de poussières lentes et rapides

- Dans les deux cas : dét 17,5 m; ABD 60 m.
- 500 m/s; "Vorlaufzeit" 100-150 ms; bonne extinction.
- 75 m/s; "Vorlaufzeit" 600-700 ms; arrêt 50 m au-delà.

4.4.7. Premiers essais avec l'ABD mobile (1983)

Explosions de grisou; 200 m/s; < 1 bar.
Quantité d'agent extincteur comprise entre 10 et 16,4 kg/m².
Extinction dans tous les cas, soit à l'ABD même, soit un peu au-delà.

5. LE DISPOSITIF D'EXTINCTION DES FLAMMES SUR MACHINES DE CREUSEMENT A ATTAQUE PONCTUELLE (SYSTEME BVS).

5.1. INTRODUCTION

Vu la constante augmentation de la puissance des outils de coupe des machines de creusement à attaque ponctuelle, et l'accroissement concomitant du nombre d'inflammations de grisou à front, c'est dès 1977/78 que l'on envisagea d'appliquer à ces machines le système BVS d'ABD, tel qu'il a été décrit au chapitre 4 : détection des rayons UV et bonbonnes de poudre à haut pouvoir extincteur.

Il s'agit d'ailleurs là d'une application très heureuse du système extincteur, vu l'encombrement réduit des "disperseurs" et la possibilité de diriger à volonté la poudre extinctrice projetée par les tuyères "en queue de carpe".

5.2. EXPERIENCES REALISEES

En vue de l'expérimentation du système, une galerie cadastrée de 20 m² de section et de 20 m de longueur a été spécialement construite à la surface.

Elle est fermée à une extrémité, qui représente ainsi le "front de creusement". Des explosions de grisou et des inflammations de nappes au toit y sont réalisées dans une chambre délimitée par une feuille de matière plastique, chambre qui a une longueur de 1,50 m ou de 3,50 m (soit un volume de respectivement 30 m³ ou 70 m³). L'outil de coupe de la machine se trouve à l'intérieur de cette chambre, où l'on peut faire varier aussi bien la teneur en grisou (9 à 12 %) que l'endroit de mise à feu (fig. 30).

4.4.5. Overgang pijler-galerij

- Kolenstofontploffingen in de pijler.
Detector 30 m in de pijler.
Grendel in het midden van de galerij, tegenover de pijler.
16 kg/m².
"Vorlaufzeit" 180 à 280 ms.
Uitdoving 60-70 m voorbij de grendel.

4.4.6. Vergelijking tussen trage en snelle kolenstofontploffingen

- Voor beide : det 17,5 m; grendel 60 m;
- 500 m/s; "Vorlaufzeit" 100-150 ms; goede uitdoving;
- 75 m/s; "Vorlaufzeit" 600-700 ms; uitdoving 50 m voorbij de grendel.

4.4.7. Eerste proefnemingen met de mobiele grendel (1983)

Mijngasontploffingen; 200 m/s; < 1 bar.
Hoeveelheid blusproduct begrepen tussen 10 en 16,4 kg/m².
Uitdoving in alle gevallen, hetzij aan de grendel zelf, hetzij iets verder.

5. HET SYSTEEM TER UITDOVING VAN VLAMMEN OP DE DELVINGSMACHINES (SYSTEEM BVS).

5.1. INLEIDING

Gezien het steeds toenemende vermogen van de "Teilschnittmaschinen" en het daarmee gepaard gaande toenemende aantal mijngasontvlammingen aan het front, dacht men er reeds vanaf 1977/78 aan, deze machines uit te rusten met het BVS-systeem van actieve grendel, zoals in hoofdstuk 4 beschreven : detectie van de UV-straling en flessen poeder met hoog uitdovingsvermogen.

Het gaat trouwens hier om een geslaagde toepassing van het blussysteem, gezien de "bluselementen" weinig plaats nodig hebben en gezien de mogelijkheid om het bluspoeder, dat uit de waaiervormige blaasopeningen uitstraalt, naar believen te richten.

5.2. UITGEVOERDE PROEFNEMINGEN

Om het systeem uit te testen werd op de bovengrond een 20 m lange galerij met ramen van 20 m² doorsnede gebouwd.

Zij is aan één uiteinde, dat het "delvings-front" nabootst, gesloten. Mijngasontploffingen en "roof-layers"-ontvlammingen worden er uitgevoerd in een door een plasticfolie afgesloten kamer met een lengte van 1,50 m of van 3,50 m (en dus een volume van 30 respectievelijk 70 m³).

De snijkop van de machine bevindt zich in deze kamer, waar men zowel het mijngashalte (9 à 12 %) kan laten variëren als de plaats van de ontsteking (fig. 30).

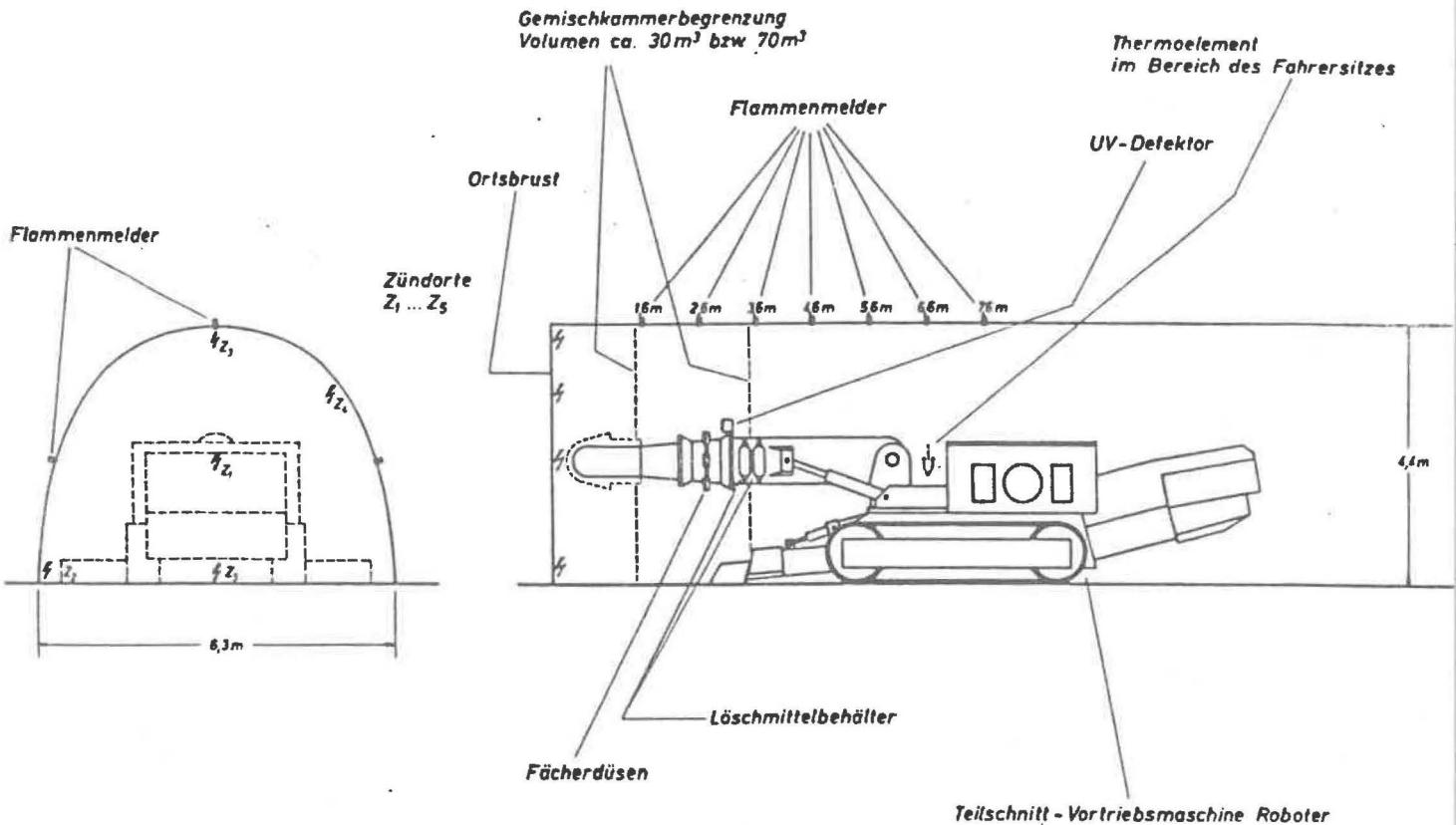


Fig. 30. Galerie d'essai de 20 m 2 de la BVS

Les premières séries d'expériences ont été réalisées sur une machine "Roboter" de la firme "Paurat".

Elles permirent de constater :

- Que deux détecteurs à UV, montés de part et d'autre du bras de l'engin, conviennent parfaitement pour la détection d'une flamme dans toute la gamme de teneurs en CH 4 , et ce quelle que soit leur distance par rapport à cette flamme.
- Qu'ils fonctionnent tout aussi bien lorsqu'il se trouve, entre eux et la flamme, un brouillard d'eau, ou même un nuage de poussières en suspension (jusque 40 g/m 3 de poussières de roche ou 20 g/m 3 de poussières d'anthracite), et également lorsqu'ils sont exposés à un arrosage ou recouverts d'un film d'huile.
- Qu'ils fonctionnent aussi lors d'un coup de poussières, à condition que leur hublot soit continuellement arrosé d'eau pour éviter l'enrassement.
- Que 6 bonbonnes contenant chacune 8 kg de poudre extinctrice, dont le jet est émis par des tuyères "en queue de carpe" dans un plan perpendiculaire au bras de la machine, suffisent à éteindre, non seulement des explosions naissantes de grisou à front, de façon telle que la température à l'emplacement du machiniste ne dépasse pas 60 °C, mais également des inflammations, se produisant à front, de nappes hétérogènes de grisou à teneur assez élevée.

Fig. 30. Proefgalerij van 20 m 2 van de BVS

De eerste proefnemingen werden op een machine "Roboter" van de firma "Paurat" uitgevoerd.

Zij lieten de volgende vaststellingen toe :

- Twee, aan weerszijden van de arm van de machine gemonteerde UV-detectoren zijn uiterst geschikt om een vlam te detecteren in de hele gamma mijngasgehalten, welke hun afstand ook wezen t.o.v. deze vlam.
- Zij werken even goed wanneer er zich tussen hen en de vlam een waternevel of zelfs een stofwolk (tot 40 g/m 3 steenstof of 20 g/m 3 antracietstof) bevindt, en ook wanneer zij besproeid worden of met een oliefilm bedekt zijn.
- Zij werken ook nog in geval van kolenstofontploffing, onder voorwaarde dat hun venster gedurig met water besproeid wordt om vervuiling te voorkomen.
- Zes flessen van 8 kg bluspoeder, waarvan de straal uit de waaiervormige blaasopeningen in een op de arm van de machine loodrecht vlak geprojecteerd wordt, voldaan om niet alleen mijngasontploffingen "statu nascendi" uit te doven, zodat de temperatuur op de plaats van de machinist beneden 60 °C blijft, maar ook aan het front ontstane ontvlammingen van heterogene mijngasslierten met een tamelijk hoog gehalte.

5.3. ESSAIS DE FAISABILITE AU FOND

Des essais de faisabilité furent effectués au fond à partir de 1978/79, d'abord sur une machine Alpine AM 50, puis, entre 1980 et 1983, sur une Alpine AM 100 et une Westfalia WAV 200.

On se rendit rapidement compte que, si les principes restaient les mêmes, une nouvelle étude devait être faite pour chaque machine de creusement, vu la diversité des dimensions, de la disposition des organes des machines, de la position du machiniste, ...

5.4. ETAT DE LA QUESTION

Le dispositif actuel d'extinction de flammes se compose d'éléments qui sont en principe les mêmes que ceux décrits au chapitre 4 :

- Deux détecteurs de flammes à UV du dernier modèle (fig. 28) montés de part et d'autre du bras de coupe de l'engin, à 2,50 m ou 3 m de son extrémité avant, et dirigés vers le front.
Ces détecteurs sont munis d'un dispositif intégré de nettoyage du hublot par insufflation, parallèlement à sa surface, d'air comprimé à 2,5 bar; ce dispositif permet de garantir le fonctionnement des détecteurs dans une atmosphère contenant jusqu'à 500 g/m³ de poussière.
- L'unité centrale de déclenchement et de contrôle, montée à l'arrière de la machine.
- Les disperseurs : 2 x 3 extincteurs (du type HRD = "High Rate Discharge") contenant chacun 8 kg de poudre à haut pouvoir extincteur, qui peut être expulsée en 600 ms par les tubulures de sortie, prolongées par des flexibles aussi courts que possible (1 m) se terminant par les "tuyères en queue de carpe".
La disposition de celles-ci doit être étudiée et réalisée pour chaque type de machine, de façon à former à l'arrière, perpendiculairement au bras de coupe, un épais rideau extincteur qui isole la zone de coupe du reste de la galerie.

Compte tenu du caractère vulnérant de la projection de la poudre et étant donné que le dispositif ne doit être en état de fonctionner que lorsqu'il y a risque d'inflammation, c'est-à-dire pendant le havage et dans les secondes qui suivent, il est couplé au moteur de l'engin de coupe. Autrement dit, il ne peut y avoir déclenchement que pendant la coupe, ainsi que pendant les 10 secondes qui suivent l'arrêt du moteur (cette période de 10 s est celle pendant laquelle il pourrait encore se produire une inflammation par suite de la présence de points chauds).

Ajoutons qu'il est interdit au personnel de stationner dans la zone de projection éventuelle de la poudre pendant que fonctionne l'engin de coupe.

5.3. FEASIBILITY-PROEVEN IN DE ONDERGROND

Dergelijke proeven werden in de ondergrond uitgevoerd vanaf 1978/79, eerst op een "Alpine AM 50", daarna tussen 1980 en 1983, op een "Alpine AM 100" en een "Westfalia WAV 200".

Men stelde zeer snel vast dat, al bleven de principes identiek, voor elke delvingsmachine een nieuwe studie moet aangevat worden, omwille van de verscheidenheid aan afmetingen, schikking van de onderdelen, positie van de machinist, ...

5.4. HUIDIGE STAND VAN ONTWIKKELING

De huidige versie van de blusinrichting bestaat uit elementen die principieel dezelfde zijn als deze, in hoofdstuk 4 beschreven :

- Twee UV-vlamdetectoren van het laatste model (fig. 28), aan weerskanten van de arm van de machine gemonteerd op 2,50 m of 3 m van zijn voorste uiteinde, en naar het front gericht.
Deze detectoren zijn voorzien van een ingebouwde inrichting ter reiniging van het venster door het blazen, evenwijdig met zijn oppervlakte, van samengeperste lucht (2,5 bar); deze inrichting garandeert de werking van de detectoren in een omgeving gaande tot 500 g stof per m³.
- De centrale start- en controle-eenheid, die aan de achterkant van de machine ge monteerd staat.
- De bluselementen : 2 x 3 blustoestellen (van het type HRD = High Rate Discharge), elk bevattende 8 kg poeder met een hoog blusvermogen, dat in 600 ms kan uitgeblazen worden langs de uitgangsbuisjes, zo kort mogelijke (1 m) slangen en de waaiervormige blaasopeningen.

De schikking van deze laatsten moet voor elk type van machine zo bestudeerd en uitgevoerd worden dat er, aan de achterkant van de machine en loodrecht op haar arm, een dicht poedergordijn gevormd wordt dat de delvingszone van de rest van de galerij afzondert.

Rekening houdende met het risico voor let-sels bij het uitblazen van het poeder, en gezien de installatie slechts moet kunnen werken wanneer er een ontvlamningsrisico bestaat, m.a.w. tijdens het snijden en in de daarop volgende seconden, werd de inrichting met de snijmotor gekoppeld. Met andere woorden kan de installatie slechts werken terwijl de machine aan het snijden is en gedurende de eerste 10 seconden daarna (deze periode komt overeen met de tijd waar er zich nog een ontvlamming zou kunnen voordoen omwille van warme punten).

Het is bovendien aan het personeel verboden tijdens de werking van de delvingsmachine in het bereik van de eventuele bluspoeder-projecties te blijven staan.

Le dispositif est bien au point pour deux types de machines à attaque ponctuelle : "Paurat Roboter E 134" et "Voest Alpine AM 100".

Au moment de la visite de l'auteur, en juillet 1987, la mise au point se poursuivait pour une machine "Westfalia WAV 300".

Bien que les expériences se fassent à la surface, et que par conséquent les explosions réalisées ne puissent pas être violentes, le dispositif devrait pouvoir éteindre la quasi totalité des phénomènes accompagnés de flammes qui pourraient se produire à un front de creusement.

Au moment où ces lignes sont écrites, il subsiste cependant chez certains experts des doutes sur la question de savoir si les résultats sont aussi bons quelle que soit la position de la machine de creusement, par exemple lorsqu'elle coupe au pied des montants.

Il ne fait cependant guère de doute que ce système augmente considérablement la sécurité du personnel, et en tout cas celle de tout le personnel à front et immédiatement à l'arrière de celui-ci, qu'il n'est pas possible de protéger au moyen d'un arrêt-barrage, même déclenché.

Il reste, pour conclure ce chapitre, à signaler trois choses en rapport avec ce dispositif :

- Son prix serait de l'ordre de 60.000 DM.
- La BVS envisage la possibilité de mettre au point un dispositif du même genre pour tunnelier (le problème est plus difficile encore, car la poudre extinctrice devrait être injectée derrière le bouclier, ce qui allonge sensiblement les flexibles).
- L'auteur a demandé au Landesoberbergamt de Rhénanie du Nord-Westphalie (LOBA NW) son point de vue officiel et ses prévisions d'avenir au sujet de ce dispositif, et il se permet de reproduire ici le texte de la réponse (datée du 17 août 1987) : "Le dispositif d'extinction des flammes de la BVS n'est pas encore autorisé actuellement. On envisage d'installer ce dispositif, dans des chantiers équipés de machines de creusement à attaque ponctuelle, en tant qu'installation de suppression des explosions et système extincteur; il devrait être installé dans la zone de la machine. Pour autant que ce concept représente une mesure de protection contre les explosions dont l'efficacité soit suffisamment sûre, on pourrait dans ces cas supprimer l'obligation d'installer des arrêts-barrages déclenchés mobiles."

De inrichting is goed op punt voor twee types van "Teilschnittmaschinen" : "Paurat Roboter E 134" en "Voest Alpine AM 100". Toen de auteur de BVS in juli 1987 bezocht werkte men aan een inrichting voor de "Westfalia WAV 300".

Alhoewel de proefnemingen op de bovengrond plaatsvinden en de ontploffingen derhalve niet hevig kunnen zijn, lijkt het wel zo dat deze inrichting in staat is praktisch alle met vlammen gepaard gaande verschijnselen die zich aan een front kunnen voeren, te doven.

Terwijl deze lijnen geschreven worden blijft er bij sommige experts nog een twijfel betreffende de vraag : zijn de bekomen resultaten even goed in alle posities van de delvingsmachine, b.v. bij het snijden van de onderste hoeken van de sectie ?

Het lijdt nochtans weinig twijfel dat dit systeem de veiligheid van het personeel in aanzienlijke mate verhoogt, alleszins deze van het personeel aan het front en onmiddellijk daarachter, dat niet m.b.v. een grendel - zelfs geen actieve grendel - kan veilig gesteld worden.

Alvorens dit hoofdstuk af te sluiten blijven nog drie punten het vermelden waard :

- De prijs is van de orde van 60.000 DM.
- De BVS overweegt het op punt stellen van een dergelijke inrichting voor een tunnelboormachine (het probleem is nog moeilijker, want het bluspoeder moet achter het schild ingespoten worden, wat langere slangen vereist).
- De auteur vroeg aan het "Landesoberbergamt Nordrhein-Westfalen" (LOBA NW) zijn officieel standpunt en zijn toekomstperspectieven aangaande deze inrichtingen; hieronder vindt men zijn antwoord, gedateerd 17 augustus 1987 :
"De blusinrichting van de BVS is tot nu toe nog niet toegelaten. Men overweegt er de installatie van in werkplaatsen met "Teilschnittmaschine" als inrichting voor het bemeesteren van ontploffingen en voor het blussen; zij moet in de onmiddellijke omgeving van de machine geïnstalleerd worden."
"Voor zover het bewezen wordt dat dit concept een beveiligingsmethode tegen ontploffingen is waarvan de doeltreffendheid voldoende bewezen is, dan kan men overwegen in zulk geval de mobiele actieve grendels niet meer op te leggen"

6. ELEMENTS DE COMPARAISON ENTRE LES SYSTEMES D'ABD.

6.1. INTRODUCTION

La mission qui avait été impartie à l'auteur par le comité d'experts comportait deux volets : compilation et comparaison.

La compilation a fait l'objet des cinq premiers chapitres du présent article, les quatre premiers concernant les systèmes d'ABD proprement dits et le cinquième, le système d'extinction des flammes sur machines de creusement.

Le présent chapitre aurait dû s'intituler "Comparaison". Toutefois, il ne paraît pas possible de tirer des conclusions générales en forme de : "Le système X est meilleur que le système Y".
De là l'intitulé de ce chapitre : "Eléments de comparaison".

Un certain nombre de critères y seront mentionnés, sur lesquels peut se baser le choix d'un système plutôt que d'un autre. Pour chacun de ces critères, on essaiera d'énumérer les avantages et les inconvénients de chaque système.

En ce qui concerne la comparaison proprement dite des systèmes dans leur ensemble, c'est au lecteur que reviendra la tâche :

- en premier lieu, de fixer les critères de choix et leur ordre d'importance en fonction des données de son problème;
- en second lieu, d'examiner les qualités et les avantages (ou les défauts et les inconvénients) des différents systèmes en fonction de ces critères et des conditions locales.

Les éléments de comparaison sont nombreux, et il n'est guère facile de les classer. Il paraît cependant judicieux de les regrouper en deux catégories principales :

- les principes de base : ils sont surtout affaire d'experts mais aussi affaire de bon sens; c'est d'eux que dépend l'efficacité d'un système;
- les aspects pratiques : ils intéresseront davantage les exploitants que les experts mais ces derniers sont déjà bien conscients de leur importance, et en ont tenu compte dans une très large mesure.

6.2. LES PRINCIPES DE BASE

6.2.1. L'homogénéité du système

Ce point a déjà été mentionné au paragraphe 2.2.1.

Rappelons-en ici la définition : un système est dit homogène lorsque ses fonctions "détection" et "dispersion" sont combinées de telle manière que, au moment du déclenchement, ses éléments constitutifs, et notamment les disperseurs, se trouvent toujours dans leur état d'installation, non sensiblement modifié par les effets mécaniques de l'explosion à combattre.

6. VERGELIJKINGSPUNTEN TUSSEN DE VERSCHILLENDEN SYSTEMEN.

6.1. INLEIDING

De opdracht die het expertencomité aan de auteur toevertrouwd had luidde : compilatie en vergelijking.

De compilatie maakte het voorwerp uit van de eerste vijf hoofdstukken van dit artikel : de eerste vier handelden over de eigenlijke actieve grensels; het vijfde, over de inrichtingen voor het blussen van vlammen op delvingsmachines.

Het huidig hoofdstuk had als titel moeten dragen : "Vergelijking". Het lijkt echter niet mogelijk algemene besluiten te trekken in de aard van : "Het systeem X is beter dan het systeem Y". Van daar de keuze als titel van : "Elementen van vergelijking".

Een zeker aantal criteria zullen er vermeld worden, waarop de keuze van een systeem liever dan een ander kan gebaseerd worden. Voor elk van deze criteria zal getracht worden de voor- en nadelen van elk systeem op te sommen.

Wat betreft de eigenlijke vergelijking tussen de systemen in hun geheel, zal aan de lezer de taak toekomen om :

- ten eerste, de keuze elementen te bepalen evenals hun rang in functie van zijn probleem;
- ten tweede, de hoedanigheden en voordelen (of de gebreken en nadelen) van de verschillende systemen in functie van deze elementen en van de plaatselijke omstandigheden te onderzoeken.

Er zijn talrijke vergelijkingselementen, en hun klassement is niet gemakkelijk. Het lijkt nochtans logisch ze in twee grote klassen te rangschikken :

- de basisprincipes : ze zijn vooral de zaak van de experts, maar ook een zaak van gezond verstand; van hen hangt de doeltreffendheid van een systeem af;
- de praktische aspecten : zij zullen van groter belang zijn voor de exploitanten dan voor de experts, maar dezen zijn zich ervan bewust hoe belangrijk zij zijn, en hebben er reeds rekening mee gehouden.

6.2. DE BASISPRINCIPES

6.2.1. De homogeneiteit van het systeem

Dit punt werd reeds in paragraaf 2.2.1. vermeld.

Laten wij hier aan de bepaling herinneren : een systeem is homogeen wanneer de functies detectie en verspreiding zodanig gecombineerd zijn dat, op het ogenblik van de activering, de elementen (vooral de blus-elementen) steeds in hun oorspronkelijke staat zijn, zo goed als ongewijzigd door de mechanische effecten van de ontploffing.

L'importance de ce facteur est mise en évidence, 'a contrario', par le texte suivant, extrait de l'exposé du Dr. Michelis (Versuchsgrube Tremonia) à la réunion d'information du 5 novembre 1981 à Luxembourg (dok. EUR 7908) :

"Avec l'ABD, système Tremonia, le souffle "avant-coureur (de l'explosion) a eu à "plusieurs reprises pour conséquence une "dispersion prématuée de l'eau sous "l'effet de ce souffle plutôt que par "déclenchement du dispositif pyrotechnique. "La flamme de l'explosion n'avait, à ce "moment, pas encore atteint l'emplacement "du détecteur. Si l'on a dans ces cas obtenu malgré tout un effet extincteur satisfaisant, il n'en reste pas moins que, à cause de la quantité d'eau 2,5 fois inférieure à celle d'un AB concentré conventionnel, cet effet n'était plus aussi bon."

Cette citation explique parfaitement la nature et l'importance de ce facteur.

Parmi les quatre systèmes décrits, trois sont homogènes :

- les systèmes SMRE et BVS le sont parce que les disperseurs sont construits et fixés de façon à ne pas être influencés par l'onde de pression;
- le système belge l'est parce que, en cas d'explosion à effets mécaniques sensibles, le détecteur fonctionne au souffle et déclenche les disperseurs avant que ceux-ci ne soient endommagés par l'onde de pression.

6.2.2. La sécurité du système

Deux aspects sont à considérer ici :

- la sécurité en temps normal;
- la sécurité au moment d'un déclenchement, qu'il soit accidentel (intempestif) ou provoqué par une explosion.

6.2.2.1. En temps normal

Il s'agit essentiellement de la sécurité vis-à-vis du grisou.

Dans les quatre systèmes décrits, les composants électriques sont tous de sécurité, soit intrinsèque, soit augmentée, soit par enveloppes antidéflagrantes.
(Dans le système belge, les seuls composants électriques sont ceux du dispositif de contrôle.)

6.2.2.2. En cas de déclenchement

Rappelons ici ce qui a été dit au paragraphe 4.2.1. au sujet des disperseurs du système BVS : "la poudre est expulsée ... à une vitesse telle qu'elle présente un sérieux risque de blessure pour le personnel qui se trouverait à moins de 3 m."

Dans le système Tremonia, il y a risque de projection de débris des augets. On pallie cet inconvénient en imposant la présence d'un filet de sécurité, qui doit toujours être en bon état.

Het belang van deze factor wordt "a contrario" onderstreept door de volgende tekst, nl. een uittreksel uit de uiteenzetting van Dr. Michelis (Versuchsgrube Tremonia) op de informatievergadering van 5 november 1981 te Luxemburg (dok. EUR 7908) :

"Met de actieve grendel, systeem Tremonia, "had de drukgolf (van de ontploffing) meer- "malen tot gevolg een vroegtijdige ver- "spreiding van het water onder invloed van "deze drukgolf i.p.v. door de activering "via de pyrotechnie. "De vlam had op dat ogenblik de detector "nog niet bereikt. Alhoewel in zulke ge- "vallen toch een bevredigend bluseffect "bereikt werd, is het toch zo dat dit ef- "fect niet zo goed was, want de hoeveelheid "water is 2,5 keer kleiner dan deze van een "geconcentreerde conventionele grendel".

Dit citaat toont heel goed de natuur en het belang aan van deze factor.

Van de vier beschreven systemen zijn er drie homogeen :

- de systemen SMRE en BVS, omdat de bluselementen zo gebouwd en geïnstalleerd worden dat zij door de drukgolf niet beïnvloed worden;
- het Belgisch systeem, omdat in geval van een ontploffing met noemenswaardige mechanische effecten de detector onder invloed van de drukgolf werkt, zodat de bluselementen geactiveerd worden alvorens zij door de drukgolf beschadigd worden.

6.2.2.2. De veiligheid van het systeem

Twee aspecten moeten hier beschouwd worden :

- de veiligheid in normale omstandigheden;
- de veiligheid in geval van werking hetzij accidenteel (intempestief), hetzij tengevolge van een ontploffing.

6.2.2.1. In normale omstandigheden

Het gaat hier hoofdzakelijk om de veiligheid t.o.v. mijngas.

In de vier beschreven systemen zijn al de elektrische componenten mijngasveilig : hetzij intrinsieke hetzij verhoogde veiligheid, hetzij drukvast omhulsel.
(In het Belgisch systeem zijn er geen andere elektrische componenten dan deze van de controle-inrichting).

6.2.2.2. In geval van werking

Wij herinneren eerst aan hetgeen in paragraaf 4.2.1. gezegd werd van het systeem BVS : "het poeder wordt ... tegen een zodanige snelheid uitgedreven dat het een ernstig letselrisico betekent voor personen die zich op minder dan 3 m zouden bevinden"

In het systeem Tremonia bestaat er een risico door projectie van stukken van troggen. Hieraan wordt verholpen door het opgelegde veiligheidsnet, dat steeds in goede staat moet zijn.

Le système SMRE et le système belge ne présentent aucun risque de ce genre. Par contre, dans le système belge, un des composants n'est pas de sécurité vis-à-vis du grisou : c'est le "dispositif de transmission", qui se présente sous forme de cordon Nonel.

Si, au moment d'un déclenchement, il existait une coupure dans ce cordon à un endroit où régnerait une teneur inflammable en grisou, il y aurait inflammation. Il faut rappeler cependant qu'à ce cordon Nonel est associé le conducteur électrique du dispositif de contrôle, et si intimement qu'il est impensable que le cordon puisse être coupé sans que l'alarme soit donnée.

La probabilité d'inflammation est donc extrêmement faible, car il faudrait simultanément :

- un déclenchement, intempestif ou non;
- une coupure dans le cordon Nonel;
- une teneur inflammable à l'endroit de cette coupure;
- non-fonctionnement du dispositif de contrôle (ou alors, survenance des 3 facteurs précédents entre le moment de l'alarme et la réparation du défaut).

6.2.3. La détection

6.2.3.1. Le principe

Quatre modes de détection d'une inflammation ou d'une explosion peuvent être retenus a priori :

- l'augmentation de température;
- l'onde de pression ou souffle de l'explosion;
- le rayonnement ultraviolet;
- le rayonnement infrarouge.

Ce dernier ne peut être retenu pour des applications minières, car un détecteur basé sur ce principe serait trop sensible à de nombreuses sources de rayonnement existant dans la mine.

On pouvait en dire autant du rayonnement ultraviolet jusqu'à la mise au point du détecteur BVS, fonctionnant dans une fourchette bien précise de longueurs d'ondes.

Le fonctionnement au souffle était également considéré comme peu fiable, et certains experts estimaient qu'il ne présentait pas d'avantages par rapport aux arrêts-barrages passifs et que le temps de réponse était trop long.

Ces deux inconvénients ont disparu depuis la mise au point du détecteur du système belge d'ABD : il fonctionne dès 10 mbar, avec une grande sélectivité par rapport au souffle dû à d'autres phénomènes qu'une explosion.

Bien entendu, le fonctionnement au souffle seul ne permettrait pas de détecter une inflammation; c'est pourquoi le détecteur belge comporte également un dispositif thermique.

Het systeem SMRE en het Belgisch systeem vertonen geen risico van die aard. Daartegenover bestaat er in het Belgisch systeem een component dat niet mijngasveilig is : de "overbrengingsinrichting", nl. het Nonel-snoer.

Indien, op het ogenblik van een activering, het snoer moet onderbroken zijn op een plaats waar een ontplofbaar CH 4 -gehalte bestaat, zou er zich een ontvlamming voordoen. Laten wij er nochtans aan herinneren dat met dit snoer de elektrische geleider van de controle-inrichting gegaard gaat en wel zo intiem dat het snoer onmogelijk kan onderbroken worden zonder alarm.

De kans op een ontvlamming is derhalve uiterst gering want er zou zich tegelijkertijd moeten voordoen :

- een (reële of ontijdige) activering;
- een onderbreking in het Nonel-snoer;
- een ontplofbaar mengsel op de plaats van deze onderbreking;
- een gebrek aan reactie van de controle-inrichting (ofwel het verschijnen van de 3 voorgaande factoren tussen een alarm en de herstelling).

6.2.3. De detectie

6.2.3.1. Het principe

Vier detectieprincipes van een ontploffing of ontvlamming kunnen a priori weerhouden worden :

- temperatuurstijging;
- drukgolf;
- ultraviolette straling;
- ultrarode straling.

Deze laatste kan voor toepassing in de mijn niet weerhouden worden, want een op dit principe gebaseerde detector zou te gevoelig zijn voor talrijke andere, in de mijn bestaande stralingsbronnen.

Men kon hetzelfde zeggen omtrent de ultraviolette straling, tot de BVS een detector op punt stelde die in een zeer nauwkeurig begrensd domein van golflengten werkt.

De werking onder invloed van de drukgolf werd eveneens als weinig betrouwbaar beschouwd; sommige experts meenden dat zij geen voordelen bood t.o.v. de passieve grendels, en dat de antwoordtijd te lang was.

Beide nadelen verdwenen met het op punt stellen van het Belgisch systeem : het werkt reeds vanaf 10 mbar, met een grote selectiviteit t.o.v. een drukgolf die te wijten zou zijn aan andere verschijnselen dan een ontploffing.

Uiteraard zou het, om een ontvlamming te detecteren, niet voldoende zijn alleen op de detectie van de druk te rekenen; daarom is in de Belgische detector ook een thermische inrichting voorzien.

6.2.3.2. La détection multipoints

Elle est prévue explicitement dans les systèmes Tremonia et BVS (maximum 4 détecteurs), ainsi que dans le système belge, où le nombre des détecteurs et celui des disperseurs peuvent être déterminés à volonté.

Cette possibilité n'est pas prévue dans le système SMRE mais, sur le plan technique, il ne devrait pas être très difficile de l'y incorporer.

Il s'agit sans doute là d'options prises dès le départ ou à peu près :

- Le système SMRE était destiné à remplacer les AB à poussières "légers" obligatoires à proximité d'une taille; le but en est de prévenir la propagation dans une voie à convoyeur(s) d'une explosion qui aurait pris naissance dans la taille ou à l'intersection taille-voie.
- Dans le système BVS, un seul détecteur était prévu à l'origine : les premières installations avaient pour but d'empêcher la propagation dans une tuyauterie d'une inflammation provoquée à son orifice par la foudre.
- Lorsque le système s'est développé pour le fond, on a prévu la possibilité de raccorder à l'unité centrale deux, puis quatre détecteurs.
- Le système Tremonia a été conçu pour une plus grande diversité d'applications, entre autres pour "verrouiller" des quartiers d'aérage, c.-à-d. en vue d'empêcher la propagation d'un quartier vers un autre; le nombre de 4 détecteurs provient du souci de protéger des carrefours à 4 branches.
- Quant au système belge, il est, depuis l'origine, d'une souplesse extrême, puisqu'il permet d'ajouter détecteurs et/ou disperseurs sans aucun problème à n'importe quel moment et en n'importe quel point de la "chaîne".

6.2.4. L'extinction

6.2.4.1. Le produit utilisé

Trois des quatre systèmes utilisent l'eau comme agent extincteur.

Quant à la poudre utilisée par le système BVS, elle possède certainement des avantages, en particulier un faible encombrement des disperseurs grâce à son haut pouvoir extincteur; ses inconvénients résident dans son prix, et surtout dans les risques de lésions du personnel en cas de déclenchement. Dans l'état actuel des choses, l'utilisation de ce produit et de ce système doit être limitée à deux applications particulières, mentionnées aux chapitres 4 et 5 :

- l'ABD mobile pour la protection des sauveteurs;
- les dispositifs d'extinction de flammes sur machines de creusement.

6.2.3.2. De meerpuntendetectie

Deze mogelijkheid is voorzien in de systemen Tremonia en BVS (maximum 4 detectoren), evenals in het Belgisch systeem, waar het aantal detectoren en dat van de bluselementen vrij kunnen bepaald worden.

Zij is niet voorzien in het systeem SMRE maar uit een technisch oogpunt lijkt het niet bepaald moeilijk om dit te verwezenlijken.

Het gaat heel waarschijnlijk om keuzen die (praktisch) vanaf het begin gedaan werden :

- Het systeem SMRE is bedoeld om de "lichte" steenstofgrendels te vervangen, verplichtend in de omgeving van een pijler; hun doel : in een galerij met vervoerbanden, de voortplanting beletten van een aan de overgang pijler-galerij ontstane ontploffing.
- In het BVS-systeem was oorspronkelijk slechts één detector voorzien : de eerste installaties hadden tot doel de voortplanting te beletten, in een buisleiding, van een door bliksem veroorzaakte ontvlamming. Toen het systeem voor de ondergrond ontwikkeld werd voorzag men de mogelijkheid om eerst twee, later vier detectoren op de centrale eenheid aan te sluiten.
- Het Tremonia systeem werd voor een grotere waaier van toepassingen ontworpen, o.a. om verluchtingsafdelingen te "vergrendelen", m.a.w. om de voortplanting te beletten van een afdeling naar een andere; het aantal van 4 detectoren komt van de wens, kruispunten met 4 aftakkingen te beschermen.
- Het Belgisch systeem is, van het begin af, uiterst soepel : het laat toe detectoren en/of bluselementen bij te voegen op eender welk ogenblik en op eender welke plaats in de "ketting".

6.2.4. De uitdoving

6.2.4.1. Het gebruikte produkt

Drie van de vier systemen gebruiken water als blusmiddel.

Hét in het BVS-systeem gebruikte poeder bezit ongetwijfeld voordelen, in 't bijzonder een hoog blusvermogen en dus een kleinere behoefte aan ruimte; nadelen zijn : de prijs en vooral het risico voor het personeel in geval van werking. In de huidige stand van zaken is het gebruik van dit product en van het systeem beperkt tot twee toepassingen, die in de hoofdstukken 4 en 5 vermeld werden :

- de mobiele actieve grenzel ter beveiliging van de redders;
- de inrichtingen ter uitdoving van vlammen op delvingsmachines.

6.2.4.2. Constitution et disposition des disperseurs à eau

En premier lieu, que constatons-nous au point de vue de ce que l'on pourrait appeler l'"épaisseur" du rideau d'eau, autrement dit, la longueur de l'ABD ?

- Le disperseur britannique forme un rideau dont l'épaisseur est théoriquement de 100 mm au départ.
- Les ABD, système Tremonia, occupent quelques mètres de la longueur de la galerie, et le rideau d'eau qu'ils forment atteindra, selon que la distance entre groupes d'augets est de 1,20 ou de 2,50 m, une longueur de 6 à 11 m.
- Les ABDB peuvent constituer au moment du déclenchement une masse d'eau répartie sur une longueur à choisir et avec une densité (ou quantité spécifique) d'eau à déterminer.

La figure 14 a bien montré déjà l'avantage de cet ABD "réparti" par rapport aux autres ABD, que l'on peut par comparaison appeler "concentrés".

D'autre part, tous les experts sont d'accord sur au moins un point quand on parle de l'efficacité des ABD : c'est la très grande importance du "Vorlaufzeit" ou "triggering interval", mentionné à de nombreuses reprises dans le cours de cet article :

- s'il est trop court, la flamme risque d'être au-delà du barrage avant que l'eau soit dispersée de façon adéquate;
- s'il est trop long, l'eau sera dispersée et emportée par le souffle avant l'arrivée de la flamme.

En lisant les rapports d'expériences réalisées en R.F.A. comme au R.U., on voit clairement combien lancinant est le problème de la position respective du (des) détecteur(s) et des disperseurs.

Citons ici quelques lignes d'un grand expert britannique en la matière (D. Rae : HSE Research Paper 15, 1982) :

"... la gamme des distances (entre point d'inflammation et disperseur) pour lesquelles l'ABD est efficace, est réduite : aux distances plus faibles, il y a échec sur explosions faibles, et aux distances plus grandes, sur les explosions les plus fortes.

"L'ABD a été conçu pour arrêter des explosions ayant leur origine à proximité immédiate de la taille.
"Si le disperseur doit être proche de la source d'ignition, la distance détecteur/disperseur doit également être faible; mais si elle est trop faible, on risque que le 'interval' soit trop court lorsque la distance s'allonge ..."

"La recherche a montré qu'une distance détecteur/disperseur de 30 m est un compromis acceptable ..."

6.2.4.2. Samenstelling en schikking van de bluselementen met water

Ten eerste, wat stellen wij vast op gebied van wat de "dikte" van het watergordijn zou kunnen genoemd worden, m.a.w. de lengte van de actieve grenzel ?

- Het britse bluselement vormt een gordijn waarvan de dikte theoretisch, bij de activering, 100 mm bedraagt.
- De grenzels, systeem Tremonia, nemen enkele meters van de lengte van de galerij in beslag, en het gevormde watergordijn zal, naargelang de afstand tussen de troggroepen 1,20 of 2,50 m bedraagt, tussen 6 en 11 m lang zijn.
- De Belgische grenzels zullen bij hun activering een massa water afgeven die verdeeld is over een vooraf gekozen lengte en met een densiteit (of specifieke hoeveelheid) die vrij kan bepaald worden.

Figuur 14 toonde reeds het voordeel aan van deze "verdeelde" actieve grenzel in vergelijking met de andere actieve grenzels, die men "geconcentreerde" mag noemen.

Een tweede factor is een feit waarover alle experts het eens zijn wanneer men over de doeltreffendheid van de actieve grenzels spreekt : het zeer groot belang van de "Vorlaufzeit" of "triggering interval", reeds meermalen in dit artikel vermeld :

- indien hij te kort is, loopt men het risico dat de vlam reeds voorbij de grenzel is alvorens het water doeltreffend verspreid is;
- indien hij te lang is zal het water vóór de aankomst van de vlam verspreid en reeds weggevoerd zijn.

Als men verslagen leest over duitse of britse proefnemingen ziet men duidelijk hoe zorgwekkend het probleem van de respectievelijke plaats van detector(en) en bluselementen kan zijn.

Hier volgen een paar regels van een grote britse expert terzake (D. Rae : HSE Research Paper 15, 1982) :

"... de afstandengamma (tussen ontvlammingspunt en bluselement) voor dewelke de grenzel doeltreffend is, is gering : voor kleinere afstanden faalt men bij een zwakke ontsteking, en voor grotere afstanden, bij de sterkste".

"De actieve grenzel werd ontworpen om ontstekingen te doven waarvan de oorsprong in de nabijheid van de pijler ligt.
"Indien het bluselement dicht bij het ontvlammingspunt moet liggen moet ook de afstand detector/bluselement kort zijn; maar indien hij te klein is loopt men het risico dat de 'interval' te kort wordt wanneer de afstand groter wordt ..."

"Het onderzoek toonde dat een afstand detector/bluselement van 30 m een aannembaar compromis is".

Et encore ne s'agissait-il, rappelons-le, que de protéger une voie contre une explosion provenant de la taille, problème "simple" entre tous !

Le mineur le sait : bien malin celui qui pourrait prévoir où démarrera une explosion, dans quel sens elle se propagera, quelle violence elle atteindra après avoir parcouru quelle distance ?
Sera-ce une inflammation d'une nappe au toit, ou un coup de grisou violent après un arrêt plus ou moins prolongé de la ventilation d'un cul-de-sac ?
Dans quelle mesure les poussières joueront-elles un rôle : sont-elles bien ou mal fixées ou neutralisées, et jusqu'à quelle distance du front ?

On le voit, nombreuses sont les inconnues, ce qui rend extrêmement difficile la détermination a priori de la distance détecteur(s)/disperseur(s) ... dont on vient de voir toute l'importance pour le succès d'un ABD.

Aussi l'auteur est-il partisan d'un système qui résout - ou même qui supprime - ce problème : l'arrêt-barrage déclenché réparti.

Ajoutons que de nombreux collègues britanniques et français étaient séduits par cet avantage de l'ABDB.
C'est ainsi par exemple que, dans l'introduction au document OP n° 7438/87, le Dr. Lunn écrit :
"Employer plusieurs détecteurs signifie que l'ABD peut fonctionner, de quelque direction que vienne l'explosion.
"Employer plusieurs disperseurs signifie que l'on peut faire varier la quantité totale d'eau aussi bien que la quantité spécifique."

6.3. LES ASPECTS PRATIQUES

6.3.1. Généralités

Rappelons d'abord que le système BVS pour galeries de mine n'est pas agréé, et il n'en sera donc pas question ici.

On ne traitera donc dans ce paragraphe que de trois systèmes : le système SMRE, le système belge et le système Tremonia, et on essaiera de donner à leur sujet des indications concernant quelques points concrets :
- coûts de premier établissement;
- problèmes liés au déplacement périodique de l'installation;
- encombrement de la voie;
- opérations de contrôle;
- opérations après déclenchement éventuel.

En het gaat hier dan nog om de beveiliging van een galerij t.o.v. een ontploffing die van de pijler zou komen, het meest "eenvoudig" probleem dat zich kan stellen !

De ondergrondster weet het wel : wie kan voorzien waar een ontploffing zal ontstaan, in welke richting zij zich zal voortplanten, hoe hevig zij gaat worden nadat zij welke afstand zal afgelegd hebben ?
Zal het gaan om de ontvlamming van een "roof-layer", of om een hevige mijngassontploffing na een min of meer lang gebrek aan verluchting in een slopgang ?
Welke rol zal het stof spelen : is het al of niet goed geneutraliseerd of vastgezet, en tot welke afstand van het front ?

Men ziet dat er veel onbekenden zijn, en dit maakt het zeer moeilijk op voorhand de afstand detector(en)/bluselement(en) te bepalen ... en wij hebben pas gezien hoe belangrijk deze afstand is voor de doeltreffendheid van een actieve grendel.

Daarom is de auteur voorstander van een systeem dat dit probleem oplost - ja zelfs wegruimt - : een verdeelde actieve grendel.

Veel britse en franse collega's vonden trouwens dit voordeel van het Belgisch systeem zeer aanlokkelijk.
Zo bij voorbeeld schrijft Dr. Lunn in zijn inleiding tot het document PO nr. 7438/87 :

"Meerdere detectoren gebruiken betekent dat de grendel kan werken, uit welke richting ook de ontploffing komt.
"Meerdere bluselementen gebruiken betekent dat men één de totale hoeveelheid water, één de specifieke hoeveelheid kan moduleren".

6.3. DE PRAKTISCHE ASPECTEN

6.3.1. Algemeenheden

Herinneren wij eerst aan het feit dat het BVS-systeem voor mijngalerijen niet aanvaard is. Het wordt hier dus niet besproken

Deze paragraaf handelt dus over drie systemen : het SMRE-systeem, het Belgisch-systeem en het Tremonia-systeem; getracht wordt inlichtingen te geven betreffende enkele concrete aspecten :
- installatiekosten;
- problemen i.v.m. het periodiek verplaatsen van de inrichting;
- benodigde plaats;
- controle operaties;
- operaties na een gebeurlijke werking.

6.3.2. Les coûts de premier établissement

Ils comprennent le prix d'achat du matériel ainsi que le travail à fournir pour la mise en place.

Au sujet de cette dernière, il ne semble pas devoir exister de grosses différences entre les trois systèmes.

Il n'y a dans chacun d'entre eux que peu de pièces lourdes à transporter : le(s) détecteur(s) de l'ABDB, l'unité centrale du système Tremonia et les disperseurs du système SMRE (si ceux-ci présentent l'inconvénient de devoir être remplis à la surface, leur mise en place est par contre beaucoup plus rapide que celle des nombreux disperseurs des deux autres systèmes avec leurs connexions).

6.3.2.1. Prix d'achat

SMRE :

- une installation complète pour galerie d'une section pouvant aller jusqu'à 15 m² c.-à-d. comportant 2 détecteurs et 4 disperseurs, coûte environ 25 000 £.

Tremonia :

- unité centrale DTS 80/2 : 23 000 DM
- détecteur TFK 80/2 : 4 300 DM
- télécommande TGA 4 : 330 DM

27 630 DM

A celà s'ajoutent le coût des augets (305 DM/pièce), ainsi que celui des accessoires, normalement fournis par la mine : filet de sécurité, lignes électriques, dispositifs de suspension, etc.

ABDB :

- détecteur thermomécanique : 140 000 BF
- disperseur : 22 000 BF
- dispositif de contrôle de la continuité : 105 000 BF

Tous les accessoires sont compris dans ce prix, à l'exception des dispositifs de suspension des divers éléments.

6.3.2.2. Exemple chiffre

Les prix énumérés ci-dessus pour les ABD, système Tremonia, et pour les ABDB sont les prix unitaires de chacun des éléments constitutifs. Pour obtenir le prix global de l'ABD, il faut évidemment d'abord déterminer sa composition.

L'exemple choisi est celui du chantier de creusement en plateaux à l'UE Reumaux des H.B.L., en supposant réalisées les décisions prises à la réunion du 7 juillet 1987 (voir paragraphe 2.5.) concernant l'ABDB, et en supposant d'autre part que l'on n'utiliserait qu'un seul détecteur si l'on installait un système Tremonia dans des conditions identiques.

6.3.2. De installatiekosten

Hierin zijn inbegrepen : de aankoopprijs van het materieel en het te presteren werk voor het installeren.

Wat dit laatste betreft, lijkt er niet heel veel verschil te zijn tussen de drie systemen.

In alle drie bestaan er slechts weinig zware stukken : de detector(en) van het Belgisch systeem, de centrale eenheid van het Tremonia-systeem en de bluselementen van het systeem SMRE (deze hebben wel het nadeel dat zij op de bovengrond moeten gevuld worden, maar anderzijds zijn ze veel sneller geïnstalleerd dan de talrijke elementen van de andere systemen en hun verbindingen).

6.3.2.1. Aankoopprijs

SMRE :

- een volledige installatie voor een galerij gaande tot een sectie van 15 m², dus met 2 detectoren en 4 bluselementen, kost ongeveer 25 000 £.

Tremonia :

- centrale eenheid DTS 80/2 : 23 000 DM
- detector TFK 80/2 : 4 300 DM
- afstandsbediening TGA 4 : 330 DM

27 630 DM

Daaraan moet men de prijs van de troggen (305 DM/stuk) toevoegen, evenals de prijs van de elementen die normaal door de mijn geleverd worden : veiligheidsnet, elektrische leidingen, ophangingssysteem, enz.

Belgisch systeem :

- thermomechanische detector : 140 000 BF
- bluselement : 22 000 BF
- inrichting voor toezicht op de continuïteit : 105 000 BF

Alle bijkomende elementen zijn in deze prijs begrepen, behalve de ophangingssystemen van de verschillende elementen.

6.3.2.2. Beleid voorbeeld

De hierboven vermelde cijfers betreffende het Tremonia en het Belgisch systeem zijn de eenheidsprijzen van de bestanddelen. Om de totale prijs te bekomen moet men natuurlijk eerst de samenstelling van de actieve grendel bepalen.

Het aangehaalde voorbeeld is dat van de delingswerkplaats van de bedrijfszetel Reumaux, waar men veronderstelt dat de op 7 juli 1987 genomen beslissingen (zie paragraaf 2.5.) betreffende het Belgisch systeem uitgevoerd werden, en anderzijds dat men slechts één detector zou hangen indien men in zulke omstandigheden het systeem Tremonia gebruikte.

Cet exemple est chiffré dans le tableau de la page suivante, tableau dans lequel, en vue de la comparaison, des cours arrondis de 21 FB/DM et de 62,5 FB/£ ont été adoptés.

De cijfers betreffende dit voorbeeld worden in de tabel van het volgende blad weergegeven; in deze tabel werden voor de vergelijking de benaderende wisselkoersen genomen van 21 FB/DM en 62,5 FB/£.

	ABDB/Belgisch systeem	Tremonia	SMRE
Detector = DéTECTeur(s)	$140\ 000 \times 2 = 280\ 000 \text{ FB/BF}$	4 300 DM	
Bluselementen Disperseurs	$22\ 000 \times 8 = 176\ 000 \text{ FB/BF}$	$305 \times 15 = 4\ 575 \text{ DM}$	
TGA 4		330 DM	
DTS 80/2		23 000 DM	
Contrôle = continuité(eit)	105 000 FB/BF		
T O T A L = T O T A L	561 000 FB/BF	32 205 DM ou/of 676 305 FB/BF	25 000 £ ou/of 1 562 500 FB/BF

N.B. Puisqu'il est question de prix, mentionnons ici aussi le prix approximatif qui a été cité pour l'ABD mobile, système BVS : 80 000 DM pour les constituants proprement dits de l'ABD.

6.3.3. Déplacement périodique de l'installation

Dans la plupart des cas, pour l'un comme l'autre système, les disperseurs seront suspendus à un monorail, de même d'ailleurs que le(s) détecteur(s) belge(s); il n'y a donc pas de difficultés particulières de ce côté.

Quant à l'élément plus lourd que constitue l'unité centrale Tremonia, elle ne pose pas de problèmes non plus : elle ne doit être déplacée que tous les 500 m environ, puisque telle est sa distance maximale par rapport à la zone de barrage.

6.3.4. Encombrement des voies

Les figures 13, 18 et 23 (qui ne sont cependant pas à la même échelle !) donnent une bonne idée de l'encombrement respectif des ABD des trois systèmes considérés.

Au sujet de l'ABDB est reproduit ici l'avis exprimé dans l'introduction au document O.P. n° 7438/87 (provenant du HSE) :

"... le concept de disperseurs légers et de faibles dimensions, dont un certain nombre peuvent être raccordés en série de façon à constituer un ABD efficace, est attractif.

"Un ABD basé sur ce concept serait facile à manipuler, ... et pourrait être constitué de manière à offrir à la fois un encombrement minimal de la section et la quantité spécifique d'eau la plus efficace, tout en étant relativement bon marché."

6.3.3. Periodieke verplaatsing van de installatie

In de meeste gevallen, voor 't een en 't ander systeem, zullen de bluselementen aan een monorail opgehangen worden, evenals trouwens de Belgische detector(en); er rijzen dus geen moeilijkheden desaangaande.

Wat de centrale eenheid van het Tremonia-systeem betreft, die ook een zwaar stuk is, stelt zij evenmin een probleem : zij moet slechts om de 500 m ongeveer verplaatst worden, aangezien dit haar maximale afstand is t.o.v. de grendelzone.

6.3.4. Benodigde ruimte

De figuren 13, 18 en 23 (ze zijn echter niet op dezelfde schaal !) geven daarvan een goed beeld voor elk van de drie beschouwde systemen.

Betreffende het Belgisch systeem wordt hier de mening weergegeven, geuit in het P.O.-document nr. 7438/87 (afkomstig van HSE) : "het concept van lichte, kleine bluselementen, waarvan een zeker aantal in serie kunnen verbonden worden om een efficiënte grendel te vormen, is aantrekkelijk".

"Een op dit concept gebaseerde actieve grendel zou licht hanteerbaar zijn, ... en kan zo samengesteld worden dat hij een minimum aan plaats neemt, de meest doeltreffende specifieke hoeveelheid water inhoudt en tegelijkertijd relatief goedkoop is".

6.3.5. Opérations de contrôle

Pour le système SMRE, les contrôles préconisés sont les suivants :

- chaque semaine : essai à l'eau chaude sur le détecteur;
- à chaque poste : les deux autres essais brièvement décrits au paragraphe 1.2.3.

En ce qui concerne le système belge, on estime qu'il est opérationnel du moment que la continuité de la ligne est assurée. Or, celle-ci est contrôlée en permanence, et toute interruption donne immédiatement lieu à une alarme.

Quoiqu'aucun autre contrôle ne soit prévu par la nouvelle réglementation belge (paragraphe 2.1.), il paraît judicieux, compte tenu de l'expérience lorraine, de prévoir un contrôle périodique des détecteurs.

En ce qui concerne le système Tremonia, ces opérations ont été longuement décrites aux paragraphes 3.2.3.2. et 3.2.3.3.

En vérité, il faut presqu'aussi longtemps pour les lire que pour les effectuer. Leur périodicité y est également citée : espacement de maximum un mois.

6.3.6. Remise en état après déclenchement

6.3.6.1. Les détecteurs

Les détecteurs SMRE et Tremonia peuvent fonctionner plusieurs fois, sauf bien sûr s'ils ont été détruits ou endommagés par l'explosion éventuelle. Ils ne nécessitent donc en principe qu'un contrôle, ainsi que la remise en état éventuelle des connexions.

Les détecteurs thermomécaniques belges doivent être remis en état, ce qui pourra normalement se faire sur place. Il est à tout le moins nécessaire de remplacer le fil de nylon, ainsi que la goupille si le détecteur a fonctionné au souffle. Il s'agit d'opérations simples.

6.3.6.2. Les disperseurs

Dans le cas des systèmes belge et Tremonia, il n'en restera que des débris (même en cas de déclenchement accidentel) : augets allemands, disperseurs belges et la quasi totalité des éléments de liaison devront être remplacés.

Les disperseurs du système SMRE ne subiront pratiquement aucun dommage, mais devront néanmoins être renvoyés au jour pour être remis en état.

6.3.6.3. L'unité centrale du système Tremonia

Sauf explosion extrêmement violente, elle devrait se trouver assez loin pour ne pas être endommagée; il suffira d'effectuer le contrôle général avant remise en service.

6.3.5. Uitvoeren van de controle

Voor het systeem SMRE zijn de volgende controles voorgeschreven :

- om de week, controle van de detector m.b.v. heet water;
- op iedere werkdienst : de andere twee, in paragraaf 1.2.3. beschreven tests.

Wat het Belgisch systeem betreft, het wordt als operationeel beschouwd van zodra de continuïteit van de lijn verzekerd is. Welnu, deze wordt op permanente wijze gecontroleerd, en iedere onderbreking geeft onmiddellijk aanleiding tot alarm.

Alhoewel de Belgische reglementering (paragraaf 2.1.) geen andere controle voorziet, laat de in Lotharingen opgedane ervaring blijken dat een periodiek nazicht van de detectoren aan te bevelen is.

Wat het Tremonia-systeem betreft werd de controle reeds uitvoerig in paragrafen 3.2.3.2. en 3.2.3.3. beschreven.

In feite duurt de uitvoering van de controle amper langer dan het lezen van de beschrijving ervan. De periodiciteit wordt er eveneens vermeld : een maand maximum.

6.3.6. Terug in orde brengen na werking

6.3.6.1. De detectoren

De detectoren SMRE en Tremonia kunnen meermalen werken, behalve natuurlijk indien zij door de eventuele ontploffing beschadigd of vernield werden. In principe is er dus niets anders nodig dan een controle en het terug in orde brengen van de verbindingen.

De thermomechanische detectoren van het Belgisch systeem moeten opnieuw operationeel gemaakt worden, wat normalerwijze ter plaatse kan gebeuren. Een minimum is het vervangen van de nylondraad, evenals van de spie indien de detector onder invloed van de drukgolf gewerkt heeft.

Het zijn eenvoudige ingrepen.

6.3.6.2. De bluselementen

Zelfs indien het om een ontijdige werking ging, zullen er van de bluselementen van het Belgisch of van het Tremonia-systeem slechts stukken overblijven : de duitse troggen, de Belgische elementen en de meeste verbindingen moeten vervangen worden.

De bluselementen SMRE zullen praktisch niet beschadigd zijn, maar moeten nochtans naar de bovengrond om terug in orde gebracht te worden.

6.3.6.3. De centrale eenheid van het Tremonia-systeem

Behalve het geval van een uiterst hevige ontploffing zal zij zich ver genoeg bevinden om niet beschadigd te worden; een algemene controle vóór het terug in dienst stellen zou moeten voldoen.

REMERCIEMENTS.

L'auteur tient à remercier ici le Secrétariat de l'Organe permanent de la confiance dont il a fait preuve à son égard en le chargeant de rédiger le document qui a servi de base à cet article.

En second lieu, il veut réitérer ici, de la manière la plus chaleureuse, les remerciements déjà adressés sur place à tous ceux qui l'ont reçu dans chacun des quatre pays visités.

Des remerciements tout particuliers s'adressent à M. Goffart, chef du Service des Explosifs de Belgique, pour l'aide précieuse qu'il a prodiguée en lisant et en relisant le document de base. Grâces lui soient rendues pour les nombreuses corrections, précisions et améliorations qu'il y a apportées.

Un grand merci enfin à M. Bracke, directeur de la division de Colfontaine de l'INIEC, qui a bien voulu se charger de relire et d'améliorer la version néerlandaise de cet article.

L'auteur remercie la direction de l'IREA (Institut de Sauvetage, d'Ergonomie et d'Hygiène du Travail), qui lui a accordé la liberté et les facilités nécessaires pour rédiger le document qui a servi de base à cet article (le doc. O.P. 7960/87), pris le résumé (!) et entamer la traduction néerlandaise de ce résumé, et qui a bien voulu confier à une employée de l'Institut la dactylographie de la version néerlandaise.

Grâces soient rendues à Mademoiselle S. Rodiers pour le soin et la patience avec lesquelles elle s'est acquittée de cette tâche.

Au cours de la période de vacances 1988, alors que les textes étaient entièrement prêts, M. Berg, directeur de la "Versuchsgrube Tremonia" et de la "Bergbau-Versuchsstrecke", m'a fait parvenir les observations de ces deux instituts concernant le texte allemand du doc. O.P. 7960/87.

Je tiens ici à l'en remercier, et à lui présenter en même temps mes excuses pour n'avoir pas eu la possibilité d'incorporer à temps ces observations dans le texte.

Les plus importantes d'entre elles feront l'objet d'une publication séparée dans les "Annales".

Ma plus grande satisfaction serait que cet article apporte, aux exploitants et aux ingénieurs des administrations nationales ou locales, un maximum de connaissances sur l'état actuel de la recherche et des réalisations en matière d'arrêts-barrages déclenchés, et, surtout, que cette meilleure connaissance de leurs possibilités contribue à une augmentation de la sécurité de nos mineurs.

DANKBETUIGINGEN.

De auteur houdt er aan het Secretariaat van het Permanent Orgaan te danken voor het vertrouwen dat het in hem stelde toen hij belast werd met het opstellen van het document dat aan de basis ligt van dit artikel.

Bovendien wenst hij hier opnieuw op de meest hartelijke wijze, de personen te bedanken die hem in elk van de vier bezochte landen ontvingen.

Zijn heel bijzondere dank gaat naar de heer Goffart, Hoofd van de Dienst der Springstoffen van België, voor de waardevolle hulp die hij hem verleende door het herhaaldelijk nalezen van het basisdocument, en voor de talrijke verbeteringen en aanvullingen die hij suggererde.

Een zeer hartelijke dank ten slotte aan de heer Bracke, directeur van de afdeling Colfontaine van het NIEB, die zich er mee belaste, de nederlandstalige versie van dit artikel na te lezen en te verbeteren.

De auteur dankt de directie van het IREA (Instituut voor Reddingswezen, Ergonomie en Arbeidshygiëne) die hem de vrijheid en de mogelijkheden gaf om het basisdocument (doc. P.O. 7960/87) op te stellen, het daarna samen te vatten (!) en er de nederlandstalige vertaling van aan te vangen, evenals voor het laten typen van de nederlandse versie door een bediende van het Instituut.

Een zeer hartelijke dank aan Juffrouw S. Rodiers voor de grote zorg en het geduld waarmee zij deze taak vervulde.

Tijdens de vakantieperiode 1988, toen de teksten reeds volledig gereed waren, stuurde de Heer Ministerialrat H. Berg, directeur van de "Versuchsgrube Tremonia" en van de "Bergbau-Versuchsstrecke", de opmerkingen van beide instituten betreffende de duitse tekst van het doc. 7960/87.

Ik houd er aan hem hiervoor te bedanken, en hem mijn verontschuldigingen aan te bieden voor het feit dat ik niet in staat was om deze opmerkingen tijdig in mijn tekst te verwerken.

De voornaamste onder deze opmerkingen zullen afzonderlijk in de "Annalen" gepubliceerd worden.

Mijn grootste voldoening zou hierin liggen indien dit artikel aan de ingenieurs van onze kolenmijnen en van onze nationale en plaatselijke overheden een maximum aan kennis zou bijbrengen betreffende de huidige stand van zaken (onderzoek en praktische realisaties) inzake actieve grensels; boven alles, dat deze betere kennis van hun mogelijkheden tot een grotere veiligheid van onze mijnwerkers zou bijbrengen.

BIBLIOGRAPHIE**BIBLIOGRAFIE****Concernant l'ensemble du texte****Betreffende de gehele text**

EGKS-ECSC-CECA Doc. EUR 7908 DE,EN,FR, 1982 (Luxembourg, 5.11.1981)

VG TREMONIA Jahresberichte der Versuchsgrubengesellschaft

Concernant le chapitre 1**Betreffende hoofdstuk 1**

B. ROEBUCK An automatic suppression system for coal-dust explosions
K. ROOKER HSE Research Paper 14, 1982

D. RAE Experimental coal-dust explosions in the Buxton full-scale surface gallery
L.C.W. WEST X - Tests during the development of the Mark II water disperser for
D.E. BROOKES triggered barriers
HSE Research Paper 20, 1982

D. RAE Experimental coal-dust explosions in the Buxton full-scale surface gallery
XI - An evaluation of a triggered barrier consisting of a self-powered
water disperser 30 m from a thermocouple sensor
HSE Research Paper 15, 1982

NCB Mining Dept The SMRE Triggered Water Barrier System, Type 1A
Applications to N.C.B. Colliery Installations
Notes for Guidance, June 1983

Concernant le chapitre 2**Betreffende hoofdstuk 2**

P. GOFFART Le système belge d'arrêt-barrage déclenché
P. BROWAEYS (Exposés belges à la journée d'information du 5.11.1981)
Explosifs, 35 (1982), p. 31 - 60

P. GOFFART La détection des explosions en mine au moyen du système belge d'arrêt-
barrage à déclenchement
20 e Conférence Internationale des + Instituts de recherche + sur la
sécurité minière, Sheffield, octobre 1983, E 1
O.P., doc. N 7431/87

J. LUX Point des essais en cours d'arrêts-barrages déclenchés dans les charbonna-
ges français
O.P., doc. N 7437/87

J. WINTER Présentation des essais effectués dans une galerie du Cerchar sur l'arrêt-
barrage déclenché belge (ABDB)
O.P., doc. N 7440/87

D.E. BROOKES Experiments with the Belgian Triggered Barrier in the Buxton Explosion
G.A. LUNN Gallery : Final Report
B. QUINCE SHC, doc. No 7438/87

Concernant le chapitre 3**Betreffende hoofdstuk 3**

H. MEERBACH Die Auslösesperrre System Versuchsgrube Tremonia
J. MICHELIS Glückauf 116 (1980) Nr. 16, S. 846 - 852

J. MICHELIS The application of the triggered barrier type 'Tremonia' as a stationary
and mobile explosion barrier
21 st International Conference of Safety in Mines Research Institutes,
Sydney, October 1985, I 2

LOBA NW Hinweise zum Verhüten und Bekämpfen von Gasbränden in Streckenvortrieben
mit Teilschnittmaschinen
Rundverfügung vom 03.02.1984

LOBA NW Zulassungsbescheid für Wassertrogsperrren der Bauart 6 vom 4.4.1985
Ständiger Ausschuß, Dok. Nr. 5606/85

LOBA NW Maßnahmen gegen Entzündungen von Grubengas in Streckenvortrieben mit
Teilschnittmaschinen (Schneidkopfmaschinen)
Rundverfügung vom 30.08.85

H. BERG Aktive Wassertrog-Explosionssperrre (Wassertrog-Auslösesperrre) des Systems
Versuchsgrube Tremonia
Ständiger Ausschuß, Dok. Nr. 7446/87

Concernant le chapitre 4

Betreffende hoofdstuk 4

- M. FABER Einsatz und Erprobung der Auslösesperre System BVS auf Steinkohlenzechen
Abschlußbericht zum Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben, 24.01.83
- M. FABER Mobile Auslösesperre BVS zum Schutz der Grubenwagen
Glückauf-Forschungshefte 45 (1984) H. 4, S. 177 - 180
Ständiger Ausschuß, Dok. Nr. 7448/87
- M. FABER Untertägige Erprobung und Weiterentwicklung von Auslösesystemen und
Sperren zur Explosionslöschung und -unterdrückung
Mitteilungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, Heft 52, April 1981

Concernant le chapitre 5

Betreffende hoofdstuk 5

- M. FABER Einsatz und Erprobung der Auslösesperre System BVS auf Steinkohlenzechen
Abschlußbericht zum Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben, 24.01.83
- M. FABER Untertägige Erprobung und Weiterentwicklung von Auslösesystemen und
Sperren zur Explosionslöschung und -unterdrückung
Mitteilungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, Heft 52, April 1981
- M. FABER Automatische Explosionslöschanlagen für Teilschnitt-Vortriebsmaschinen
Glückauf 123 (1987) Nr. 11, S. 681 - 684
- H. BERG Système automatique anti-feu et anti-explosion BVS de la WBK pour machines
à attaque ponctuelle (Orig. allemand)
O.P., doc. N 7447/87