

COMMUNAUTE EUROPEENNE  
DU CHARBON ET DE L'ACIER

Appendices

au troisieme rapport de l'Organe permanent pour la securite dans les mines de houille

Novembre 1966

ANNEXES CONTAINED IN A SEPARATE APPENDIX

- I. Final report on trials with explosion-proof dams, carried out by the Experimental Roadway Association in Dortmund with the financial aid of the High Authority (Annex Ia)
- II. The re-opening of sealed-off fire areas (by Bergassessor a.D. G. Lehmann, Gelsenkirchen) (Annex IIa - Doc. 2253/63)
- III. a) Final report on experiments with shaft fires, carried out by the Experimental Roadway Association in Dortmund, with the financial aid of the High Authority, at Dorstfeld Colliery, Dortmund (Annex IIIa - Doc. 7024/64)  
b) Explanatory notes and views of the Working Parties on Underground Combustion and Fires and Mine Rescue Organization, and their expert sub-committees, concerning the final report of the Experimental Roadway Association, Dortmund, on the shaft fire experiment at Dorstfeld Colliery (Annex IIIb, Docs. 3915/65, 1255/3/65, 7024/64 Annexes I to IV)
- IV. Second report on specifications and testing conditions relating to fire-resistant fluids used for power transmission (Annex IVa - Doc. 700/3/62)
- V. Second report on the organization of Mine Rescue Services 1960 (Annex Va - Doc. 1815/63/1)
- VI. Third report on the organization of Mine Rescue Services 1961 (Annex VIa - Doc. 1816/63/1)
- VII. Fourth report on the organization of Mine Rescue Services 1962 (Annex VIIa - Doc. 7084/63/1)
- VIII. Fifth report on the organization of Mine Rescue Services 1963 (Annex VIIIa - Doc. 7943/65)
- IX. Final report on research into the establishment of simple criteria for the selection of rescue team personnel for heavy work in high temperatures (Rescue Station of Charbonnages du Couchant de Mons) (Annex IXa - Doc. 3436/65)
- X. Instructions for
- XI. Final report on electromagnetic tests carried out with the financial aid of the High Authority in the Bochum Rope-Testing Station (Annex XIa - Doc. 6116/64)

**APPENDICE:**

**Annexe Ia**

(Doc. 1518/66 – anc. doc. 3726/63  
– 6011/62 – 8412/62 – 3801/63)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Rapport final de la Versuchsrubengesellschaft m.b.H. Dortmund  
relatif aux essais réalisés avec l'aide financière de la Haute Autorité  
concernant les barrages d'incendie résistant aux explosions

**APPENDICE:**

**Annexe Ia**

(Doc. 1518/66 – anc. doc. 3726/63  
– 6011/62 – 8412/62 – 3801/63)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Rapport final de la Versuchsrubengesellschaft m.b.H. Dortmund  
relatif aux essais réalisés avec l'aide financière de la Haute Autorité  
concernant les barrages d'incendie résistant aux explosions

A la suite de l'accord du 31/10/1961, conclu avec la Haute Autorité de la Communauté européenne du charbon et de l'acier, la "Versuchsgrubengesellschaft" devait présenter un avis au sujet du mode de construction le plus adéquat de barrages destinés à lutter indirectement contre les incendies tout en étant exposés au risque d'explosion, et effectuer à cette fin des essais d'explosion.

Les essais ont été exposés en détail dans les rapports intermédiaires précités. L'ensemble du programme comprend les essais suivants :

- 3 essais préparatoires pour déterminer les conditions générales d'une explosion
- 1 essai avec un barrage en sacs de sable pour obtenir des valeurs de référence
- 1 essai avec un barrage en schistes secs
- 4 essais avec des barrages composés de schistes, de ciment et d'eau
- 11 essais avec des barrages établis au moyen de plâtre et d'eau
- 4 essais avec des barrages en outres contenant de l'eau
- 3 essais supplémentaires pour essayer un clapet d'obturation de tubes de barrage

---

27 essais d'explosion

---

En ce qui concerne le nombre et la nature des essais, la société s'est donc légèrement écartée du programme prévu au document n° 3528/60. Ces modifications ont été commandées par le déroulement des essais. En effet, le premier essai avec barrage en schistes secs ayant déjà démontré que ce type de barrage ne présentait pas la solidité voulue, il était superflu d'effectuer d'autres essais avec ce même type.

En revanche, les barrages établis en ajoutant du ciment et de l'eau aux schistes étaient suffisamment solides dès que le mélange s'était solidifié, mais il fallait attendre plusieurs jours avant qu'il en soit ainsi, ce qui constitue vraiment un délai trop long pour la lutte réelle contre l'incendie. Ces barrages également ont cédé lorsqu'on les exposait à une explosion survenant quelques heures après leur achèvement, comme cela se présente généralement dans la réalité.

C'est pourquoi le plâtre a été utilisé comme matériau de construction des barrages faisant l'objet des essais ultérieurs, parce que ce matériau atteint sa pleine rigidité en quelques heures. Un grand nombre d'essais ont été effectués avec ces barrages en plâtre parce qu'ils se comportaient si bien et qu'il fallait donc obtenir de plus amples renseignements sur le mode de construction le plus adéquat et l'épaisseur nécessaire.

Il a été jugé inutile de faire des essais avec des barrages en cendres de chaudière, puisque les barrages en plâtre répondaient à toutes les conditions, d'autant plus que ces cendres pourraient être nocives. En outre, des essais en laboratoire ont permis de constater que ce matériau additionné d'eau n'a pas le pouvoir d'agglomération nécessaire pour établir des barrages solides.

Les essais supplémentaires avec un clapet d'oturation automatique pour le tube de barrage ont été effectués à la suite d'une suggestion du Coördinatiecentrum Reddingswezen à Hasselt et étaient d'ailleurs nécessaires, puisque ce tube et son couvercle constituent un élément essentiel de tout barrage.

De plus, ces essais ont encore fourni des renseignements importants sur les propriétés de barrages à demi achevés.

A la suite de ces études, la Versuchsgrubengesellschaft recommande l'emploi de barrages en plâtre. Dans toutes les conditions d'essai, il s'est avéré que la résistance à l'explosion de ces barrages était bien supérieure à celles des barrages en sacs de sable utilisés habituellement jusqu'à présent. En outre, ils présentent le gros avantage qu'ils peuvent être édifiés plus rapidement que ces derniers et que les

équipes affectées à cette tâche, à l'exception d'un petit groupe d'observation (deux hommes), peuvent être postées à une bonne distance (jusqu'à 300 m) du barrage, parfois même dans le courant d'air frais.

Il n'est pas encore possible de dire si les barrages en plâtre ne peuvent être utilisés que comme barrages provisoires ou s'ils peuvent également servir de barrages définitifs, puisque l'on n'a encore aucune expérience au sujet de la stabilité des barrages en plâtre exposés aux pressions de terrain et aux assauts des eaux de la mine. Un barrage en plâtre existant peut de toute façon être utilisé comme contrefort d'un barrage définitif à édifier ultérieurement.

Dans le bassin de la Ruhr, les barrages en plâtre sont déjà utilisés pour protéger les ouvrages miniers lors des essais d'explosion, effectués sur une grande échelle pour d'autres raisons, en dehors du programme précité, et pour isoler des quartiers abandonnés par des barrages résistant à l'explosion. Ces barrages ont donné pleinement satisfaction. Un projet de notice relative à la construction d'un barrage en plâtre, élaboré conjointement par la centrale de sauvetage du Steinkohlenbergbauverein et par la Versuchsgrubengesellschaft, figure en annexe I au troisième rapport de l'Organe permanent.

Les essais effectués avec des barrages en sacs remplis d'eau ont montré que ce système permet sans doute de barrer une galerie et de réaliser un barrage résistant dans une certaine mesure aux explosions.

Néanmoins, ce procédé est loin d'assurer la même solidité que les barrages en plâtre et il semble qu'actuellement il ne soit pas encore suffisamment à point pour que l'on puisse recommander sa généralisation. Néanmoins, de nouveaux essais dans ce domaine peuvent offrir certaines perspectives.

PREMIER RAPPORT INTERIMAIREI. - Essais préliminaires

Au cours des essais préliminaires, des explosions de violence variable ont été provoquées afin de déterminer si, au point de vue de la violence et de l'étendue, elles correspondraient aux conditions régnant dans un quartier incendié.

Lors du premier essai préliminaire, la galerie expérimentale était obturée à la cote 36 mètres, par un écran en papier. Un second écran, placé à la cote 5 mètres descendait depuis la couronne jusqu'à 1,5 mètre du sol. Dans la chambre ainsi formée ouverte par le bas, on a introduit 30 m<sup>3</sup> de gaz méthane chauffé; celui-ci a rempli la chambre d'explosion et s'est répandu dans la galerie en concentration réduite jusqu'à l'écran en papier obturant complètement la galerie à la cote 36 mètres. A la cote 18 mètres, à une hauteur de 1,80 m, on a encore mesuré 7,1 % de méthane. L'allumage a été provoqué par 4 amorces à filaments en fulmi coton, tendues depuis le sol jusqu'à la couronne. La pression statique au front de taille atteignait 1,8 atm. et la flamme s'est propagée jusqu'à la cote 113 mètres.

Lors du second essai préliminaire on n'a tendu qu'un seul écran à papier à la cote 36 mètres et on a introduit dans la partie de la galerie en aval de l'écran et représentant un volume de 300 m<sup>3</sup> un mélange homogène d'air à 10 % de grisou. L'allumage a été provoqué par un tir de poudre noire au front du traçage. En raison du déclenchement violent de cette explosion, celle-ci s'est propagée bien plus rapidement quoique les quantités utilisées de méthane étaient à peu près les mêmes. Après 1,2 seconde, toute apparence de flamme avait déjà disparue. La flamme s'était propagée jusqu'à la cote 163 mètres. Au front, la pression a atteint une pointe de 4 atm. et à l'extrémité du trajet de la flamme, c'est-à-dire à la cote 163 mètres, on a encore enregistré une pression de 1,4 atm. Même 100 mètres plus loin, au poste de mesure installé à la cote 263 mètres, on a enregistré pendant 0,3 seconde un coup de vent de 0,2 kg par cm<sup>2</sup>. Cette onde de choc



imprimerait à un objet ayant le volume et le poids du corps humain une vitesse de 30 mètres seconde, ce qui correspond à une chute libre d'environ 45 mètres de haut.

La mise à l'épreuve d'un barrage en sacs de sable, construit suivant les méthodes courantes, entre la cote 80 et la cote 86 mètres, peut également être considérée comme faisant partie des essais préliminaires. L'explosion a été provoquée de la même façon que lors du second essai préliminaire décrit plus haut, mais elle a été sensiblement moins violente. En amont du barrage, la pression statique atteignait après 2,7 secondes quelque 3 atmosphères; elle s'est maintenue pendant plus d'une seconde à ce niveau. Ce n'est qu'après ce laps de temps que s'est manifestée la détente déterminée, 3,2 secondes après le déclenchement de l'explosion, par l'ouverture brusque du couvercle du tube de barrage; par la suite, la pression a baissé lentement. La visite effectuée après explosion a révélé que la flamme ne s'était propagée que jusqu'au barrage et que celui-ci avait conservé sa consistance bien qu'il ait été déplacé d'environ 20 cm. Immédiatement avant et au-dessus du barrage, le garnissage avait été légèrement déplacé à la couronne, de sorte que l'explosion avait pu se détendre là également.

## II.- Essais avec barrages en stériles

En vue d'édifier le premier barrage en stériles, on a établi d'abord à une distance de 3,4 m deux parois réalisées au moyen de matelas de barrage en laine de verre. Entre les deux parois ont été insufflées 55 tonnes de stériles à l'aide de deux caissons soufflants Rheinelbe. Pour mettre ce barrage à l'épreuve, on a adopté le même opératoire que pour l'essai précédent. Cette fois-ci, l'explosion était assez violente. Elle a provoqué au front une pression de 5,6 atm. Le barrage n'était pas de taille à résister à pareil choc; 0,38 seconde après le déclenchement de l'explosion, le couvercle du tube du barrage a été arraché et 0,70 seconde après l'allumage, le barrage s'est effondré et a été emporté. A l'emplacement du barrage, les cadres métalliques de soutènement étaient tordus et endommagés. Le tube incorporé dans le barrage a été retrouvé à 34 mètres de sa position initiale en direction de la sortie de la galerie et son couvercle fut même projeté à 94 mètres.

Un barrage en stériles ne s'étant pas montré de taille à résister seul à l'explosion, on a construit un nouveau barrage de choc réalisé au moyen de matelas en fibres de silicate et de stériles, additionnés de ciment et d'eau. Tout en maintenant la longueur totale de 6 mètres, on a pu augmenter le volume réservé aux stériles en donnant aux parois de matelas une épaisseur non plus d'un mètre comme auparavant mais de 0,5 mètre seulement. Les stériles ont été mélangés à du ciment dans un rapport de 10 : 1. Pendant l'insufflage du mélange de stériles et de ciment, un injecteur d'un débit d'environ 20 litres par minute injectait 10 m<sup>3</sup> d'eau dans le barrage. Celui-ci a été ensuite exposé à une explosion modérée. Derrière un écran de papier placé à la cote 36 m, on a introduit 33 m<sup>3</sup> de méthane chauffé à la couronne de manière à obtenir une distribution irrégulière du méthane avec de fortes concentrations à la couronne. L'allumage a été assuré par un filament en fulmicoton; l'explosion s'est développée très lentement. Il a fallu attendre jusqu'à 3,2 sec. après l'allumage pour voir la pression atteindre 0,5 atm., mais ensuite celle-ci est passée en 0,2 s à sa valeur maximale de 2,3 atm., à ce niveau, elle a eu raison de la résistance du couvercle du tube incorporé dans le barrage, de sorte qu'il s'est ouvert brutalement. C'est ainsi que la pression a pu se détendre lentement ce qui n'a pas empêché que 4,6 secondes après l'allumage, la pression au front était encore de plus de 1,2 atm. Le barrage a résisté à l'explosion, mais la face coté explosion fut endommagée; pour être plus précis, disons que quelques matelas et environ 1 à 2 m<sup>3</sup> de stériles qui n'étaient pas stabilisés ont été enlevés sous l'effet du souffle. A la face du barrage non exposée directement à l'explosion, un certain nombre d'étaçons de soutènement ont été déplacés de quelques centimètres par rapport à leur position initiale.

Après ce succès, le même barrage a été exposé à une explosion plus violente, sans avoir été réparé auparavant (seul le couvercle du tube du barrage, légèrement tordu, a été redressé). L'écran en papier a de nouveau été placé à la cote 36 mètres, et le méthane introduit à la couronne; mais, cette fois il n'a pas été chauffé au préalable, mais mélangé avec l'air à l'aide d'un pulvérisateur de façon à obtenir

un mélange homogène de grisou contenant environ 9 % de méthane. L'allumage a été provoqué par un tir à la poudre noire. En moins de 0,4 sec. la pression statique est montée à 4 atm., et après 0,53 s. le couvercle du tube fut arraché et projeté à une bonne distance du barrage. Le barrage ne subit pas d'autres dégâts. Dans la galerie, la pression diminuait à nouveau très lentement et ne tomba en dessous de l'atmosphère qu'après 3 secondes.

Lors des prochains essais il faudra notamment examiner si l'épaisseur du barrage peut encore être réduite, il faudra aussi déterminer l'influence du temps laissé au mélange pour "prendre". L'idée d'additionner au ciment un liant rapide a de nouveau été abandonnée après que des essais au laboratoire eurent montré qu'un mélange de ciment et de stériles, à la différence des mélanges traditionnels de béton, ne prend pas plus rapidement lorsqu'on ajoute un liant rapide.

Le barrage utilisé pour l'essai suivant n'avait donc qu'une longueur totale de 4 m contre 6 m pour les précédents. L'espace de 3 m entre les parois en matelas de barrage a été rempli par l'insufflage d'un mélange de 31 tonnes de stériles et de 3,5 tonnes de ciment. A la différence des essais précédents, effectués à l'aide de caissons soufflants Rheinelbe, ont été utilisés, pour le nouveau barrage, des chaudrons de plus grande capacité de la firme Haarmann, ce qui permettait de travailler plus rapidement. Afin d'obtenir une meilleure répartition de l'eau nécessaire pour lier le mélange, on a en plus de l'injecteur utilisé jusqu'à présent (20 litres/minute), utilisé 4 injecteurs supplémentaires, ayant chacun un débit de 4 litres/minute, qui devaient surtout injecter de l'eau dans les coins et sous la couronne. Or, ce dispositif n'a pas encore permis de mouiller suffisamment en tous points le mélange de stériles et de ciment. De grandes quantités d'eau et de stériles se sont échappées du barrage, de sorte qu'il a fallu réduire l'adjonction d'eau. Les 3 m<sup>3</sup> d'eau utilisés au total constituaient un volume trop faible pour lier l'ensemble de manière satisfaisante.

Pour des raisons pratiques, on s'efforce d'étrangler aussi rapidement que possible le courant d'aérage parcourant le quartier incendié. C'est pourquoi les barrages doivent avoir une consistance suffisante dans le délai le plus bref à compter de l'achèvement de l'ouvrage, car l'expérience a démontré que le danger d'explosion est le plus grand au cours des premières heures suivant la fermeture des barrages. C'est aussi la raison pour laquelle on n'a pas attendu plus de 8 heures après l'achèvement du barrage pour provoquer l'explosion. Celle-ci a été très violente car le mélange contenait 10 % de méthane. Quelque 0,9 sec. après l'allumage, provoqué par un tir à la poudre noire, on a constaté au front une pression maximale de près de 5 atm. et, à peu près le même temps, une pression de plus de 8 atm. devant le barrage. Cette pression, qui exerçait sur la face frontale du barrage une force d'environ 640 tonnes, a eu raison de l'ouvrage. 0,9 sec. après le déclenchement de l'explosion, le tube du barrage s'est ouvert et 0,1 sec. plus tard tout l'ouvrage s'est écroulé. Près du barrage, les cintres métalliques du soutènement furent arrachés et projetés environ 30 mètres plus loin jusqu'à l'étau de mesure, à la cote 113 m.

Les conditions retenues pour l'essai suivant devaient à nouveau permettre d'obtenir une explosion moins violente; la pression de pointe ne devait pas dépasser deux atmosphères. Le barrage avait de nouveau les mêmes dimensions, c'est-à-dire une longueur totale de 4 m, nécessitant l'emploi de 32 tonnes de stériles et de 4 tonnes de ciment. Pour injecter de l'eau on a utilisé des tuyaux de 1/2", percés en de nombreux points de trous de 0,7 mm de  $\varnothing$  et placés immédiatement sous la couronne. Bien que ce dispositif ait permis d'injecter cette fois-ci 7,6 m<sup>3</sup> d'eau dans le barrage, le délai de 8 heures entre l'achèvement et l'explosion n'a pas permis au mélange de stériles et de ciment de se solidifier suffisamment. En raison de l'évolution ralentie de l'explosion il a fallu cependant attendre 2,1 sec. avant l'ouverture du tuyau de barrage et encore 0,5 sec. avant l'ébranlement de la masse du barrage. Celui-ci n'a donc pas pu résister à l'onde de pression de l'explosion. Le soutènement n'a pas été endommagé.

Il résulte des résultats obtenus lors des deux dernières explosions que la prise du ciment exige trop de temps. C'est pourquoi il faut utiliser du plâtre pour les essais suivants. Les objections soulevées initialement contre ce matériau parce qu'il se prête mal au stockage ont pu être abandonnées depuis que l'on a constaté que n'importe quelle quantité de plâtre peut être livrée en quelques heures en n'importe quel point du bassin de la Ruhr.

SECOND RAPPORT INTERIMAIREII. Essais avec barrages en plâtre et en stériles

Comme nous l'avions déjà indiqué dans le premier rapport intérimaire nous avons poursuivi nos essais avec les barrages en plâtre et en stériles parce que l'on pouvait espérer qu'ils atteindraient plus rapidement que les barrages expérimentés jusqu'ici, en stériles avec addition de ciment, la résistance voulue.

Au cours des essais préliminaires en surface, on a mis au point un nouveau système de distribution d'eau dans lequel les injecteurs sont disposés en cercle autour des orifices de sortie de la poussière si bien que celle-ci se trouve déjà en quelque sorte mouillée au passage. On a également étudié la question des proportions du mélange. On a tenu compte du fait que la différence de prix entre les stériles d'une part et le plâtre ou le ciment d'autre part est faible et ne joue aucun rôle dans le coût de la lutte contre l'incendie. On a tout d'abord essayé un mélange composé d'une partie de plâtre et de deux parties de stériles auquel on a ajouté un litre d'eau par kg de plâtre. Des cubes de ce mélange ont montré, après durcissement sous la presse, une résistance suffisante.

Pour que les conditions d'expérience soient encore plus proches de celles créées par une explosion dans un quartier incendié, la préparation de l'explosion a été modifiée par rapport aux essais antérieurs. Les mélanges grisouteux n'ont plus été placés entre la paroi frontale et la cote 36 m mais entre les cotes 110 et 140 m, c'est-à-dire à peu près à égale distance entre la paroi frontale et le barrage, deux écrans en papier étant alors naturellement nécessaires. L'explosion pouvait ainsi se propager dans deux directions comme c'est également le cas dans un quartier incendié.

Pour expérimenter tout d'abord ces conditions d'expérience, on a procédé à un essai à vide sans barrage, dans lequel 33 m<sup>3</sup> de méthane ont été chauffés dans la partie de galerie mentionnée plus

haut et introduits non mélangés sous la couronne, puis enflammés au moyen d'un cordon de fulmicoton. L'explosion s'est développée lentement et la pression a atteint sa valeur maximale de 0,6 - 0,7 atm. environ deux secondes après l'allumage. Les flammes ont envahi la galerie de la cote 87 à la cote 230 m et ont pénétré jusqu'au travers-banc (cote 270 m).

Cette explosion s'est déroulée conformément à notre attente et, au cours de l'essai suivant, le barrage a été construit entre la cote 250 et la cote 254 m. Sur les parois en planches délimitant le barrage, on n'a pas, comme dans les essais précédents,amoncelé des matelas de barrage mais on s'est contenté de clouer sur les parois des tapis de sillan tels que ceux utilisés pour l'isolation dans le bâtiment. On disposait ainsi de presque toute la longueur du barrage de 4 m pour le mélange de stériles et de plâtre. On a utilisé : 29,1 t de stériles, 14,3 t de plâtre et 11,6 m<sup>3</sup> d'eau.

Bien que le barrage ait encore reçu trop peu d'eau et n'ait pu de ce fait atteindre le maximum théorique de résistance, il a résisté à l'explosion expérimentale. Pour l'explosion, les conditions étaient les mêmes que pour l'essai à vide décrit plus haut et le grisou a été allumé deux heures après la mise en place du barrage. Les fumées d'explosion ne pouvant pas cette fois se détendre, la pression statique au barrage s'est élevée à 0,9 atm., 2,8 secondes après l'allumage et s'est maintenue pendant plusieurs secondes presque à ce niveau étant donné que le couvercle du tube de barrage n'avait pas été arraché.

Après ce succès, le même barrage a encore été soumis à une seconde explosion plus violente pour laquelle on a utilisé à peu près la même quantité de méthane que dans l'essai précédent, mais qui a été placée en tant que mélange de grisou à 10% entre la cote 110 et la cote 140. L'allumage a été provoqué par un tir à la poudre noire. L'explosion s'est propagée rapidement et le maximum de pression de 3,3 atm. a été atteint après tout juste 0,4 seconde. Par cette pression qui correspond à une force de plus de 300 t sur la face frontale du barrage, le couvercle du tube de barrage a été arraché

et le barrage dans son ensemble a été déplacé d'environ 3 cm dans la direction de l'explosion sans cependant se désagréger. Seule une fissure étroite par laquelle les fumées de l'explosion ont pu se détendre s'est formée sous la couronne.

#### V. Essais avec barrages en plâtre

Dans les essais ultérieurs, on a renoncé à l'adjonction de stériles et on a construit les barrages en plâtre pur avec de l'eau. La quantité d'eau optimale est ici de  $1/2 \text{ m}^3$  d'eau par tonne de plâtre. L'avantage de l'utilisation de plâtre pur réside moins ici dans la possibilité d'obtenir des barrages plus résistants que dans la simplicité d'utilisation. En cas d'urgence, il est parfois difficile de fabriquer de manière continue le mélange adéquat et si l'on souffle pendant un certain temps des stériles purs, des endroits de moindre résistance peuvent se former dans le barrage qui risquent ensuite de céder en cas d'explosion.

On s'est ensuite demandé comment on pouvait réduire encore le temps de fabrication des barrages car, un des avantages essentiels de l'"automatisation" de la construction des barrages réside dans une réduction possible du temps de construction.

Etant donné que le plâtre peut être soufflé en un temps relativement court et qu'on ne pourrait arriver ici à un gain de temps qu'en perfectionnant la chaudière de soufflage, ce qui n'entre pas dans le cadre de notre programme de recherche, on s'est efforcé dans les expériences ultérieures de rationaliser les travaux en ce qui concerne la fermeture des barrages. A la place des matelas en fibre de silicate employés jusqu'à maintenant et qu'il fallait clouer sur d'épaisses parois en planches, on a utilisé pour la fermeture du barrage un treillage avec carton bitumé qui a donné de bons résultats.



Une heure environ après sa mise en place, on a soumis un barrage en plâtre de 4 m de long pour la construction duquel on avait utilisé 34,7 t de plâtre et 18,3 m<sup>3</sup> d'eau, à une explosion qui a produit une pression de 4,8 atm. Le barrage a résisté à cette pression. Seul le couvercle de fermeture du tube de barrage vissé à l'extérieur a été arraché et une petite ouverture s'est formée dans le barrage sous la couronne.

On a procédé à une seconde explosion avec le barrage reconstruit avec 22 sacs de plâtre. Cette fois, le couvercle du tube du barrage a été incorporé du côté du barrage tourné vers l'explosion, si bien que le barrage n'a pas pu être soulagé par arrachage du couvercle. Cependant, même dans ces conditions, il a résisté à une pression de 3,7 atm.

Le second barrage en plâtre avait une longueur de 3 m et était constitué de 26,5 t de plâtre mélangé à 14 m<sup>3</sup> d'eau. Pour la fermeture on a utilisé à nouveau des matelas en fibres de silicate qui, cette fois, étaient fixés sur un grillage, si bien que comme avec le papier bitumé, il n'était plus besoin d'épaisse parois en planches et qu'un treillage suffisait. Mais, pour les essais suivants, on est revenu au carton bitumé car celui-ci donne en pratique des meilleurs résultats que les matelas en fibres de silicate. Du côté du barrage exposé à l'explosion, le tube de barrage n'a plus été fermé par un clapet mais par un joint plein. En raison d'un mélange de grisou un peu trop gras, l'explosion n'a produit, devant le barrage, qu'une pression statique de 1,6 atm. qui n'a provoqué aucun dégat.

Le même barrage a été soumis à une nouvelle explosion plus violente avec une pression de 4,75 atm. devant le barrage. Là encore. le barrage et le joint vissé du tube ont résisté à la pression de l'explosion, le tube a simplement été déplacé d'environ 3 cm en direction de l'explosion et le barrage à la couronne a été quelque peu emporté.

Lors d'un autre essai les groupes de travail "Incendies et feux de mine" et "coordination des organisations de sauvetage" constitués au sein de l'"Organe Permanent pour la Sécurité dans les mines de houille de la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier étaient présents. On leur a montré, le premier jour, la construction du barrage au 4ème étage avec l'aide du personnel de sauvetage de la Rheinische Bergbau AG. Ils ont ensuite pu suivre le développement de l'explosion de la salle de commande en surface et apprécier, au cours d'une seconde descente dans la mine, le second jour, les répercussions de l'explosion et l'état du barrage. Dans cette expérience, les matériaux de construction du barrage ont été soufflés par des tuyaux flexibles de 60 m de long si bien que les hommes occupés à ces travaux pouvaient travailler sans appareils respiratoires à oxygène dans la zone d'arrivée d'air. Seuls les ouvriers employés à proximité directe du barrage à la régulation de l'apport d'eau devaient porter des appareils respiratoires. Comme au cours du précédent essai de ce genre, une heure environ après sa construction, le barrage en plâtre de 4 m de long a résisté à une explosion dans laquelle une pression d'environ 5 atm. a été mesurée au barrage.

D'autres essais ont montré qu'un barrage en plâtre de 2 m seulement d'épaisseur opposait une bonne résistance aux explosions. Après que l'on eut envoyé un supplément d'eau à la partie supérieure du barrage, la masse de plâtre s'est prise si solidement à la couronne qu'il n'y a plus eu franchissement du barrage. Le barrage de 2 m a été soumis à un total de 4 explosions de force croissante allant de 0,75 atm. à 7,5 atm. Il a résisté à une explosion avec une pression statique de 3,6 atm. au barrage sans dégâts appréciables. Ce n'est que dans la dernière explosion qui a atteint une vitesse de flammes de plus de 600 m/s et une pression de 7,5 atm., que le barrage s'est trouvé déplacé d'environ 15 cm dans la direction de l'explosion sans cependant se désagréger. Même après cette explosion, la fermeture de la galerie par le barrage est restée suffisamment assurée. On a ainsi pu montrer qu'un barrage en plâtre qui est construit en

respectant certaines directives, conserve une grande résistance même lorsque son épaisseur est plus faible que la largeur de la galerie.

TROISIEME RAPPORT INTERIMAIREIV. Essais avec des barrages en plâtre (suite)

Pour examiner la capacité des diverses machines de soufflage, des essais comparatifs ont été effectués en collaboration avec la centrale de sauvetage d'Essen et de l'équipe professionnelle de sauvetage de la Rheinlbe Bergbau AG. Il s'est avéré que les schistes et le plâtre peuvent être soufflés par des lances d'incendie jusqu'à une distance de 300 m tant par la machine Rheinlbe que par la machine Haarmann. Il a même été possible de vaincre avec ce tronçon de flexibles une différence de niveau de 100 m.

V. Essais avec des sacs d'eau

Un quartier incendié peut être isolé par ailleurs par l'emploi de sacs d'eau comblant toute la section de la galerie. Un barrage expérimental a été établi tout d'abord au jour avec des sacs contenant chacun environ 1.000 l d'eau.

Toutefois les sacs fournis n'étaient pas assez résistants à tel point qu'ils n'étaient même pas capables de résister aux contraintes subies au repos de sorte qu'ils n'auraient pas eu beaucoup de chance de succès dans un essai d'explosion.

Néanmoins le barrage avec des sacs d'eau pourrait avoir l'avantage d'éliminer complètement tout travail manuel. Il suffirait d'amener les sacs sur place et de les brancher à la conduite d'eau pour les remplir en ouvrant une vanne se trouvant à une certaine distance, en lieu sûr.

Le programme d'essai fut poursuivi avec des sacs renforcés afin de vérifier la capacité de résistance aux explosions. Ces sacs étant très coûteux, on commença par pratiquer dans un barrage existant

une brèche d'environ  $2 \text{ m}^2$  de section, comblée d'abord avec 6 sacs et ensuite avec 7 sacs d'eau. Au cours du premier essai, la pression obtenue au front du barrage était d'environ 1,6 atmosphère et les sacs d'eau résistèrent, bien qu'ils furent légèrement déplacés. Un second essai fut effectué avec une explosion un peu plus violente exerçant une pression d'environ 4 atmosphères sur le barrage. Les sacs d'eau n'étaient plus capables de résister à cet effort. Ils furent partiellement détruits et la brèche dans le barrage en plâtre se rouvrit alors que le barrage lui-même résista dans l'ensemble à cette contrainte également.

En outre, il s'est avéré lors des préparatifs des essais que le barrage en sacs d'eau ne peut point être édifié automatiquement. Au contraire, il faut procéder avec un certain soin pour que les sacs d'eau bouchent vraiment toute la section libre. Autrement les sacs peuvent être bloqués et l'on ne parvient plus à les pousser jusqu'à hauteur de la couronne. Il est probable que les difficultés observées pour boucher un trou de  $2 \text{ m}^2$  de section s'aggravent encore sensiblement lorsqu'il s'agit de barrer complètement une section de 8, et surtout de  $12 \text{ m}^2$ .

Ces difficultés pourraient être évitées en utilisant un seul gros sac au lieu d'un assez grand nombre de petits sacs. Toutefois, ce gros sac devrait être muni de renforcements internes de manière à conserver sa forme mais il pourrait devenir très lourd et peu maniable si l'on veut obtenir la solidité requise.

En vue de la mise au point de barrages en sacs de ce genre, la centrale de sauvetage du Steinkohlenbergbauverein s'est mise en rapport avec les sociétés Dunlop et Krupp. Ces barrages pourraient en temps utile être soumis à un essai d'explosion dans la mine expérimentale.

## VI. Essais relatifs a un nouveau clapet de fermeture avec les barrages en plâtre

La mise à l'essai des barrages en plâtre étant terminée, un clapet de fermeture d'une construction spéciale pour tubos de barrage a été examiné à la suite d'une suggestion du Coordinatio-centrum Reddingswozen, à Hasselt en Belgique. Ce clapet est aménagé à l'extrémité du tube de barrage du côté d'où il faut attendre l'explosion et reste ouvert pendant les travaux au barrage. Lorsque l'explosion survient avant l'achèvement du barrage et avant que le tube de barrage soit hermétiquement fermé du côté de l'air frais, ce clapet doit être fermé automatiquement par l'onde de choc de l'explosion. Cela doit empêcher que la flamme de l'explosion passe par le tube de barrage et compromette la sécurité du personnel se trouvant derrière celui-ci.

Au cours du premier essai, le barrage en plâtre dans lequel le tube avec son clapet était déjà incorporé, n'était qu'à moitié achevé, de sorte que la couche de plâtre n'atteignait la couronne qu'à sa face antérieure comme cela est normalement le cas pendant le soufflage d'un barrage. L'explosion atteignit une pression de 1,7 atmosphère et le clapet du tube fonctionna manifestement comme il le fallait, car bien que la flamme ait rempli complètement la galerie de 80 m de long, les plaquettes de colluloid se trouvant à l'intérieur du tube de barrage demeurèrent intactes. Néanmoins, le barrage demi-achevé ne résista pas à la pression de l'explosion parce qu'il n'était pas encore assez solide à la couronne et que faute d'injection de plâtre sous pression, il n'avait pas trouvé d'appui solide à la couronne.

Ce barrage devant atteindre 4 m d'épaisseur avait déjà absorbé autant de plâtre que le barrage essayé précédemment qui n'avait que 2 m. Il en résulte que dans la pratique il vaut mieux souffler d'abord un barrage qui n'a que 2 m d'épaisseur que l'on peut édifier rapidement, puis établir une nouvelle cloison en bois pour porter ensuite l'épaisseur totale du barrage à 4 à 5 m sous la protection du bouchon déjà obtenu.

Au cours d'un second essai, le barrage en plâtre fut à nouveau édifié à l'issue de la galerie entre les côtés 200 et 250 m. Toutefois, le mélange de grisou ne fut pas introduit au centre de la galerie, mais entre les côtés 200 et 230 m, de sorte que la flamme devait atteindre le barrage, contrairement à ce qui s'était produit dans les essais antérieurs avec une accumulation de grisou au centre de la galerie.

Dans ce cas, le barrage fut complètement achevé et résista à l'explosion développant au front du barrage une pression statique de 3,6 atmosphères. Le clapet du tube de barrage fut reformé violemment au point qu'il fut légèrement déformé mais sans être détruit. Il resta pleinement efficace. Au cours de cet essai également, la flamme d'explosion ne pénétra pas dans le tube de barrage.

\*

\*

\*

**APPENDICE:**

**Annexe IIa**

(Doc. 2253/63)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

La réouverture de quartiers isolés après un feu  
(par G. Lehmann, Bergassessor a.D.)



La réouverture de quartiers isolés après un feu

	<u>Page</u>
1. Objet de l'étude et les documents mis à la disposition de l'auteur	II, 3
2. Considérations générales	II, 5
2.1 Remarques introductives sur la comparaison des questions traitées dans les documents	II, 5
2.2 Travaux anciens et bibliographie	II, 8
2.3 La récupération de quartiers isolés	II, 11
2.4 Explications sur les données fondamentales contenues dans les documents	II, 17
2.5 Principaux éléments de décision	II, 20
3. La réouverture de quartiers barrés	II, 21
3.1 Conditions préalables à l'ouverture d'un quartier barré	II, 21
3.2 Dangers d'une ouverture prématurée	II, 29
3.3 Conditions préalables à la progression dans un quartier barré	II, 32
4. Discussion des méthodes proposées	II, 41
4.1 Généralités	II, 41
4.2 Discussion détaillée	II, 43
4.3 L'exécution de la réaération	II, 58
4.4 La façon d'aérer lors de l'assainissement	II, 83
4.5 La façon de faire les fermetures dans le champ	II, 84
5. Discussion du paragraphe 1 généralités	II, 92
6. Discussion du paragraphe 2 règles fondamentales	II, 96
7. Conclusions	II, 101
Annexe	II, 113
Bibliographie	II, 121
Tableaux	II, 125

La réouverture des quartiers isolés après un feu

1. Objet de l'étude  
et les documents  
mis à la disposi-  
tion de l'auteur

Dans la séance conjointe des deux groupes de travail "Feux et incendies de mine" et "Coordination des organisations de sauvetage" des 12 et 13 avril 1962, l'auteur a été chargé, conformément à la résolution adoptée par les deux groupes de travail dans la séance conjointe du 7/12/1961 (document n° 104/62) de réunir dans un tableau synoptique les projets et les procédés utilisés dans les différents pays pour la préparation et la réalisation de l'ouverture d'un champ en feu isolé par barrages sur la base des documents fournis par les différentes délégations. Ce tableau doit rendre possible la suite des échanges de vues sur cette question et permettre l'élaboration de suggestions. L'auteur disposait des rapports suivants :

BELGIQUE :

de Coninck :

Réouverture de chantiers isolés à la suite de feux (document n° 6487/61)

Logelain et Hausman :

Préparation et exécution de la réouverture de barrages (document n° 1237/62)

de Coninck :

Accident à la mine Quesnoy des charbonnages de Bois du luc du 7 avril 1961 (document n° 4784/61)

ALLEMAGNE :

van Gember (mine de la Sarre)

Préparation et exécution de l'ouverture d'un quartier isolé après un feu avec copie d'extraits des "directives de l'OBA de Sarrebruck sur la lutte contre les feux et incendies", intéressant l'ouverture des barrages et l'aérage des quartiers où il y a le feu (document n° 120/62).

Schewe :

Description des procédés habituels dans le pays de Westphalie-Rhénanie du nord pour l'ouverture des quartiers où il y a eu le feu (document n° 2058/62)

FRANCE :

Grisard :

Réouverture des quartiers isolés par barrages (document n° 1239/62).

Cadel :

Reprise de l'exploitation dans les installations de Saint-Charles et de Saint-Joseph des houillères de Petite-Rosselle après l'accident du 15/9/1929 (comité central des houillères de France (note technique n° 305) (document n° 1909/62).

GRANDE-BRETAGNE :

Wood :

Quelques procédés de réouverture des quartiers barrés (document n° 764/62).

Houston :

Explosion de la mine de Cardowan à Lanarkshire (document n° 921/61, et voir en outre Colliery Guardian 1961 n° 202, p. 184).

National Coal Board :

Réouverture du quartier 69, veine Low Main Seam Mine de Bilsthorpe (document n° 1297/62).

Les rapports sur les travaux entrepris dans les mines belges, françaises et britanniques servent à expliciter les procédés décrits dans les suggestions.

2. Considérations générales :

2.1 Remarques introductives sur la comparaison des questions traitées dans les documents

La nécessité d'étudier la question de la récupération des quartiers isolés par barrages après un feu résulte de ce que dans aucun des pays représentés dans les groupes de travail, il n'existe de directive ou de recommandation, tant du service des mines que d'une institution minière pour les procédés les plus adaptés à ces circonstances. On ne dispose que de rapports sur des travaux exécutés dans des cas particuliers. L'auteur de ces lignes a trouvé de telles directives dans une consigne d'incendie édictée par le service des mines royales et impériales autrichiennes de Prague. Cette consigne qui date de l'année 1912 et qui visait les mines de lignite n'est plus en application de nos jours; elle traitait de la récupération des quartiers du fond barrés après un feu. L'auteur a également trouvé d'autres directives dans la "Miner's Circular" n° 36 du "Bureau of Mines" américain sur la façon d'isoler les quartiers en feu et sur l'ouverture et la récupération de ces quartiers. L'auteur a résumé le contenu des documents (fournis par les groupes) dans les tableaux joints dans lesquels il a également tenu compte des directives précédemment évoquées du service des mines de Prague et du "Bureau of Mines" américain. Pour faciliter la lecture des tableaux et la comparaison des méthodes, l'auteur n'a

pas pu suivre l'ordre des rapports dans la rédaction de ces tableaux si bien qu'il en résulte des permutations dans l'ordre de ces rapports.

L'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille a déjà mis au point des recommandations pour la fermeture des barrages lors de feux et d'incendies en leur adjoignant un commentaire explicatif. Il est à noter que ces recommandations, tant en ce qui concerne le procédé de fermeture qu'en ce qui concerne le type du barrage, distinguent deux cas selon qu'il y a ou non risque d'explosion dans la zone à fermer. Il apparaît donc comme idoine de procéder de la même façon pour des recommandations sur la manière d'opérer pour récupérer des quartiers barrés après feu. D'après ces recommandations, la question de l'utilisation des analyses des gaz d'incendie et des mesures à prendre après l'ouverture d'un barrage devait être l'objet d'une étude spéciale à laquelle ce rapport doit servir. D'après les idées de l'Organe permanent, et il devait également en être de même pour le présent travail, les recommandations ne doivent pas jouer le rôle de directives complètes à présenter au service des mines. Bien au contraire les services des mines des différents pays ont à décider de la façon d'utiliser ces recommandations pour en faire des ordonnances, instructions, circulaires ou directives. Les personnes responsables des exploitations minières doivent suivre les instructions ou les directives que l'administration des mines compétente pour chacun d'eux aura rédigé sur la base des recommandations de l'Organe permanent en tenant compte des particularités de l'exploitation minière des différents pays ou des différentes exploitations.

Les questions à étudier concernent l'ouverture d'un quartier barré après un feu ainsi que la préparation de cette ouverture. Le rapport Grisard va plus loin, jusqu'à l'enschlammage des quartiers en feu par remblai hydraulique et de la même manière Schewe traite de l'ouverture de quartiers en feu que l'on a été amené à noyer. M. de Coninck ainsi que M. Grisard insistent dans leurs rapports sur le fait que dans la pratique les circonstances peuvent être très embrouillées et que l'on ne peut pas proposer de solution universelle. M. Bredenbruch a également, dans la séance du 7/12/1961, soutenu le point de vue selon lequel on ne peut prescrire de règle générale, parce que chaque cas présente ses particularités. M. Grisard estime souhaitable de réunir des documents sur les cas déjà réalisés d'ouvertures de quartiers fermés et sur les raisons des insuccès. C'est pour cette raison que, dans ce qui suivra, on indiquera de tels rapports débordant le cadre des documents présentés dans la mesure où ils sont connus de l'auteur.

Les recommandations et les directives ne doivent pas entrer de trop dans les détails mais indiquer les possibilités d'action en laissant dans chaque cas la décision au directeur responsable de l'opération. On ne peut, en effet pas, prévoir les difficultés qui peuvent résulter en pratique de directives trop détaillées. En particulier dans le cas des quartiers très étendus, des incidents les plus divers peuvent avoir lieu et rendre nécessaire des mesures de technique d'aération ou des travaux dans le quartier, qui

sont à décider cas par cas. Le but des discussions est donc de mettre au point des recommandations valables en général permettant une large utilisation et donnant aux exploitations manquant d'expérience dans ce genre de travaux une indication des choses à considérer et des mesures nécessaires pour la préparation et l'exécution des travaux.

## 2.2 Travaux anciens et bibliographie

Autrefois, lorsque l'on ne disposait pas d'appareils respiratoires de protection contre les gaz, la lutte contre les incendies de mines et la récupération des quartiers barrés, étaient un travail difficile et parfois impossible. Ainsi, un rapport de M. Heintzmann<sup>7</sup> déclare en 1820 : "... et il est toujours très dangereux de réouvrir un quartier isolé après feu. Même si apparemment tout est calme lors de la réouverture, il n'en reste pas moins vrai que dans la plupart des cas après un délai de quelques jours le feu se rallume avec sa puissance d'antan. Même si le feu est éteint dans le quartier à cause de la longue période d'attente, la chaleur qui n'a pu être évacuée nulle part est restée constante même après de nombreuses années et a pu même être nourrie par la continuation de la dislocation du charbon. Si ensuite de l'air frais est introduit dans cet ancien quartier à feu, l'incendie redémarre aussitôt". On procédait à cette époque de la façon suivante : à l'aide d'un galandage, on envoyait de l'air frais aux équipes qui construisaient un nouveau barrage dans le champ à récupérer.

Les travaux étaient en général très pénibles et exigeaient un remplacement très fréquent des équipes. La pénétration avec de l'air frais dans un quartier barré reste toutefois une possibilité d'avancement qui n'est utilisable que lorsque l'on ne prévoit pas la présence de gaz combustibles. Le cas simple, dans lequel il suffit d'ouvrir les barrages d'entrée et de retour d'air, et d'envoyer de l'air frais dans le quartier, ne se trouve pas souvent.

Le danger est accru si, à l'opposition de ce qui était le cas autrefois en Haute Silésie, il faut compter avec une explosion de grisou, possible lors de la présence de ce gaz, qui peut dégénérer en un coup de poussière. Dans ce cas, et tout particulièrement lorsque l'on pénètre dans un quartier dans lequel le feu n'est pas encore éteint, il est reconnu depuis bien longtemps qu'il est nécessaire d'éviter la pénétration de l'air frais, c'est-à-dire qu'il faut travailler dans un air inerte avec des mélanges gazeux non dangereux. La création d'appareils de protection contre les gaz en a donné la possibilité. On dispose aujourd'hui d'appareils qui rendent le travail possible dans une atmosphère irrespirable dans un quartier isolé. La progression à l'aide d'appareils respiratoires en atmosphère inerte est ainsi la seconde méthode pour pénétrer dans le quartier.

Toute une série de rapports a été rédigée sur la façon de récupérer les quartiers barrés grâce à l'emploi d'appareils respiratoires.

C'est le célèbre mineur français Henry Fayol<sup>5</sup> qui a entrepris la première tentative avec des appareils respiratoires à tuyaux.

Le premier rapport complet sur des travaux de récupération de quartiers en feu en



partie barrés au jour dans les puits et qui ont réussi concerne des travaux avec emploi d'appareils respiratoires à tuyaux dans le bassin de Karwin et a été rédigé par Mayer (6) Kohout et Pilar (7) ainsi que Mauerhoffer (8).

A la connaissance de l'auteur, ce n'est qu'au début de ce siècle que des rapports complets sur la récupération de quartiers isolés grâce à l'emploi d'appareils respiratoires autonomes ont été publiés, à savoir : en Grande-Bretagne par Allot sur la mine de Norton (9) en 1912 et à la mine de Birchen Wood (10) en 1925, aux U.S.A. par Broky sur la mine de Horning (11) en 1926, puis par Forbes (12), Rice Paul et von Bernewitz (13), puis à nouveau au sujet de l'accident de la mine Gabriel du bassin de Karwin, et enfin en France au sujet de l'accident de la mine Saint-Charles (15) en l'année 1929.

Frantzen (16) publie également des remarques sur cette question. On trouve plus tard dans la littérature britannique et américaine toute une série de rapports sur cette question, les américains traitant également de la progression en air frais. Dans la littérature allemande on trouve en dehors de considérations générales de l'auteur (17), un rapport sur la limitation d'un quartier barré grâce à la pénétration en air frais et à l'emploi partiel d'appareils respiratoires (18).

Tous les rapports signalés étudient de façon détaillée la pénétration par étapes en atmosphère inerte grâce à l'utilisation d'écluses. Déjà les rapports autrichiens signalent que, pour la limitation du quartier isolé, il faut utiliser des muraillements et non des parois de planches, pour empêcher la

pénétration de l'air, alors que les américains continuent à travailler avec des parois de bois. Parmi les directives signalées au début venant d'Autriche et des U.S.A., les premières concernent la pénétration en air frais tandis que les secondes se rapportent à la récupération du quartier en remettant l'aéragé dans l'ensemble ou en procédant par étapes.

### 2.3 La récupération de quartiers isolés

Le but du barrage d'un quartier en feu est d'éteindre l'incendie ou le feu par suppression de l'oxygène et de donner ainsi la possibilité d'ouvrir et de récupérer ultérieurement le quartier barré. Avant d'ouvrir un quartier barré, il faut d'abord savoir s'il est possible de pénétrer dans le champ pour la reconnaissance ou pour l'exécution de certains travaux et si la purge des gaz d'incendie ou la réaération sont possibles. Cette possibilité ainsi que la manière dont on procédera dépendra en première ligne, ainsi que pour la fermeture, de la présence de gaz combustibles; puis de l'état du feu, ou de la possibilité de sa réanimation ainsi que de la possibilité d'un autre feu.

Dans tous les cas les travaux ne doivent pas s'exécuter dans une atmosphère explosive.

Dans le cas de mélanges gazeux ne présentant absolument aucun risque d'explosion, on peut lors de circonstances favorables pénétrer avec de l'air frais en aéragé passant ou en utilisant à l'avancement une ligne de canars aspirante. Dans ce cas on peut également utiliser des fermetures légères si l'on doit procéder par étapes pour la

libération successive de différentes sections.

S'il y a du grisou en quantité notable dans le quartier, il est nécessaire, pour y pénétrer qu'il soit rempli avec des mélanges gazeux non susceptibles de donner des explosions, c'est-à-dire dont la teneur en oxygène est très faible, ou dont la teneur en gaz combustibles est suffisamment au-dessus de la limite supérieure d'explosibilité pour qu'il n'y ait plus de danger d'explosion pendant les travaux dans le quartier. Mais de tels mélanges peuvent devenir explosibles par une dilution avec de l'air et sont pour cela à considérer comme dangereux sous condition. Dans un tel cas on ne peut pénétrer dans le quartier qu'en évitant toute venue d'air frais. C'est-à-dire que l'on travaillera en atmosphère inerte. Il est alors de règle d'avoir, au barrage par lequel on pénétrera dans le quartier, une écluse avec deux portes dont l'une doit être maintenue constamment fermée. On ne peut se dispenser d'avoir une écluse que pour la pénétration par une porte ou par une grosse tuyauterie dans des circonstances particulièrement favorables, ou pour une reconnaissance isolée. La pénétration en atmosphère inerte, fréquemment désignée comme méthode des sas, est aussi utilisable pour des mélanges non explosibles lorsque l'on veut éviter une réanimation intempestive du feu. La composition de l'atmosphère du quartier barré est donc un élément fondamental de décision dans le choix du procédé de récupération des quartiers sinistrés.

La pénétration dans un quartier isolé est nécessaire pour l'exécution de

reconnaissance sur l'état du foyer ou des chantiers souterrains avant de remettre l'aérage, pour l'installation de nouveaux barrages pour la limitation du quartier, pour la construction de portes d'aérage ou pour l'exécution de travaux tels que : extinction, renforcement du soutènement, relevage d'éboulement, travaux d'étanchéification à d'anciennes voies fermées ou à des endroits non étanches de façon à éviter le passage de l'air dans d'autres travaux ou vers le foyer lorsque l'on procédera à la remise en route de l'aérage. Cette pénétration est en général toujours la même et est limitée par la possibilité de se déplacer dans les chantiers souterrains, les conditions climatiques et les règles de sécurité dans l'emploi des sauveteurs. Avant de remettre l'aérage, ou pour des travaux dans un quartier barré, il est tout d'abord nécessaire de procéder à une reconnaissance pour juger de la possibilité et de l'intérêt des travaux projetés. Finalement il faut encore citer le cas où l'on veut pénétrer dans le champ ou dans des parties du champ, non pour le rouvrir à l'exploitation, mais pour sortir des accidentés et du matériel.

Finalement pour pénétrer dans un quartier barré avec l'intention de réaérer les quartiers sont déterminantes les conditions de l'exploitation selon qu'il s'agisse simplement d'une voie barrée sans aérage passant, comme par exemple un avancement, ou d'un chantier au schéma d'aérage passant simple avec un barrage de fermeture (barrage principal résistant à l'explosion) respectivement dans l'entrée et le retour d'air, ou qu'il s'agisse d'un champ étendu avec un réseau de voies très ramifiées avec éventuellement un certain nombre de barrages. Dans le premier cas on ne peut réaliser l'aération que par un aérage secondaire

après exécution des travaux préparatoires et ouvertures du barrage. Dans le second cas, les mélanges gazeux seront nettoyés par le courant d'air après l'ouverture des barrages d'entrée et de retour d'air, tandis que dans le troisième cas il est nécessaire de procéder par des sections successives, en construisant, pour séparer chaque section du champ sinistré des barrages définitifs ou provisoires (barrages rapides, barrages en constructions légères). On aère selon les cas les sections à libérer soit par aérage secondaire soit par un aérage passant, ce qui est le plus souhaitable lorsque l'on arrive à libérer un chemin entre les voies d'entrée et de retour d'air. Lorsque les voies sont détruites, on peut selon les situations, lors de la pénétration par sections, soit relever les voies en atmosphère inerte, établir une nouvelle séparation avec le quartier sinistré et aérer ensuite, soit établir d'abord une séparation, aérer la section à récupérer et ensuite relever les parties ébouleées. La pénétration par sections s'impose pour des quartiers sinistrés étendus si l'on n'a aucune certitude sur l'état du feu et aucune possibilité de reconnaissance du foyer, et également dans le cas où l'on n'a pas la possibilité d'aérer suffisamment le champ à récupérer pour le nettoyer des mélanges gazeux, ou s'il a fallu fermer un puits au jour. Si le feu n'est pas encore

éteint, on s'efforcera de limiter le quartier barré le plus près possible du foyer et d'y construire les barrages, le plus près possible également, pour pouvoir libérer les quartiers non intéressés par le feu et y reprendre l'exploitation. La limitation du quartier barré peut, selon les circonstances, être réalisée en une fois ou par sections. Les travaux pour la limitation du quartier isolé ne présentent pas de singularités distinctives de la récupération par étapes d'un quartier barré, à l'exception toutefois de la continuation de l'existence d'un petit quartier barré, sauf dans le cas où, comme en Grande-Bretagne l'on considère qu'il est possible de pénétrer par sections isolées dans des quartiers "explosifs sous conditions" sous la protection exclusive de barrages provisoires, et où on ne fait de barrages résistants que devant le foyer. Pour les travaux dans les mines Gabriel et Saint-Charles, ainsi que dans la Ruhr et en Sarre, on a systématiquement construit des barrages résistants pour la pénétration ultérieure quoique récemment on ait utilisé des barrages provisoires pour cette même pénétration. Il faut également remarquer que, d'après les rapports déjà signalés du bassin de Karwin et dans de nombreux autres cas, on a pénétré dans le quartier fermé aussitôt que possible après la fermeture lorsque le feu n'était pas encore éteint.

Pour pouvoir procéder à l'aérage d'un quartier sinistré ou d'une section en présence de mélanges "dangereux sous condition", il faut que le feu soit complètement éteint dans la partie à récupérer et que le quartier soit refroidi, c'est-à-dire qu'il ne subsiste

aucun point chaud par conséquent aucune possibilité de réanimation du foyer. Tout le monde considère cette condition comme la première préalable (à la remise de l'aérage). S'il n'y a pas de gaz combustible il peut en être autrement; c'est ainsi que par exemple dans une mine américaine on a maîtrisé un incendie que l'on avait d'abord isolé pendant très peu de temps, en rechargeant, en aérage passant, le tas chaud et brûlant, et en y jetant de la poussière de stérile<sup>19</sup>.

Finalement il faut encore noter, que lorsque l'on chasse les mélanges gazeux du quartier barré, il faut éviter de mettre en danger les quartiers de la mine et les hommes se trouvant dans le courant de retour d'air. Si le quartier contient des mélanges gazeux "explosifs sous conditions", il faut compter sur la formation de mélanges explosifs lors de leur évacuation. L'évacuation de ces mélanges gazeux peut se faire :

soit qu'on chasse le mélange avec le courant d'air le plus grand possible et le plus rapidement sous la forme d'un bouchon ou pistonnage du gaz

soit que l'on règle l'aérage de façon que les gaz du champ barré ne parviennent dans le retour d'air que suffisamment dilués pour maintenir dans ce dernier la teneur en gaz explosifs en dessous de la limite inférieure d'explosibilité, et empêcher ainsi l'apparition de mélanges explosifs sur un parcours relativement étendu.

Ce dernier but peut être également atteint dans des circonstances favorables, c'est-à-dire : mélanges gazeux à teneur pas trop élevée, quartiers isolés petits et courants d'aérage puissants, en employant le courant d'air complet pour le nettoyage du champ, mais dans la règle générale il exige un courant d'aération faible, contrôlé et dosable. C'est pourquoi on parle dans ce cas, indépendamment de la première exception signalée dans des circonstances favorables, d'aérages dosés ou d'aérations avec dilution, ou d'aérations avec un courant d'air faible ou contrôlé.

Il est essentiel de savoir d'après lequel de ces deux procédés, il faut agir pour éviter un danger d'explosion.

2-4. Explications sur des données fondamentales contenues dans les documents.

Avant de passer aux conclusions qui découlent des considérations précédentes, il convient de préciser les expressions qui reviendront dans les tableaux joints, à savoir : ouvrir un quartier barré, ouvrir d'un seul côté, ouvrir des deux côtés.

La notion d'ouverture ou de réouverture d'un quartier barré est très employée mais n'a pas un sens très précis. La récupération d'un quartier barré n'est pas en général une opération unique ainsi qu'on vient de le voir, mais au contraire se divise en une série d'opérations, à savoir :

1) Le percement ou l'ouverture de ce qui fermait le champ.



2) La progression dans le champ pour une reconnaissance ou pour exécuter certains travaux.

3) Dans la mesure où l'on n'a pas effectué l'opération précédente en air frais, la réaération du champ ou de la section à récupérer, ce qui en cas d'ouverture de deux barrages à lieu par l'aéragé primaire et en cas d'ouverture d'un seul barrage par aéragé secondaire.

Dans les rapports, on appelle "ouverture" soit simplement le percement du barrage, soit la pénétration dans le champ, soit la remise de l'aéragé, soit les trois opérations en même temps. D'autres rapports parlent de la récupération du champ, ou de sa reprise ou de sa libération. Si l'on pénètre sans aéragé dans le champ, on ouvre bien un barrage pour la pénétration dans le champ; cependant ce dernier reste barré. Le champ n'est ouvert que si l'on pénètre avec de l'air frais à l'intérieur ou lors de son assainissement.

On parle d'une ouverture par les deux côtés lorsque l'on ouvre et que l'on maintient ouverts deux ou plusieurs barrages tant sur l'entrée que sur le retour d'air du quartier où il y a eu le feu en vue de l'aérer par la ventilation primaire. L'"ouverture par les deux côtés" précise par là même la façon dont on procède à la réaération.

Si l'on pénètre dans un champ par un seul barrage on parle d'"ouverture par un seul côté". En Sarre on désigne par "ouverture d'un champ" uniquement l'"ouverture par un seul côté". Cette ouverture par un seul côté peut servir :

1) à pénétrer dans un champ pour le reconnaître ou faire d'autres travaux sans avoir l'intention de le récupérer,

2) à aérer par aérage secondaire une voie fermée par un seul barrage sans communication d'aérage et aussi à le libérer,

3) lors du procédé par "sections" à diminuer l'étendue du quartier barré par la construction d'un nouveau barrage à une certaine distance du barrage de fermeture et à aérer la section à récupérer par aérage secondaire,

4) lors d'une exploitation avec faisceaux de voies parallèles pour l'entrée ou le retour d'air à aller construire de nouveaux barrages derrière une liaison d'aérage et à aérer les chantiers après ouverture des deux ou trois premiers barrages par aérage passant; ces procédés sont signalés par Wood,

5) à pénétrer simultanément ou successivement à deux étages différents par les barrages de ces étages et à aller construire de nouveaux barrages au delà d'une liaison d'aérage primaire par "ouverture des deux côtés".

Ainsi on voit d'après les considérations précédentes que si l'"ouverture par les deux côtés" désigne la façon dont on procédera à la réaération du champ; c'est-à-dire en aérage passant primaire, il n'en est pas de même de l'"ouverture par un seul côté"; celle-ci peut en effet avoir pour but de réaérer avec aérage secondaire (paragraphe 2.3) ou bien avec aérage primaire

passant dans les quartiers récupérés dans le cas où l'on veut diminuer l'étendue du quartier barré (paragraphe 4.5) par récupération de parties du champ ou par rapprochement des barrages du foyer.

4-5. Principaux éléments de décision

Sur la base des considérations précédentes l'auteur pense que les principaux éléments permettant de séparer les différents cas de reprise d'un quartier où il y a eu le feu sont les suivants.

1) Composition des mélanges gazeux dans le champ

- a) mélanges absolument dépourvus de danger qui même par adjonction d'air ne peuvent donner aucun mélange explosible
- b) mélanges non dangereux, qui par dilution avec de l'air peuvent devenir explosibles (mélanges "dangereux sous condition")
- c) mélanges explosibles

2) Façon de pénétrer dans le quartier

- a) avec de l'air frais uniquement possible en cas de mélanges absolument dépourvus de danger (cas 1.a)
- b) pénétration en atmosphère inerte en maintenant fermés entrée et retour d'air - nécessaire dans le cas 1.b et possible dans le cas 1.a.

3) Récupération

- a) de tout le champ fermé
  - b) de tout le champ après avoir rapproché les barrages près du foyer
  - c) de parties successives du champ avec le but soit de récupérer tout le champ soit de rapprocher les barrages du foyer
- 4) Manière dont on aère lors de la progression en air frais ou de la réaération
- a) aérage secondaire
  - b) aérage primaire passant
- 5) Manière dont on remet l'aérage dans des mélanges dangereux sous condition
- a) courant d'air complet de façon à réaliser dans la mesure du possible un effet de pistonnage par la chasse des gaz
  - b) courant d'air faible, réglé et dosé pour diluer les mélanges afin qu'il ne puisse se former de mélange explosif dans les retours d'air.

• L'ouverture des quartiers barrés

3-1- Conditions préalables à l'ouverture d'un quartier barré

Avant de commenter les tableaux des procédés de réouverture des quartiers où il y a eu le feu, il paraît opportun de traiter d'abord des conditions préalables à l'ouverture, puis des dangers encourus lors d'une ouverture prématurée et de quelques incidents ou accidents survenus à cette occasion, enfin des conditions préalables aux travaux dans le champ.

Dans la plupart des solutions proposées ainsi qu'on pourra le voir dans le tableau sous la référence 2, on exige l'extinction du feu et le refroidissement du foyer avant le début des travaux, ce qui se traduit pour Prague, van Gember, Forbes et Grove par l'absence de CO et pour ces deux derniers également une faible teneur en O<sub>2</sub>. Hausman exige le recul de l'indice de Graham à sa valeur normale pendant une assez longue période (au moins un mois) tandis que Schewe se réfère aux directives de la station centrale d'Essen pour l'utilisation des résultats des analyses de gaz<sup>x</sup> qui exigent également un retour de l'indice de Graham à sa valeur de base. Grisard et Wood signalent simplement d'une façon générale l'étude des résultats des analyses de gaz pour se rendre compte de l'état du feu et du danger d'explosion sans donner d'indications plus précises. Dans le chapitre "Ouverture des deux côtés pour employer l'aéragage passant dans le champ à récupérer", Schewe n'exige l'extinction du feu et son refroidissement que dans le cas de mélanges gazeux "explosibles sous condition". Apparemment, on a pensé dans ces rapports exclusivement au cas de la reprise de l'aéragage d'un quartier barré en atmosphère "explosible sous condition", mais non à la récupération par sections de chantiers non touchés par le feu ni à des reconnaissances ou à des travaux à exécuter dans le quartier barré.

---

<sup>x</sup> Ces directives se sont montrées insuffisantes notamment sur la question de la reprise des quartiers barrés après un feu et sont depuis quelque temps à l'étude pour une nouvelle rédaction.

Cette question nécessite cependant une codification et sera traitée spécialement plus loin.

Ce n'est pas une question simple, particulièrement dans le cas de feux spontanés, de savoir s'il est admissible de reprendre un quartier où il y a eu le feu, c'est-à-dire de le libérer et de l'aérer. C'est l'utilisation des analyses d'air faites aux barrages qui donnera la base de la décision et à ce sujet le degré de confiance que l'on peut avoir dans les prises est fondamental. On ne peut prendre en considération que les prises faites aux barrages en surpression. C'est pourquoi, déjà pour cette raison, il faut surveiller constamment la pression aux barrages. D'après une décision de l'Organe permanent, la question de l'exploitation des analyses doit faire l'objet d'une étude particulière. Il ne semble donc pas à l'auteur qu'il ait à en traiter, étant donné le thème du travail qu'on lui a proposé et la difficulté de la question; toutefois, quelques indications à ce sujet peuvent avoir de l'intérêt. D'abord il est essentiel de remarquer que si l'on a des doutes sur l'extinction du feu ou de la disparition d'endroits chauds, il faut renoncer à la reprise des régions intéressées par le feu et éventuellement se contenter de diminuer l'étendue du quartier barré. C'est ce qu'a exprimé Schowe dans la séance du 7/12/61 en disant qu'il fallait avoir la certitude que le feu était éteint. Ceci implique également l'absence de régions chaudes. Car s'il n'en est pas ainsi, on peut, après avoir réussi la remise en route de l'aérage du quartier, se trouver dans une situation difficile si le feu se ranime ou si un nouveau feu se déclare par suite d'un

aérage insuffisant nettoyant mal les endroits de la mine que l'on vient de regagner.

Alors qu'autrefois on admettait en général que l'absence de CO est un signe d'extinction du feu et que ceci l'est encore en différents endroits, quelques rapports (Hausman, Schewe) considèrent comme critère suffisant de l'extinction d'un feu la baisse de l'indice de Graham et son retour à sa valeur initiale pendant un temps suffisamment long. L'absence complète de CO est certes la meilleure indication possible; mais il existe des mines où il faut compter avec la présence de CO à la température habituelle du fond par suite d'oxydation du charbon, et des rapports signalent des remises de l'aérage couronnées de succès dans des cas où l'on trouvait encore de faibles pourcentages de CO dans les analyses de gaz<sup>20</sup>. C'est ainsi que, lors de la reprise du quartier barré à la Mine Quosnoy, de Coninck indique 0,002 % de CO dans les prises d'air avant qu'il soit procédé à la réaération. Il est également arrivé que les analyses n'aient indiqué aucune teneur en CO, alors qu'il y en avait de toute évidence<sup>21</sup>. Avec les appareils de mesure dont on dispose actuellement, les erreurs d'analyses proviennent en général d'erreurs dans la prise des échantillons, qui peuvent avoir lieu même lors de la prise des échantillons par "reniflards".

D'autre part, l'accident de la Mine de Cardowan nous apprend qu'il faut donner la plus grande attention à l'apparition de CO après l'aération d'un quartier où il y a eu le feu, même si ce gaz n'est qu'à l'état de traces ou à un pourcentage très faible de quelques millièmes et alors même que l'indice de Graham est bas toutes choses qui ne donneraient pas à réfléchir dans d'autres cas. Dans un tel cas, Houston

recommande de s'attacher à la connaissance exacte de la teneur en CO et à son origine en faisant des prises de gaz à des intervalles de temps plus rapprochés; il recommande de plus, en cas de vitesses d'air faibles et de nappes de gaz distinctes, de faire des prises de gaz en différents points de la section au lieu de faire une prise globale représentative de la moyenne de la section et également d'en faire le plus près possible du lieu d'échauffement supposé (voir paragraphe 35). Les résultats doivent être représentés graphiquement pour pouvoir suivre l'évolution des teneurs et les comparer à celle des teneurs des autres gaz (voir paragraphe 33). Dans le cas de la mine de Cardowan la courbe de la teneur en CO avait une évolution différente de celle des teneurs en CH<sub>4</sub> et CO<sub>2</sub>, ce qui aurait dû indiquer qu'il ne pouvait s'agir pour le CO de restes de gaz non évacués du champ lors du balayage par l'air frais.

Rice<sup>22</sup> pense que l'indice de Graham ne donne aucune indication valable sur l'existence ou l'extinction du foyer, et Fombonne et Champagnac ont indiqué dans la séance du 7/12/61 que l'indice de Graham n'avait que peu de signification dans certaines circonstances, comme par exemple lorsque le manque d'oxygène et la teneur en CO sont très faibles (voir Houston paragraphe 33). La valeur de l'indice est de plus modifiée si les gaz de dilution des fumées du feu sont appauvris en oxygène ou contiennent du CO<sub>2</sub><sup>23</sup>. Ceci n'est pas le cas pour des prises de gaz à des barrages isolants des champs.



Rice ainsi que Forbes et Grovo indiquent dans leurs rapports que même l'absence de CO n'est pas une preuve certaine que le feu est éteint, mais indique simplement qu'il n'existe plus de flamme ou de combustion plus ou moins active. Frantzen signale également de tels cas (voir page 85). Ceci est particulièrement valable dans le cas de champs très étendus dans lesquels le CO ne diffuse pas à travers tout l'espace qui lui est offert. L'absence de CO ainsi que la présence de quelques pourcents d'oxygène ne garantissent absolument pas qu'il n'existe plus de feu en activité ou de charbons chauds, qui pourraient par exemple être enfouis sous un éboulement, si bien que lors de l'arrivée de l'air frais l'incendie pourrait reprendre à nouveau. C'est d'expériences particulièrement amères que l'on a acquis la conviction que les écluses avaient beaucoup de valeur pour la pénétration dans un quartier où il y a eu le feu et qu'il était nécessaire de procéder par étapes et de se livrer à une reconnaissance approfondie avant de détruire les barrages.

Ces considérations montrent la difficulté d'une décision judicieuse. Pour cette décision les analyses isolées ne suffisent pas, mais il faut tenir compte de l'ensemble des observations et ne pas procéder d'après un schéma mais au contraire juger d'après chaque cas d'espèce.

Dans l'étude de cette question il faut encore signaler le remarquable rapport de Willette<sup>24</sup> qui donne la plus grande valeur à l'indice de Graham pour la découverte de feux qui couvent et qui considère cet indice comme une indication de l'état du foyer et de son extinction utile dans la plupart des cas, mais qui signale néanmoins des exemples où cet indice

n'a pas été déterminant pour l'établissement du degré d'activité du foyer. Il existe des veines dans lesquelles le CO produit ne disparaît pas après l'extinction du foyer ou ne le fait que très lentement, si bien que l'indice ne donne aucune indication sur le développement du feu. Dans ce cas on peut utiliser utilement un indice établi d'après le rapport entre le CO<sup>2</sup> et la somme du black damp (1) et des gaz combustibles. Nous ne pouvons pas ici nous étendre plus longuement sur la suite de ces considérations. Mais nous signalons le rapport de Coles et Thirlaway<sup>25</sup> sur la disparition du CO. Mettre comme condition préalable à la remise de l'aération une faible teneur en oxygène, ainsi que la plupart des rapports l'exigent, nous paraît une condition à écarter, car c'est l'état du foyer (extinction et refroidissement) qui est déterminant.

Dans différents rapports et également dans les directives de la station centrale d'Essen pour l'utilisation des résultats d'analyse des gaz de feu, on exige qu'il s'écoule un temps suffisamment long pour permettre le refroidissement avant d'admettre la possibilité d'ouvrir un quartier où il y a eu le feu et de le réaérer. Forbes et Grove (voir tableau) et plus tard Willette donnent

- 
- (1) Black damp signifie "gaz inertes sans gaz combustibles", c'est-à-dire plus précisément l'excès de CO<sup>2</sup> et de N<sup>2</sup> par rapport aux proportions normales de ces gaz dans l'air pur, c'est-à-dire par rapport aux proportions d'une analyse normale d'air. Le concept allemand Matte-Weter : gaz inertes désigne des gaz asphyxiants qui, en raison d'une trop grande proportion de gaz non respirables (CO<sup>2</sup>, N<sup>2</sup>, CH<sup>4</sup>, H<sup>2</sup>) ne sont pas adaptés à maintenir la respiration humaine; ils comprennent donc à leur intérieur des gaz combustibles et l'on ne calcule pas spécialement le pourcentage en N<sup>2</sup> et CO<sup>2</sup>.

des indications sur les facteurs déterminants du refroidissement d'un incendie. Il nous semble que ce serait aller trop loin que d'en discuter et d'en tenir compte dans les recommandations si bien que cette indication suffit. Willette signale dix cas dans lesquels la reprise du champ a eu lieu après un délai de 4  $\frac{1}{2}$  à 21 semaines dans le cas d'incendies de frottement et après un délai de 30 semaines à 6 ans dans le cas de feux résultant de combustion spontanée.

Hausman et Houston dans son rapport sur l'accident de Cardowan recommandaient une attente de 6 mois après l'extinction du feu. Dans les cas signalés par Willette, la réouverture n'a eu lieu qu'après reconnaissance du champ sinistré ou bien, quand il n'y a pas eu de reconnaissance, après avoir fait passer une petite quantité d'air à travers le champ et fait des analyses d'air sur le retour pendant au moins une période de 24 heures. D'une façon analogue Hausman a proposé dans la séance du 7/12/61 qu'en cas d'incertitude sur l'extinction du foyer on ouvre les canars à travers le barrage et que l'on suive les tencours en CO et l'indice et que l'on referme lesdits canars en cas de réanimation du foyer. Willette insiste sur la nécessité d'étudier de façon soigneuse la durée nécessaire pour le refroidissement, particulièrement dans les mines profondes avec des températures d'épentes élevées. Ils considèrent dans ce dernier cas qu'il est correct de procéder tout d'abord à une reconnaissance ou de limiter l'étendue du quartier barré.

3-2. Dangers d'une ouverture prématurée

Il est bon d'avertir du danger qu'il y a à laisser de l'air frais pénétrer prématurément dans un champ où il y a eu un feu. Parfois les directions des exploitations ont tendance à croire qu'un feu est éteint du CO restant présent et à considérer comme acceptable une pénétration en ouvrant le quartier, dans l'ignorance du fait montré par des expériences anglaises qu'un feu peut continuer à couvrir longtemps en présence de teneur d'un ou deux pour-cent d'oxygène et qu'il peut se réanimer en quelques heures en provoquant une forte élévation de température. Le désir de reprendre rapidement l'exploitation des quartiers et le manque d'expérience ont conduit à de nombreux succès. C'est pourquoi il est indispensable de savoir sans doute possible si dans les régions qui seront aérées de nouveau il n'y a ni feu ni régions chaudes. Quelques exemples de ces succès suivent.

Déjà dans des rapports assez anciens sur la reprise de mines du bassin de Karwin, il est indiqué que la reprise en air frais ou la construction de barrages provisoires insuffisamment étanches peuvent entraîner un renouveau du feu non souhaité et conduire à des échecs. Dans son rapport sur le puits Wilhelm (page 689) Mayer signale un accident qui a eu lieu en 1881 à la mine sarroise de Frankenholz : dans un avancement situé à 300 mètres de profondeur et aéré sur une longueur de 110 mètres par une ligne de canars descendant par le puits une explosion provoqua un incendie qui fut barré au puits. A peine

huit jours plus tard, le chef d'exploitation fit ouvrir le barrage et pénétra avec quelques ouvriers dans l'avancement. Il se produisit une nouvelle explosion qui provoqua la mort du chef porion et de ses accompagnateurs. Le quartier fut ensuite noyé.

A Obersuchau, à côté de Karwin<sup>26</sup>, on fut amené à fermer les puits Franz au jour après que des essais d'extinction et de barrages au fond n'aient pas abouti. Après deux mois et demi on essaya de repousser les barrages dans les accrochages en travaillant en air frais grâce à un court-circuit entre les deux puits qui étaient très voisins; il y a eu après fermeture des barrages une violente explosion qui contraignit à fermer les puits au jour et ultérieurement à reprendre le champ par parties en atmosphère inerte.

En 1924, à la mine Gabriel, à Karwin, une explosion se produisit peu après la fermeture d'un quartier en feu; elle endommagea le barrage, tuant quinze hommes et en blessant gravement six qui travaillaient au renforcement du barrage. On arrêta le ventilateur et on ferma les clapets des puits. Il fut question de barrer les puits, mais on décida en vue de récupérer le champ ouest non atteint par l'explosion et l'incendie de maintenir l'aérage naturel dans la mine et de barrer le champ est. Quelque temps après l'ouverture des puits il y a eu au fond une explosion qui se propagea grâce à la poussière de charbon et qui provoqua d'importantes destructions au jour. Les puits furent alors barrés au jour. La mine fut à

nouveau ouverte par sections en atmosphère inerte, après avoir rapproché les barrages du foyer.

En avril 1925 un quartier fut barré après un feu à la mine Rockwood dans le Tennessee<sup>27</sup>. On couvrit et réaéra le quartier le 18 juillet. Le 22 on trouva des charbons incandescents. Tandis que l'on discutait des mesures à prendre, noyer ou rebarrer, il se produisit le 23 une explosion qui tua dix hommes. Le quartier fut de nouveau barré et le champ fut repris à partir du 22 octobre lorsque les analyses indiquèrent 75 % CH<sub>4</sub>, 0,0 de CO et 0,1 de O<sub>2</sub>.

A la mine de Hannover<sup>28</sup>, le 23/9/1939 deux exploitations dans deux veines en demi-dressant avaient été barrées à la suite d'un feu consécutif à une explosion provoquée par un tir de mine. Le 8/1/1940 l'ingénieur en chef des mines inspecta le quartier qui fut ensuite refermé pour provoquer l'extinction définitive de quelques endroits incandescents dans les voies, une taille et un bure éboulés. Le 22/10/1940 le champ fut ouvert par un étage intermédiaire. On pouvait circuler dans les voies sur 50 mètres à partir du travers-banc. On répara les voies et le travers-banc en aérant les lieux du travail en laissant entrer de l'air par la porte du barrage maintenue ouverte. Environ 80 m<sup>3</sup>/minute pénétraient par le barrage et s'en allaient à l'étage supérieur par des fuites. Le 3/11 on nota une accumulation de grisou derrière le barrage que l'on voulut dissiper en ouvrant en grand la porte.

C'est alors qu'une flamme qui blessa quatre hommes grièvement sortit de la voie. Il est facile de voir que le feu avait repris dans la partie non encore relevée de la voie. Le barrage fut refermé à nouveau.

3-3. Conditions préalables à la pénétration dans un quartier barré

Schewe a donné les directives suffisantes et bien appropriées au sujet de la pénétration en atmosphère non dangereuse, c'est-à-dire soit en air frais, soit sans aérage, dans un quartier barré. Il est à noter que seuls Prague et Schewe ont traité de cette question. Au sujet de son exigence que l'incendie soit vraisemblablement éteint si l'on veut assainir le quartier par un aérage passant, il faut remarquer l'exemple cité plus haut (page 14) de la lutte victorieuse contre un incendie dans une mine américaine<sup>19</sup>. Prague exigeait également l'extinction de l'incendie reconnaissable à l'absence de CO. Il paraît suffisant de faire dépendre la pénétration simplement de la vraisemblance de l'extinction du feu ou de la possibilité de son extinction ou de son défournement et de laisser ainsi la décision à la direction de l'exploitation.

Trois exemples vont être indiqués sur les possibilités de la pénétration en atmosphère non dangereuse, à savoir l'un en air frais avec ouverture des deux côtés, le second avec de l'air frais avec ouverture par un seul côté et le troisième de pénétration sans aérage.

A la mine n° 59 de la Peabody Coal Co<sup>19</sup> qui exploitait à 80 mètres de profondeur une veine par chambre et piliers, un court-circuit entre la ligne aérienne du trolley et une des berlines fut provoqué par un déraillement, dans une voie principale d'extraction en retour d'air, de la locomotive d'un train de pleines lors de sa collision avec des berlines vides; le court-circuit provoqua un incendie violent dont les fumées menacèrent plusieurs chantiers et entraînèrent l'évacuation et des actions de sauvetage des ouvriers. L'incendie avait pris une grande extension et fut combattu par les deux côtés; on rejeta sur ce qui brûlait (schiste, bois et charbon) une abondante quantité de poussière de stériles; on rechargea à la machine dans les berlines recouvertes de poussière de stériles les produits en combustion, et enfin on arrosa l'ensemble avec de l'eau. Lorsque l'on se trouva en présence d'un éboulement assez important, on se décida à barrer le quartier avec des parois en planches munies de revêtements en contre-plaqué. On travailla en air frais d'abord sur le côté ouest, puis à la suite sur le côté est en utilisant pour retour d'air des vieilles voies et des vieux puits. A partir de camions-citernes au jour, on envoya du CO<sub>2</sub> dans le champ en feu. Les premières analyses faites près des barrages ouest donnèrent 57 % de CO<sub>2</sub> et 6 % de O<sub>2</sub> tandis que l'on ne put faire d'analyses utilisables près des barrages est qui étaient en dépression. Comme les analyses ultérieures indiquaient une dilution sensible du CO<sub>2</sub> à cause des fuites dans le quartier en feu et de la non-étanchéité des barrages, on rouvrit ces derniers six jours après leur fermeture et on reprit le champ en chargeant les déblais, remontant les éboulements et en



refaisant le soutènement des voies, si bien que l'on put reprendre l'exploitation environ trois mois plus tard. On peut admettre que le CO<sup>2</sup> a facilité une récupération aussi rapide; mais pour le reste il s'est montré inefficace. Lorsque l'on rencontrait des produits incandescents, on les recouvrait sous d'abondantes quantités de poussière de stériles, dont on utilisa jusqu'à 50 tonnes par poste. Sans cette utilisation massive de poussière de schiste, on n'aurait vraisemblablement pas pu défourner le feu.

Cabolet<sup>18</sup> décrit des travaux effectués en 1940 pour récupérer du matériel et libérer une voie en direction dans un quartier qui avait été fermé en 1939 assez loin du foyer à la suite d'explosions. Les analyses n'indiquaient aucune teneur notable en CH<sup>4</sup>. Après ouverture des barrages on travailla alternativement à deux étages en reformant par un barrage provisoire l'étage auquel on ne travaillait pas. Les travaux se faisaient en air frais, sans aérage secondaire, avec un courant d'air de 50 à 150 m<sup>3</sup>/minute qui avait pour retour d'air des étages supérieurs et des vieux travaux. Selon la situation, on utilisait ou non des appareils respiratoires. Comme barrages provisoires on utilisait des toiles d'aérage ou des parois de planches tandis que l'on construisait des barrages murillés pour diminuer l'étendue du quartier barré, dans lequel le feu n'était vraisemblablement pas éteint, car à l'étage supérieur la température était parfois de 70 à 100° et de temps en temps des analyses contenaient du CO. Une telle façon de procéder n'est admissible que s'il n'y a aucun danger d'explosion ainsi que le montre l'exemple d'Hannover (page 29). Comme exemple de pénétration sans aérage on

peut citer l'intervention en 1930 à la mine de lignite Nelson, située dans le nord-ouest de la Bohême en Tchécoslovaquie; rapportée par Plasche<sup>29</sup>. On construisit d'abord une fermeture avec de la toile d'aérage, puis à 0,5 mètre devant une paroi en planches; on aéra la portion ainsi libérée et on construisit à 0,5 m devant la paroi en planches un barrage de deux pierres d'épaisseur avec une porte en bois. L'ouverture de la porte pouvait être murée provisoirement. Aucune indication n'est donnée sur la composition des gaz. La mine avait été ravagée par un grave coup de poussières, vraisemblablement amené par une explosion de fumées d'incendie. Si une écluse est nécessaire, on construira deux barrages distants de 5 mètres l'un de l'autre.

En ce qui concerne la pénétration dans un champ en présence de mélanges explosifs dans certaines conditions, pour des reconnaissances, des travaux ou la reprise par sections, Schewe, van Gerber, Prague ainsi que Forbes et Grove donnent quelques indications sur les cas où ils la considèrent comme admissible. Pour Schewe on peut ouvrir d'un seul côté, c'est-à-dire pénétrer dans le champ pour en restreindre l'étendue ou pour l'exécution de travaux, même quand le feu n'est pas encore éteint. Les autres auteurs semblent aussi l'admettre, quoiqu'en ne le disant pas expressément. Ceci implique la présence de CO dans le champ. D'après une indication de van Gember, le service des mines de Sarrebruck exige que le feu soit éteint, ce qui doit se traduire par un faible pourcentage en oxygène et l'absence de CO. Cette exigence est à rejeter, car la récupération de quartiers barrés, telle qu'elle a eu lieu dans de nombreux cas, en particulier

dans des travaux très étendus dans les mines de Karwin et aussi dans des mines allemandes (voir en particulier page 30) auraient subi de grands retards sans que l'on ait pu pour autant établir avec certitude que le feu était éteint. En particulier, dans le cas où l'on a fermé, au jour ou au voisinage des puits, des champs alors que le foyer de l'incendie était éloigné, on ne peut pas repousser jusqu'à l'extinction totale du foyer une reprise par étapes du quartier barré; toutefois, celle-ci ne peut évidemment avoir lieu que sans aérage, en atmosphère inerte. L'auteur se trouve ainsi du même avis que Schewe.

Le service des mines de Prague exigeait que la teneur en oxygène soit inférieure à 8 % si l'on voulait effectuer des travaux dans un quartier barré où la teneur en gaz combustibles (CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>) était supérieure à 2 %.

Forbes et Grove admettent que l'on peut faire des travaux dans un quartier barré si la teneur en oxygène ne dépasse pas 6 %. D'après leur rapport, on a commencé les travaux pour la reprise par sections de 130 mètres du quartier barré à la mine Horning; alors que les analyses donnaient CO<sub>2</sub> : 4,3 % O<sub>2</sub> : 4,4 % CH<sub>4</sub> : 36,5 % CO : 1,5 %. Jusqu'au cinquième jour la teneur en CO resta au-dessus de 1 %.

Il faut d'abord voir si l'on doit émettre des recommandations au sujet de la teneur admissible en CO. On ne trouve à ce sujet aucune limite indiquée pour des travaux effectués avec des appareils respiratoires. Toutefois, travailler avec des teneurs en CO de 1 % et plus n'est pas souhaitable; ce n'est toutefois pas évitable dans la lutte contre les feux de mine. Dans les limites du possible on devrait admettre comme frontière une teneur plus faible. Il est recommandé, lors de travaux dans un champ barré, d'avoir sur les lieux du travail une civière

et un appareil respiratoire de réserve et de disposer d'une possibilité de conservation avec la base en air frais. Ceci est particulièrement valable quand la teneur en CO est élevée. Dans ce cas on ne devrait, comme ce fut le cas à la mine Horning, procéder à des reconnaissances ou à des travaux qu'à courtes distances. Il faut cependant encore penser au cas où, pendant les travaux dans le champ, la teneur en CO monte de façon rapide et continue, ce qui indique une reprise du feu sous l'influence d'une venue d'oxygène non contrôlée et impossible à localiser; d'après le rapport annuel de la station centrale de sauvetage des mines de la Sarre, ce fut le cas à la mine de Reden en 1947. En un laps de temps de trois jours la teneur en CO monta de 0,5 à 1 %, ce qui conduisit à arrêter les travaux. Schewe exige dans les règles de base que l'on surveille la composition des gaz pendant les travaux de reprise des champs où il y a eu des feux et qu'en cas de réanimation du foyer le champ soit refermé immédiatement s'il y a un danger d'explosion. Il résulte de cette phrase et de celle qui suit que Schewe n'envisage alors que la remise de l'aérage et les cas des mélanges non dangereux, puisqu'il indique que c'est le danger d'explosion ou le succès des travaux d'extinction lors des mélanges non dangereux qui est déterminant. Une réanimation du feu est cependant à envisager même en cas de travaux en atmosphère inerte sans aérage ainsi que le montre l'exemple de Reden et il faudra en tenir compte dans les recommandations.

Dans les méthodes proposées, on pose comme condition préalable à une progression sans aérage en atmosphère inerte que les mélanges gazeux ne soient pas explosibles, sans toutefois donner de plus amples renseignements à ce sujet, exception faite de Prago et de Forbes et Grove. Cadel rapporte que lors des travaux à la mine Saint-Charles on a veillé à ce que l'atmosphère ne soit pas explosive. Schewe (IV, I) exige que l'on s'assure continuellement par des prises et l'exploitation des analyses que le mélange gazeux reste non explosif. L'exploitation des résultats d'analyse en vue de déterminer le danger d'explosion doit avoir lieu selon les directives de la station centrale de sauvetage sur l'exploitation des résultats d'analyse des prises de gaz lors de la lutte contre les feux.

Dans ces derniers le cas de la progression (1) dans un quartier fermé n'est pas envisagé, mais uniquement le danger d'explosion lors de la fermeture des barrages ou de la remise de l'aérage dans un champ fermé. Dans le premier cas la limite d'alarme (2) de 0,6 ne doit pas être dépassée ou bien la teneur en  $\text{CH}_4$  doit être supérieure à 16 % ou la teneur en oxygène être inférieure de 2 % à la teneur limite critique. La limite d'alarme qui ne tient pas

---

(1) Voir note au bas de la page 20

$$(2) \frac{\% \text{CH}_4}{5} + \frac{\% \text{CO}}{13} + \frac{\% \text{H}_2}{4} + \% \text{HCL} = 0,6$$

HCL = hydrocarbure supérieur

Si la valeur du nombre de gauche atteint 1, on a atteint la limite inférieure d'explosibilité.

compte de la teneur en oxygène ne peut être utilisée dans ce cas, car dans le cas de mélanges gazeux dangereux sous condition dans un champ barré la limite inférieure d'explosibilité est largement dépassée. Il n'existe de teneur limite critique en oxygène que pour des mélanges dont la teneur en  $\text{CH}_4$  est à l'intérieur du domaine d'explosibilité. D'autre part ce n'est pas une constante et elle est fonction de la teneur en gaz combustibles. S'il n'y a que du  $\text{CH}_4$  en présence de faibles quantités de CO et s'il est nécessaire de pénétrer dans le quartier barré on peut accepter de prendre la plus petite valeur critique de la teneur en oxygène qui est 12,1 pour le  $\text{CH}_4$ . Mais il semble à l'auteur que pour des travaux dans un quartier barré une sécurité de 2 % en dessous de la valeur critique de la teneur en oxygène est insuffisante, si bien qu'on ferait mieux de prendre la valeur maximale imposée par Prague, soit 8 %, ou celle de Forbes et Grove, soit 6 %. Il semble utile de fixer une limite à la teneur en  $\text{CH}_4$  qui soit suffisamment supérieure à la teneur supérieure limite d'explosibilité et qui doive toujours être dépassée. Certes, la teneur en oxygène est dans la plupart des cas inférieure aux limites précédemment fixées, mais elle peut les dépasser ou même dépasser la teneur critique sans qu'il y ait pour cela danger d'explosion. Mais la teneur limite de 16 % de  $\text{CH}_4$  n'offre pas de marge de sécurité suffisante. A la mine Gabriel, et lors de travaux de reprise de mines sarroises vers 1940, on a décidé de fixer un minimum à la teneur en  $\text{CH}_4$ . On a choisi à la mine Gabriel (voir page 161) un minimum de 30 % et dans les mines

sarroises d'abord 20 %, puis 25 % (voir Lehmann, page 825); après une communication de van Gemer on exige maintenant en Sarre un minimum de 20 % de CH<sup>4</sup>. Ceci s'est révélé bon durant les nombreux travaux de longue durée de reprise de ces champs et devrait bien correspondre aux exigences de la pratique. Si cette question n'est pas traitée dans les autres rapports sur la récupération des champs barrés, la cause en est peut-être qu'en y a toujours des teneurs très élevées, qui même passagèrement ne peuvent s'abaisser dans le quartier barré jusque dans le domaine d'explosibilité au contraire de ce qui s'est passé dans les autres cas traités. Une limite de 25 % et même de 20 % dans les gaz des prises faites aux reniflards (1) des barrages offre une sécurité suffisante. Il sera bon, dans les recommandations, de donner des indications à ce sujet. Dans les mines sarroises on exigeait qu'à chaque poste on fasse des prises de gaz dans le champ barré à 10 ou 20 mètres derrière l'écluse. Dès que le CH<sup>4</sup> descendait en dessous des valeurs limites indiquées ou que le CO montait de façon continue, on retirait les équipes du champ et on devait le signaler immédiatement.

---

(1) Dans les travaux décrits par Hugo (voir page 30) de tels mélanges n'existaient à la connaissance de l'auteur qu'au barrage de retour d'air et dans un domaine limité, mais pas au barrage d'entrée d'air ni à l'étage d'entrée d'air. On voit qu'ici aussi des exceptions sont possibles.

#### 4. Discussion des méthodes proposées

##### 4-1. Généralités

Nous en arrivons maintenant à la discussion des propositions faites par les délégations; la base en sera les récapitulations faites dans les tableaux joints. Par commodité, les paragraphes "généralités et règles fondamentales" seront contrairement à l'ordre, traitées après l'étude de la méthode proposée.

Les rapports sur les méthodes proposées ou utilisées sont très différentes tant dans leur étendue et par l'étude plus ou moins détaillée du procédé et de ses particularités par les points de vue d'après lesquels les procédés sont groupés. Le rapport britannique de Wood, qui reproduit l'Information Bulletin n° 52/75 du National Coal Board et le rapport allemand de Schewe qui constitue un projet étudié en collaboration avec les services des mines de Bonn et de Dortmund du pays Westphalie-Rhénanie du Nord, de nouvelles directives pour la protection contre le feu et l'incendie au fond dans les mines de charbon, sont les plus étudiés, mais diffèrent notablement l'un de l'autre, en partie d'ailleurs à cause des conditions d'exploitation différentes dans ces deux pays. Ainsi que le montrent les schémas, le rapport de Wood étudie la question en fonction des méthodes habituelles d'exploitation en Grande-Bretagne : exploitation dans une veine unique, en plateaux, avec tous les travaux préparatoires en veine, des voies d'entrée et de retour d'air parallèles avec des recoupes d'aérage entre les deux (exploitation par faisceau de voies parallèles).



Cette méthode est également très usitée aux U.S.A. (voir la fosse Horning). Lors de la fermeture de voies d'entrée et de retour d'air parallèles, au même niveau, peu éloignées l'une de l'autre, les chutes de pression dans le courant d'air entre les barrages sont moins élevées que lorsque l'on exploite des veines entre deux étages différents dont les ossatures sont au rocher à plusieurs étages. Il est dans le premier cas plus facile et plus efficace d'obtenir l'égalité de pression entre les deux barrages. De grandes différences de pression entre les barrages et des infiltrations d'air dans le champ ne sont dans ce cas à prévoir que si le courant d'air principal est conduit tout autour du champ barré comme ce fut le cas lors du feu à la mine Oakmont (Forbes et Grove, page 33, et Dunbar<sup>31</sup>). Les circonstances expliquent la possibilité de l'utilisation très souvent couronnée de succès de barrages provisoires simples, faits à l'aide de parois en planches que l'on a rendu étanches, lors de la progression par "sections" pour limiter l'étendue du quartier barré.

Dans les rapports de Grisard et de Schewe on signale des procédés spéciaux; à savoir : pour Grisard l'ensoufflage ou l'utilisation de remblai hydraulique pour l'extinction du feu et le remplissage des chantiers de la mine et pour Schewe la reprise de quartiers noyés pour en obtenir l'extinction. Le premier procédé est cité à différentes reprises dans les écrits français sur la question et également par Frantzen. Ce procédé, également connu dans d'autres pays et utilisé également partiellement avec succès pour la fermeture de quartiers, exige l'existence

préalable des installations correspondantes. Il ne sera pas traité plus avant dans cette étude. Dans tous les pays, on a, dans certains cas appropriés, recours à la noyade de certains quartiers à feu pour les fermer au lieu d'utiliser des barrages. A ce sujet, il faut signaler que des les chantiers inclinés il se forme dans des espaces vides ou dans des montages non percés un bouchon d'air, si bien que si l'on procède rapidement à un dénoyage un feu peut facilement se ranimer. On peut éviter cet inconvénient en attendant longtemps avant de procéder au dénoyage ou en faisant des trous dans ces poches d'air (Rice, Paul et de Bernowitz, page 116). Après dénoyage d'un champ étendu, dans lequel les quartiers devront successivement être remis en état, et si les veines sont sujettes à auto-inflammation spontanée, il est recommandé de rétablir d'abord un circuit d'air primaire principal et de barrer les exploitations de façon à y éviter des courants d'air parasites.

#### 4.2. Discussion détaillée

En ce qui concerne le tableau comparatif, il faut remarquer que pour certaines méthodes proposées il faut se reporter aux documents eux-mêmes tandis que pour certains autres l'exposé en a été fait par l'auteur tel qu'on le trouve dans le tableau.

On ne trouve de classification des procédés repris dans le tableau, d'après la composition des mélanges gazeux du champ, que dans les propositions de Coninck et de Schewe, tandis que Logelain et Hausman, van Genber, Wood et Forbes et Grove ne traitent que des méthodes utilisées en cas de mélanges gazeux dangereux sous condition. Il n'est pas acceptable que l'on impose la même façon de faire dans le cas de mélanges dangereux. Ceci est le cas, pour Forbes et Grove, dans le rapport cité en exemple de la lutte contre un feu par défournement et chargement des matériaux en combustion. Wood signale simplement dans le paragraphe "Factors influencing the choice of reopening" que dans le cas de mines non grisouteuses on peut mettre directement l'aérage pour assainir le champ. La consigne de la lutte contre les feux de Prague distingue le cas de progression en air frais de celui de la progression en atmosphère confinée, c'est-à-dire en atmosphère inerte; le premier procédé est applicable tant avec des mélanges non dangereux qu'avec des mélanges dangereux sous condition si le feu est éteint et le second si l'allumage de gaz combustibles par un feu non encore éteint est exclu, c'est-à-dire si les fumées contiennent moins de 8 % d'oxygène. Ici on envisage bien la reprise du quartier en atmosphère non dangereux, mais on ne fait pas de séparation claire d'après le degré de danger des mélanges gazeux. Les recommandations doivent envisager le cas de mélanges non dangereux, ainsi que l'ont fait les recommandations de l'Organe permanent pour la fermeture par barrages de quartiers en feu et Messieurs de Coninck et Schewe, et apporter une classification des procédés d'après la composition des mélanges gazeux prise comme critère principal.

Le dernier rapport annuel de la station centrale de sauvetage d'Essen, fait pour l'année 1961, cite quelques cas d'ouverture d'un seul côté d'un quartier barré en aérage secondaire aspirant dans le cas de mélanges non dangereux. Rappelons également à ce sujet le rapport de Cabolet<sup>18</sup> sur le rapprochement du feu des barrages en effectuant les travaux en air frais. Ainsi donc, il faut parler dans les recommandations de la reprise en cas de mélanges gazeux non dangereux.

Alors que Schewe fait de la composition des mélanges gazeux le critère fondamental du choix de la méthode, de Coninck le soumet à la sanction d'une possibilité de reconnaissance. Grisard et Wood font de la reconnaissance un critère important pour la classification des méthodes et tous les deux, en cas de non reconnaissance, proposent l'aération immédiate du champ. Van Gember et Forbes et Grove estiment nécessaire une reconnaissance préalable à tout travail ou tout aérage du champ, et Hausman la demande dans la mesure du possible. Schewe et Prague n'en parlent absolument pas. Ainsi, cette reconnaissance préalable n'est pas considérée dans les cinq derniers rapports cités comme un critère déterminant pour la classification des procédés de réouverture. L'auteur a insisté sur la nécessité d'une reconnaissance, mais ne considère pas cette dernière comme déterminante pour la classification des procédés. Elle est une condition préalable à l'étude de la

possibilité de l'exécution dans un champ et importante pour ce qui est de la réaération si dans la partie à réaérer il y a eu un feu et qu'il faille encore compter avec des endroits chauds, mais elle n'est pas déterminante dans la classification des procédés. En cas d'impossibilité de reconnaissance, la direction des opérations a à décider si elle peut prendre la responsabilité de la réaération du champ en ouvrant des deux côtés ou si elle ne le peut pas.

Comme nous l'avons déjà indiqué, Grisard distingue le cas où l'on a reconnu le champ de celui où on n'a pas pu le faire et recommande dans ce dernier cas l'ouverture par les deux côtés pour assainir le champ et dans le second cas de procéder à une progression par étapes avec une écluse. Puis il sépare ces deux procédés d'après la réalisation de l'assainissement, il laisse le choix entre la dilution du grisou, c'est-à-dire avec un faible courant d'air dosé, ou bien le pistonnage du grisou, c'est-à-dire avec le courant d'air maximal possible. Nous traiterons de la réaération ultérieurement, si bien que nous ne discuterons pas ici de ces propositions. Grisard décrit ensuite en détail la progression par étapes sans aération avec des écluses et la réaération par aération secondaire de la partie à assainir.

De Coninck traite d'une façon approfondie dans les différents paragraphes de son rapport où il distingue les cas d'après l'existence ou non de la possibilité d'une reconnaissance et d'après la composition des mélanges gazeux la question de la remise de l'aération et se prononce en faveur de la remise de tout l'aération possible. En conclusion, il insiste sur la diversité des circonstances et sur les difficultés dans les cas de réseaux très ramifiés ou d'éboulements importants qui peuvent rendre nécessaire une progression par étapes. Il ne donne pas de détails à ce sujet.

Hausman se prononce pour un aérage avec courant d'air dosé et donne des indications pour l'ouverture des quartiers barrés, sans traiter en détail des méthodes et sans les séparer selon les procédés utilisés.

Van Gember et Forbes et Grove distinguent le cas de la récupération de l'ensemble du quartier barré en aérant avec un aérage primaire passant de celui de la reprise par étapes; dans ce dernier cas, van Gember accepte l'aérage secondaire pour assainir l'air jusqu'au barrage suivant alors que Forbes et Grove parlent d'une ouverture des deux côtés avec aérage passant, c'est-à-dire ne parlent pas d'un assainissement avec aérage secondaire. Ceci s'explique facilement en pensant à l'exploitation avec faisceau de voies telle qu'elle est usuelle en chambres et piliers. Van Gember ne prend pas en considération, que même dans une reprise par étapes, on peut assainir le champ à récupérer par l'aérage primaire si l'on a pu repousser la construction des nouveaux barrages d'entrée et de retour d'air derrière une voie de jonction de ces deux circuits. Sinon, il faudrait établir un barrage dans cette voie, ce qui n'est pas admissible, après avoir récupéré séparément l'entrée et le retour d'air en aérage secondaire. Il est à noter que van Gember insiste sur une indication importante, non signalée par les autres auteurs, à savoir d'éviter en tous cas de faire entrer de l'air dans le champ dans une région non contrôlée. Pour ce faire, il faut étanchéifier de façon convenable les régions fissurées dans les parements des voies et les barrages insuffisamment étanchés des vieux travaux.

Wood a fourni un travail important, très réfléchi, et allant jusqu'aux détails, dans lequel on trouve des indications sur la mission des troupes de sauveteurs en reconnaissance, l'organisation de la permanence, la mise en oeuvre des équipes de sauveteurs par demi-heure, l'utilisation de matériel récupérable dans le champ pour la construction de barrages, la création de moyens de transport pour le matériel dans le champ, l'utilisation de marteaux et de clous en cuivre. Beaucoup de ces indications sont traitées dans les autres pays dans les directives d'exécution des sauvetages. C'est ainsi par exemple qu'en Allemagne la durée normale d'une intervention d'une équipe de sauvetage est normalement de deux heures, et est réduite en fonction des conditions climatiques ambiantes. L'utilisation d'outils en cuivre n'est signalée que dans les rapports anglais et américain et n'est apparemment pas envisagée dans les autres pays.

Il semble que de telles indications, utiles en elle-même, aillent trop loin pour être reprises dans des recommandations des groupes de travail, dans lesquelles tous les détails ne peuvent pas être étudiés, mais doivent être réglés selon les cas par la direction des opérations; de plus certaines indications sont adaptées aux conditions des houillères britanniques.

La classification des procédés correspond dans son essentiel, à celle proposée par l'auteur pour les principaux critères distinctifs d'action pour la récupération d'un quartier barré. Elle s'en distingue pour l'assainissement du champ complet par l'indication de deux procédés, avec ou sans reconnaissance, le procédé direct et le

d'inspection. Ces deux procédés se distinguent uniquement par l'exigence d'une écluse pour la reconnaissance et par des indications pour cette reconnaissance. L'auteur pense qu'avec des barrages munis de portes ou de trous de canars, l'installation d'une écluse pour une simple reconnaissance n'est en général pas exigible. Cet avis résulte également du rapport de Monsieur de Coninck (page 4). L'exécution des travaux est décrite dans le détail; il faut noter que les indications s'appliquent plus particulièrement aux conditions usuelles dans les chantiers britanniques. Cela n'exclut pas que dans les recommandations on se décide à utiliser la même articulation des procédés. L'auteur du rapport a lui-même traité comme point spécial la reprise de tout un champ après limitation de l'étendue de la zone barrée. Ceci ne veut toutefois pas dire qu'il faille en faire un signe distinctif d'un procédé spécial. Ceci est toutefois le cas dans le rapport de Wood car il y admet que la reprise par sections se fait avec des barrages provisoires, tandis que l'on exige un barrage résistant en cas de ressèment des barrages autour du foyer. Il n'en est pas de même, d'après les rapports fournis, dans les pays continentaux où les conditions sont différentes et ce ne serait pas à recommander; en Ruhr et en Sarre, par exemple, le service des mines n'autoriserait pas que pour une reprise par sections, on renonce à des écluses et à des barrages résistants. Cette question sera encore étudiée ultérieurement.



Wood traite encore des différentes façons de construire les barrages et les fermetures provisoires ainsi que de l'aérage secondaire, point qui sera examiné ultérieurement; puis aborde la question de l'égalisation des pressions sur les barrages, ce qui n'est pas traité dans les autres rapports. Cette indication qu'il faut réduire autant que possible par des mesures appropriées, la différence de pression entre les barrages d'entrée et de retour d'air est déjà contenue dans les commentaires des recommandations de l'Organe permanent au sujet de la fermeture des quartiers en feu et n'a donc pas besoin d'être répétée. La manière dont cette question doit être résolue est à laisser au choix des exploitants. Au delà des mesures habituelles Wood traite également de l'installation de chambres de pression; à ce sujet, il se distingue des indications données par l'auteur (page 824-fig. 10) en prévoyant en plus du canar aspirant ou soufflant un deuxième canar muni d'un registre réglable, ce que l'auteur n'a prévu que pour les chambres de pression et particulièrement vastes (fig.11). Cette mesure pour égaliser la pression aux barrages a été utilisée la première fois en l'année 1895 (Kohaut et Pilar page 394) sous le nom de porte de dépression et plus tard sous le nom de joint aérodynamique, et finalement aussi sous le nom de chambre pneumatique. L'auteur a introduit les notions de chambre de dépression et de surpression pour la distinction de ces chambres selon qu'elles sont aux barrages d'entrée ou de retour d'air. Coulshed 32 a proposé de faire une chambre devant le barrage d'entrée d'air et conduire à partir de celle-ci une tuyauterie de deux pouces jusqu'à la proximité immédiate mais devant le barrage de retour d'air et d'obtenir ainsi un point de pression égale. Ce procédé serait indépendant des variations de la

pression barométrique et d'après Coulshed a été efficace dans un quartier barré.

Le rapport de Schewe établit d'abord une distinction entre les procédés pour la reprise d'un quartier barré, selon la composition des mélanges gazeux et ensuite dans les paragraphes principaux selon le nombre de côtés ouverts (un ou deux) et donne pour ces cas les indications nécessaires, qui d'ailleurs ont été également plus ou moins données dans les autres rapports; il ne traite pas des détails qui sont à régler selon chaque cas d'espèce et sur lesquels la décision est à laisser au chef de l'intervention. Il apporte des directives pour la reprise de quartiers barrés lorsqu'il n'y a pas de mélanges dangereux; elles sont, comme il l'a déjà été indiqué (page 30) complètes et suffisantes. Des indications sont données sur les travaux d'extinction et sur les cas où il est admissible de faire une reconnaissance. Il ne signale pas le défournement et le chargement du matériau incandescent ainsi que ceci se pratique parfois dans les mines américaines.

Dans le paragraphe "Ouverture par un seul côté" il exige, si l'on a à faire à des mélanges non dangereux, que personne ne soit mis en danger par l'arrivée de ces mélanges dans l'aérage primaire sous l'action d'un ventilateur d'aérage secondaire. Cette exigence n'est pas reprise dans le paragraphe "ouverture par les deux côtés". Dans le cas de mélanges gazeux sous condition, il va plus loin que dans le cas des mélanges non dangereux et exige tant pour l'ouverture par un que pour l'ouverture par deux côtés que tous les chantiers susceptibles d'être mis en danger par les gaz du quartier ou par des explosions soient auparavant évacués et barrés au personnel. On trouve dans les règles de base cette même directive qui vaut pour tous les cas.

On peut ainsi donc la supprimer dans chacun des cas traités ou, si l'on estime opportune sa répétition, mettre également une indication à ce sujet lors de la réouverture par les deux côtés en présence de mélanges non dangereux.

Lors de l'ouverture d'un seul côté en présence de mélanges gazeux non dangereux on peut exécuter les travaux dans le champ soit avec aérage secondaire soit sans aérage en atmosphère inerte. D'après le rapport de Cabolet, on peut également (page 32) progresser avec utilisation d'un faible courant d'air frais. Il est préférable, en cas d'aérage secondaire, d'utiliser un aérage aspirant. Une explication de ce que l'on conçoit par atmosphère inerte sans aérage serait utile.

Dans le paragraphe traitant de mélanges gazeux dangereux sous condition, il est exigé lors de l'ouverture par un seul côté, d'avoir une écluse. Il y a des cas où on peut s'en dispenser, par exemple, pour une reconnaissance unique au-delà du barrage (voir de Coninck p.4) ou si l'on a affaire à une voie en ferme, sans communication d'aérage. Des reconnaissances sont également effectuées dans la Ruhr grâce à un canar dans le barrage sans la présence d'une écluse. Ce cas n'a pas été ici ou étudié ou envisagé. D'après les instructions valables en Sarre, il faut construire des écluses lorsque celles-ci sont nécessaires. Il résulte du rapport de Schewe, même si ce n'est pas dit expressément,

que si l'on construit une écluse devant un barrage que l'on veut ouvrir, il faut au cas où on devrait faire un trou dans ce dernier, assurer la fermeture du champ par un barrage résistant aux explosions.

On demande également de vérifier, même en cas d'ouverture par un seul côté avec des mélanges non dangereux, s'il n'y a pas de danger que des mélanges gazeux sortant du champ envahissent d'autres chantiers de la mine en liaison avec ce champ. Cette exigence est importante, particulièrement si l'on progresse par le retour d'air en atmosphère non dangereuse, lors d'une chute de la pression barométrique. Le danger n'existe cependant que si on laisse la porte du barrage ouverte en progressant dans le quartier; c'est pourquoi il faut indiquer que si l'on progresse dans le quartier en avant d'une écluse, il y ait toujours une porte de cette dernière fermée.

Dans leur second paragraphe, les directives pour l'ouverture par un seul côté en présence de mélanges gazeux sous condition traitent de la façon de faire les prises d'air et du contrôle de l'explosibilité du mélange gazeux pendant les travaux en atmosphère inerte. Il ne faut pas seulement s'assurer que le mélange reste non dangereux, mais encore surveiller une éventuelle montée de la teneur en CO. Cette exigence se trouve certes dans les règles de base avec l'indication que l'état du feu est à surveiller et qu'en cas de reprise du feu, il faut en cas de danger d'explosion, refermer immédiatement le champ, mais ainsi que nous l'avons déjà signalé (page 35) ceci ne concernait que l'assainissement du quartier et non les travaux dans un champ que l'on maintient fermé.

Dans ce paragraphe, Schewe traite encore de limitation du quartier barré par la construction d'un barrage rapide, c'est-à-dire d'une fermeture provisoire derrière laquelle on construira un barrage résistant aux explosions. Le barrage rapide a pour but de permettre la remise de l'aérage sur la partie de la mine qui le sépare de l'écluse, ce qui permet de construire le barrage résistant aux explosions sans utiliser les appareils respiratoires. Il ne doit ainsi pas seulement servir à établir des conditions climatiques supportables; car si on n'aère pas la partie derrière le barrage rapide, la construction de ce dernier n'a pas d'intérêt, car on construit alors immédiatement un barrage résistant, comme ce fut le cas dans les mines Gabriel et Saint-Charles. La phrase " ... un aérage secondaire peut devenir nécessaire .." veut apparemment laisser entendre que dans certains cas le tronçon peut s'assainir de lui-même ou bien que l'ouverture par un seul côté peut avoir pour but soit l'assainissement par aérage secondaire, soit l'assainissement par le courant d'aire principal passant. Schewe, à la différence des autres auteurs, ne traite pas spécialement de la reprise par étapes, ainsi non plus que de la reprise du quartier restreint au maximum l'espace barré autour du foyer. La progression n'est décrite que dans ses grandes lignes et pour le reste la décision est laissée au chef de l'intervention. C'est également à partir de ce point de vue que s'explique qu'il ne soit pas parlé dans le paragraphe sur "l'ouverture par les deux côtés" d'une éventuelle nécessité d'écluses ou de reconnaissances ou des travaux dans le champ et que seul l'assainissement avec aérage passant soit traité, sujet sur lequel tout l'essentiel est dit. Il est à remarquer que dans les méthodes

proposées la reprise par étapes est considérée par van Gember, Grisard, Wood, Forbes et Grove comme un procédé particulier s'opposant à l'aération du champ en une seule fois. Il est de plus signalé par de Coninck, Prague et indirectement par Schewe dans leurs indications sur la limitation de l'étendue d'un quartier barré. Seul Wood considère comme un procédé spécial la reprise d'un champ après avoir circonscrit l'étendue barrée, éventuellement après une progression par étapes.

En ce qui concerne la longueur des sections à reprendre lors de la progression par étapes, seuls Wood et Forbes et Grove donnent des indications chiffrées de 90 à 1 800 mètres et jamais en dessus de 170 mètres. La décision à ce sujet est à laisser à la direction de l'intervention qui jugera sur la base des résultats d'une reconnaissance.

Schewe, van Gember et Wood attirent l'attention sur les conditions climatiques qui rendent la tâche plus dure; le dernier cité recommande alors de procéder par étapes.

Prague signale la nécessité d'une possibilité de signalisation entre les équipes de ponté et la base et Wood d'une liaison téléphonique entre la base et le jour.

Wood ainsi que Forbes et Grove considèrent qu'il est nécessaire de schistifier les voies qui donnent accès au quartier barré avant de procéder à l'assainissement de ce dernier.

De Coninck exige l'évacuation de la mine pendant la période de l'assainissement après l'ouverture des barrages et Forbes et Grove lors d'un aérage direct, avant que l'air frais soit dirigé dans le quartier; ceci doit avoir

lieu grâce à des ouvertures automatiques des portes donnant à toutes les personnes le temps d'évacuer la mine avant la mise en mouvement des gaz dans le quartier barré. L'auteur n'a toutefois trouvé aucune indication sur ces dispositifs automatiques dans les autres rapports américains. Schewe exige que pendant le rétablissement de l'aérage les chantiers menacés soient évacués et leur accès barré (pas forcément par un barrage) et Wood que l'on barre l'accès aux retours d'air. L'auteur pense qu'en ce qui concerne l'évacuation et le barrage des chantiers, il faut décider selon chaque cas. Selon les circonstances, on ne doit laisser dans la mine que les équipes nécessaires pour l'ouverture des barrages et les mesures qui doivent se replier à des endroits sûrs pour faire leurs observations. Schewe apporte l'indication importante qu'il est recommandé de surveiller à distance la teneur en grisou des circuits d'aérage à l'aide d'appareils enregistreurs.

En ce qui concerne les reconnaissances après la remise en route de l'aérage, de Coninck l'admet si les analyses dans le rampant du ventilateur sont redevenues normales et Wood lorsque la teneur en grisou au barrage de retour est tombée au-dessous de 2 % alors que Schewe admet de faire la reconnaissance pendant la remise en route de l'aérage en cas de mélanges gazeux non dangereux et ne l'admet pas en cas de mélanges dangereux sous condition. A la mine de Bilsthorpe, on a procédé à la reconnaissance dès que la teneur en  $\text{CH}_4$  est descendue au dessous de 4 %. Il faut laisser à la direction de l'intervention la décision de procéder à une reconnaissance après la remise de l'aérage; elle s'appuiera sur des recommandations générales comme celles indiquées par Schewe.

Schewe traite dans un paragraphe spécial de la réoccupation des chantiers récupérés. De Coninck, Wood, Forbes et Grove indiquent que la réoccupation des chantiers n'est admissible qu'après une reconnaissance et l'assainissement de toutes accumulations de gaz nocifs, tandis que Schewe exige en plus, que si l'on a circonscrit le quartier barré, ce soit par des barrages principaux, c'est-à-dire résistants aux explosions.

Finalement il faut encore signaler que seuls Grisard et Wood indiquent des critères pour le choix du procédé idoine. Pendant que Grisard se contente d'indications générales, Wood donne des indications précises sur le procédé à employer selon les cas. Ceci se comprend pour Wood quand on considère la séparation très détaillée qu'il a faite de tous les procédés. Dans la mesure où de telles indications ont été faites dans les autres rapports, elles se limitent (van Gember, Forbes et Grove) à la remarque que dans des situations dont on peut mal mesurer tous les facteurs, comme par exemple quartiers étendus ou inaccessibles, c'est le procédé par étapes qui entre en ligne de compte. La question ne peut être étudiée que si l'on a procédé à une classification des procédés de Coninck, Grisard et Bredenbruch que l'on doit s'abstenir de réglementation en de tels cas. On devrait se contenter d'indications générales, comme en donne van Gember. Il faut laisser à la direction de l'entreprise la décision après étude d'experts de choisir son chemin. Les solutions proposées par Schewe et les autres sont considérées comme s'y rapportant.



#### 4.3. L'exécution de la réaération

La réaération en aérage primaire passant peut se faire soit avec le courant d'air total, c'est-à-dire celui résultant des ouvertures faites dans les barrages, soit avec un courant d'air faible et dosé.

La plupart des solutions proposées recommandent, en accord avec les instructions du service des mines de la république fédérale allemande, d'employer un courant d'air dosé.

De Goninck est partisan du pistonnage des gaz, c'est-à-dire de l'aérage avec tout le courant d'air, et cela aussi bien dans le cas de mélanges absolument sans danger que dans le cas de mélanges dangereux sous condition; il justifie sa position en disant que, dans chaque cas, on obtient une évacuation rapide des gaz à une concentration non dangereuse et que le meilleur refroidissement et la plus courte durée de l'assainissement résultant de la plus grande quantité d'air en circulation évitent au mieux une réanimation du feu et le danger d'explosion qui en résulte. De Coninck rapporte qu'à la mine Quesnoy un quartier barré d'un volume de 20 000 m<sup>3</sup> avec 75 % de CH<sub>4</sub> fut assaini par un courant d'air de 360 m<sup>3</sup>/m<sup>4</sup> passant par 2 canars de 0,6 de diamètre établis dans le barrage. Après plus de deux heures le courant d'air dans le puits de retour d'air était revenu à une teneur normale en CH<sub>4</sub>. Il ne donne pas d'autres indications sur les teneurs en CH<sub>4</sub> dans le courant de retour.

Grisard admet dans ses recommandations aussi bien le pistonnage que la dilution des mélanges gazeux, c'est-à-dire l'aérage dosé et remarque

que les deux procédés ont été utilisés à la mine Saint-Charles. Cadel ne donne pas, à ce sujet, d'autres indications et rapporte simplement (note technique 305 page 21) dans la description de l'assainissement en aérage secondaire que l'on devait assainir sans envoyer de mélange explosif dans le retour d'air. A Saint-Charles on n'avait plus de CO dans les analyses de gaz venant du quartier déjà avant les travaux propres de reprise par une progression par étapes et on ne procédait à la remise de l'aérateur qu'après une reconnaissance poussée.

Wood, dans son rapport, recommande de ne laisser entrer qu'une quantité d'air limitée (pas plus de 142 m<sup>3</sup>/minute) dans le champ, ce qui peut être réalisé pour la fermeture partielle des portes d'aérage dans la recoupe d'aérage entre l'entrée et le retour d'air située en avant des barrages. Les quantités d'air passant par cette recoupe permettent une certaine dilution des gaz très près de leur sortie du quartier. Cette indication est donc dans le sens d'un aérage dosé ainsi que l'indication reprise sous le chiffre 11 B 5 du tableau (Wood page 5 gaz) d'après laquelle si l'on veut évacuer d'importantes quantités de gaz pendant un arrêt de l'exploitation, ou la quantité d'air disponible pourrait être insuffisante pour permettre au gaz d'atteindre une dilution convenable avant de parvenir à la surface, si bien qu'une progression par étapes peut devenir nécessaire. Il n'est toutefois pas noté que la formation de mélanges explosifs dans le retour d'air doit être évitée. Potter 33 pense qu'il

faut assainir le champ peu à peu et éviter la formation de mélanges explosifs dans le retour d'air ou dans les puits. On devrait estimer sur plans la quantité de gaz à évacuer et régler l'air frais entrant d'après les résultats du contrôle des gaz sortants tant au point de vue quantité qu'au point de vue composition. Il voit une difficulté dans la reprise par étapes avec barrages provisoires dans le fait que si des courants d'aérage vagabonds se développent dans le quartier à récupérer le contrôle de l'opération risque d'échapper à la direction et des mélanges explosifs sont susceptibles de se former.

Forbes et Grove recommandent, tant pour la reprise par étapes (voir p. 36) que pour l'aération immédiate du quartier après une reconnaissance poussée (p. 43) de régler l'aérage de façon que la teneur en gaz combustibles reste au dessous de la limite inférieure d'explosibilité dans le retour d'air. A un autre endroit (p. 35) ils indiquent que dans un petit quartier barré, dans lequel les reconnaissances n'ont relevé plus aucune trace de feu, il faut évacuer les gaz du quartier le plus rapidement possible. Ceci ne s'oppose pas aux recommandations précédemment faites. Dans le rapport sur la mine Horning, on observe simplement que les gaz ont été évacués le plus rapidement possible, le foyer ayant été barré au plus près.

Wood a donné des rapports sur la reprise de quartiers barrés dans les mines de Bilsthorpe et de Cardowan.

Le rapport sur Bilsthorpe traite exclusivement de l'assainissement d'un quartier sept mois après sa fermeture. Ce quartier contenait environ 42 500 m<sup>3</sup> à une teneur en CH<sub>4</sub> de 80 à 90 %. On a calculé qu'avec un courant de 566 m<sup>3</sup>/minute il faudrait vingt heures pour l'opération. La quantité d'air évacuée fut calculée après coup et trouvée égale à 44 000 m<sup>3</sup>. On ouvrit d'abord les fermetures du côté de l'entrée d'air (barrage en maçonnerie et trou d'homme dans le barrage de sacs de sable) et après une reconnaissance qui pénétra dans le champ jusqu'à un éboulement situé à 245 m, on ouvrit les fermetures du côté du retour d'air, on exécuta ensuite une reconnaissance sur le retour d'air jusqu'à une distance de 340 m. Les travaux commencèrent le 19/7/1958 à 8 heures 30 et la remise de l'aéragé le 20/7 à 15 heures 15, après environ 8 heures la teneur en CH<sub>4</sub> du retour d'air du champ descendit au dessous de la limite supérieure d'explosibilité, après qu'elle ait été entre temps, une fois pendant une demi-heure et une fois pendant une heure dans le domaine explosif et franchit environ 3 heures plus tard la limite inférieure d'explosibilité, ceci avec un débit de 300 m<sup>3</sup>/. On régla la quantité d'air de la recoupe d'aéragé entre les voies d'entrée et de retour d'air de façon à, dans la mesure du possible, avoir 20 % de CH<sub>4</sub> dans le retour d'air et à ne pas laisser la teneur en CH<sub>4</sub> du puits de retour d'air qui avait atteint 4,3 % franchir la limite inférieure d'explosibilité. Dans le quartier en cours de récupération, la teneur en CH<sub>4</sub> derrière le barrage de retour descendit au

dessous de la limite supérieure d'explosibilité au bout de 8 heures et  $1/4$  et resta dans le domaine explosif pendant six heures. Lorsqu'elle tomba au-dessous de 4 %, on agrandit les trous d'homme et on procéda à d'autres reconnaissances et à des opérations relevant de la technique d'aérage.

A la mine de Cardowan, on avait barré un champ le 29/1/1960 après une flambée de grisou allumée lors du havage, qui avait allumé un incendie de charbon et de boisage. Le 16/7 on fit sauter les deux barrages à l'explosif après y avoir accumulé de l'eau de façon à pouvoir procéder au tir sans danger. Le barrage d'entrée d'air n'avait pas été crevé et on y fit une ouverture le 17/7 vers 2 heures. Aux environs de 10 heures,  $60 \text{ m}^3$  d'air frais pénétraient dans le champ; cette quantité atteignait  $155 \text{ m}^3$  vers midi. Elle était de  $175 \text{ m}^3$  dans le courant de l'après midi du 18 et le 24/7, après avoir élargi les ouvertures des barrages elle atteignait  $500 \text{ m}^3/\text{minute}$ . On avait l'intention de chasser les gaz du quartier à une dilution telle qu'ils deviennent sans danger. La quantité de grisou à évacuer avait été estimée à  $56\ 000 \text{ m}^3$ . On ne donne aucune indication sur les teneurs en  $\text{CH}_4$  du retour. Le 25/7 au soir se produisit une explosion blessant 10 hommes dont 4 mortellement. On rebarra le champ.

Houston, Chief Inspector of Mines, a fait un rapport détaillé sur l'ouverture des barrages, les travaux dans le champ, les circonstances de l'explosion et en a tiré des conclusions.

Il constate des retards dans la remise en état d'un aérage régulier qui aurait évité les courants d'air parasites et dans la dissipation des accumulations de grisou; une planification insuffisante pour l'exécution de la remise en état de l'aérage, le manque de reconnaissance approfondie et des insuffisances dans l'exécution des prises d'échantillon de gaz en partie liée à l'existence de nappes de grisou au toit; il indique l'utilité de prises de gaz par points isolés dans de tels cas et de la reprise par étapes. Il remarque, qu'en ce qui concerne l'assainissement, on n'aurait pas dû permettre à l'air de se mélanger lentement avec les gaz du quartier, mais qu'on aurait dû chasser ces derniers si possible sous la forme d'un bouchon et qu'immédiatement après, on aurait dû procéder à une reconnaissance approfondie. Il insiste sur l'importance d'un courant d'air refroidissant, car le charbon, particulièrement s'il est à demi brûlé ou à demi cokéfié, s'oxyde beaucoup plus rapidement que les autres matériaux à une température moyenne. C'est pourquoi les gaz de feu devraient être évacués sous la forme d'un bouchon et ne pas être mélangés avec de l'air frais jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus entrer en contact avec du charbon ou des tas de charbon qui ont été touchés par le feu. Avant toutes choses on devrait, si possible avant la remise en route de l'aérage, c'est-à-dire avant l'assainissement, prendre en considération une reconnaissance par des équipes de sauvetage qui pénétreraient dans le champ par une écluse.

Comme l'explosion n'a eu lieu que 9 jours après l'ouverture des barrages, il semble à l'auteur que cet exemple est sans signification pour juger de la question de savoir s'il faut pistonner les mélanges gazeux ou les diluer. Ce cas vient

à l'appui de ce que lorsque l'on a affaire à un champ étendu, il faut le reprendre par étapes et procéder à la reconnaissance approfondie du foyer apparemment éteint avant de le réaérer. Une action d'assainissement ne doit pas être étirée en longueur à ce point. L'explosion résulte de ce que le quartier dans lequel il y avait eu le feu n'avait pas été reconnu de façon approfondie et qu'après l'ouverture des portes il n'était balayé que par un faible courant et qu'enfin, si l'on avait bien reconnu des accumulations de gaz, on ne les avait pas dissipées. Apparemment, étant donné qu'il ne s'agissait pas d'une auto-oxydation spontanée et que l'on ne trouvait que de faibles traces de CO dans le quartier, on n'a pas cru au danger.

Il faut signaler également, dans les houillères britanniques, la reprise d'un champ à la mine de Creswell 34 dévasté le 26/9/1950 par un feu de convoyeur et une explosion provoquant la mort de 80 hommes. On procéda à l'assainissement de la même façon qu'à la mine de Bilsthorpe. On progresse par étapes en utilisant des diaphragmes d'aérage. Des éboulements étendus contraignaient l'aérage, si bien que tout d'abord on ne put faire qu'une reprise partielle. Pour faciliter les travaux, on avait renversé le sens de l'aérage, parce que l'endroit de l'incendie était éboulé et ne pouvait être reconnu et qu'il fallait l'assainir rapidement. On avait estimé à 32 000 m<sup>3</sup> la quantité de grisou à évacuer; et d'après les mesures, on évacua environ le triple

La quantité supplémentaire venait probablement de vieux travaux. Lors de l'assainissement, on avait réglé la quantité d'air de façon à ce que la teneur en  $\text{CH}_4$  reste autant que possible largement au-dessus de la limite supérieure d'explosibilité, et également qu'il n'y ait pas de mélanges explosifs dans le puits. La dilution des gaz avait lieu seulement avant le puits, si bien que dans ce dernier le courant d'air ne dépassa pas une teneur de 2,8 % de  $\text{CH}_4$  pendant l'assainissement. En même temps, on avait à titre de précaution, prolongé le diffuseur du ventilateur par un chevalement de 21 mètres habillé de tôle ondulée, pour éviter tout contact éventuel d'un mélange gazeux explosif soit avec les foyers des chaudières, soit avec d'autres sources d'allumage et également pour éviter que des gaz combustibles aillent dans l'entrée d'air.

Bien que Wood et Potter se soient prononcés pour un aérage dosé, il faut conclure des rapports sur les travaux de Bilsthorpe et de Creswell et des explications de Houston, Chief inspecteur of Mines, que dans le Royaume-Uni, la méthode actuellement en usage est d'aérer avec tout le courant d'air la partie du champ à assainir; puis, au plus tard avant le puits de diluer les gaz de façon à ce qu'aucun mélange explosif ne pénètre dans le puits. De Coninck et Grisard ne s'étendent pas particulièrement sur cette dernière question dans leur recommandation au sujet du pistonnage.

Nous voudrions citer encore quelques autres cas d'assainissement de quartiers barrés après des feux.



Dans le rapport sur la mine Gabrielle, on ne donne pas d'indications particulières sur la façon dont on a procédé à l'assainissement, si bien qu'il faut admettre qu'on l'a exécuté avec tout le courant d'air.

Dans différentes mines sarroises, dont deux furent barrées aux puits ou au jour, dans les premières années de la dernière guerre, à la suite de feux suivis d'explosions, et qui furent reprises ensuite par étapes, on a procédé à des assainissements répétés avec aérage passant ou en aérage secondaire, et cela soit avec tout le courant d'air (page 30), soit avec un aérage dosé. Dans un petit nombre de cas, il n'a pas été possible de diluer les gaz dans le puits de retour lorsque l'aération devait se faire par un puits de retour barré au jour et rempli de mélanges à haute teneur en  $\text{CH}_4$ . Depuis longtemps, la condition signalée par von Gember, que dans les quartiers situés en aval-aérage du quartier où il y a eu le feu, la teneur en  $\text{CH}_4$  reste en-dessous de 2 %, est depuis longtemps exigée en Sarre.

Dans l'une des mines, lorsque vers la fin de la guerre, elle devint dans le secteur des armées, un champ de 80 000 m<sup>3</sup> avec 90 à 98 % de  $\text{CH}_4$  fut barré dans une voie d'entrée d'air et dans trois voies de retour, dans le cadre des mesures à prendre pour éviter les feux. La mine était très grisouteuse, si bien qu'il sortait 35 m<sup>3</sup>/minute de gaz du champ, à savoir 15 par des fuites aux barrages et 20 par une conduite de dégazage. On avait l'intention, eu égard à la grande quantité de gaz, de l'envoyer dans le puits à un pourcentage aussi élevé que possible pour réduire à un minimum la durée pendant laquelle des mélanges explosifs seraient dans le puits. De plus, on voulait obtenir un rapide assainissement du champ pour pouvoir

procéder à des reconnaissances et contrôler les effets de la remise de l'aérage dans le champ dégazé. Différents courants d'air apportaient dans le puits un appoint de 5 100 m<sup>3</sup>/minute d'air frais. A la différence des errements habituels, on ouvrit d'abord la porte du barrage du côté de l'entrée d'air (8 h 17) et ensuite les portes des barrages des 2 voies de retour principales (8 h 47 et 8 h 55) pour éviter que les vieux travaux soient mis en dépression (ce qui serait arrivé dans le mode opératoire inverse) et que de l'air frais y pénétre; on ouvrit plus tard la porte du barrage située à un étage plus élevé de retour d'air. L'ouverture de la première porte dans le retour d'air présenta de grosses difficultés et ne fut possible après de longs efforts qu'à l'aide de leviers (la surpression était de 130 mm d'eau); le personnel qui y procéda fut vivement incommodé par l'air sortant à grande vitesse et par les particules de roche qu'il entraînait. De gros nuages de poussière se formèrent dans la voie. Pour la porte suivante, qui était soumise à une pression de 65 mm d'eau (128 avant l'ouverture de la première porte), il n'y eut pas de difficultés. La quantité d'air qui passait était de 2 100 m<sup>3</sup>/minute. Cinq minutes après l'ouverture des portes, les analyses de l'air donnaient 70 % de CH<sub>4</sub>, trente-huit minutes et vingt-cinq minutes, 30 et 25 %. Dans les deux voies, les gaz ont été à une teneur explosive pendant respectivement 90 et 30 minutes. La limite inférieure d'explosibilité fut atteinte au bout de 150 minutes dans une voie et de 85 minutes dans l'autre; ce temps étant compté respectivement à partir de l'ouverture de chaque

barrage. Après que dans toutes les voies de retour d'air, la teneur en  $\text{CH}_4$  soit tombée en-dessous de 2 %, on donna l'ordre, six heures et demie après l'ouverture du barrage d'entrée d'air de procéder à une reconnaissance du quartier. A deux endroits, on trouva encore des teneurs explosives lors de diverses opérations d'assainissement qui avaient eu lieu dans cette même mine dans les années précédentes, on avait tenu à ce que les gaz soient évacués du quartier en feu de façon à être si possible dilués à 2 ou 3 % par le premier courant d'air frais les atteignant dans leur chemin jusqu'au puits.

Dans une autre mine sarroise très grisouteuse, on procéda à l'assainissement d'un champ relativement étendu, barré à 3 étages à l'aide d'un puits de retour d'air, barré au jour, contenant 64 % de  $\text{CH}_4$  avant le début de l'assainissement. Le diaphragme du ventilateur, lors de la mise en route de ce dernier, ne fut ouvert que pour obtenir un courant d'air de 1 000  $\text{m}^3$ /minute environ sous la dépression, faible pour cette mine, de 80 mm d'eau. L'opération d'assainissement ne se déroule pas conformément aux plans prévus; car le courant d'air devait parcourir une taille éboulée entre les deux étages, sa voie de tête ravagée par le feu et éboulée et un bure en très mauvais état. Il n'avait pas été possible de procéder à une reconnaissance préalable des chantiers. Etant donné que le passage de l'air à travers les éboulements était impossible, il fallut ouvrir les barrages des étages supérieurs pendant l'assainissement, puis retirer des portes d'aéragage pendant l'opération et ouvrir en haut et en bas une tuyauterie d'air comprimé de 400 mm installée dans le bure. Pendant l'opération,

on veilla à ne pas mettre une trop haute dépression sur les barrages du reste du champ qui étaient alors en surpression. La limite supérieure d'explosibilité fut atteinte dans ce puits après 6 heures et la limite inférieure après 20 heures. Ceci provient du fait qu'un montage en liaison avec des vieux travaux débouchait dans une voie d'aérage et que son grisou ne s'évacuait que lentement dans le circuit de retour.

Lors de l'assainissement de certaines portions avec tout le courant d'air, certaines prises d'air faites à la sortie du ventilateur indique que la limite inférieure d'explosibilité avait été dépassée pendant une heure ou une heure et demie et que des pointes avaient même dépassé parfois la limite supérieure d'explosibilité; il ne semble pas que l'on puisse avoir confiance en de telles analyses. En cas d'emploi de l'aérage secondaire, on a en général veillé à ce que le retour d'air, dans lequel on évacuait les gaz chassés par l'aérage secondaire, la teneur en grisou ne monte pas au dessus de 2 à 3 %.

Un incident qui se produisit lors de l'assainissement d'un quartier d'une mine sarroise situé loin des deux puits et barré loin du foyer après un feu et des explosions, est à signaler. Après le barrage et l'évacuation de la mine se produisit une violente explosion qui obligea à barrer les deux puits au jour. On établit plus tard, ce qui était ignoré au moment où l'on procéda à l'assainissement, que non loin des puits, un incendie avait pris naissance à l'un

des barrages fermés lors des travaux de fermeture et que ce second incendie avait provoqué la seconde explosion. On voulait aérer une voie assez longue à l'aide d'un des deux puits fermés, après avoir isolé ce puits du puits voisin par des barrages en dessous de l'étage et dessus les voies de liaison et après avoir isolé également par des barrages la voie à reprendre du reste du quartier sinistré. On entreprit l'opération tout en connaissant que des endroits dans les voies n'étaient pas étanches. La voie à récupérer comprenait un travers-banc et une voie de fond. Dans cette dernière il existait une liaison avec l'étage inférieur où un foyer se trouvait au voisinage d'un barrage; cette liaison était constituée par une exploitation qui n'avait progressé que de 10 mètres et avait été remblayée à la main. Ce remblai n'était pas étanche à l'air. On avait pensé pouvoir se dispenser de procéder à des travaux d'étanchéification effectués par des sauveteurs munis de l'appareil respiratoire, étant donné que le quartier barré était rempli de gaz à haute teneur. Pour procéder à l'assainissement de la partie à récupérer en envoyant les gaz vers le puits de retour d'air du champ voisin, on avait construit des portes d'aérage réglables dans les barrages du rampant et de l'écluse de la voie pour pouvoir régler la quantité d'air pendant l'opération. Après ouverture de toutes les portes du rampant et du diaphragme du ventilateur, le mélange gazeux à haute teneur s'écoula hors du puits à un débit de 180 m<sup>3</sup>/min sous l'influence d'une surpression de 200 mm d'eau. Le débit augmenta jusqu'à 1 250 m<sup>3</sup>/min après ouverture des portes de l'écluse dans la voie. Lorsque la dépression du ventilateur du champ voisin surmonta la pression diminuante sous l'effet de la dilution du mélange gazeux, l'aérage se renversa. La porte de réglage de

l'écluse fut fermée pour régler la quantité d'air sortant du quartier barré qui était alors d'environ 500 m<sup>3</sup>/minutes, ainsi que la teneur en CH<sub>4</sub> du courant d'air qui était montée un court instant à 3 % dans le puits de retour d'air du quartier voisin. Après trois heures, le gaz était évacué. Le jour suivant, de 16 heures à 3 heures du matin, il y eut 7 explosions dans le quartier; ce après quoi on referma le barrage. Ensuite, il ne se produisit plus d'explosions. On n'arrivait pas tout d'abord à s'expliquer les causes des explosions. On les attribuait à une entrée d'air frais par les vieux travaux remblayés de façon non étanche, provoquant une reprise du feu au voisinage du barrage non loin des puits. Avant le début de l'assainissement, on avait ouvert pendant deux heures une tuyauterie de 300 mm située dans le puits barré et allant jusqu'à l'étage inférieur pour dégager la partie à assainir de la venue de gaz provenant du quartier barré. La tuyauterie, étant donnée l'importante surpression (200 mm d'eau) du gaz (88 % CH<sub>4</sub>, 0,04 d'O<sub>2</sub>), dut avoir un effet de cheminée et a vraisemblablement provoqué l'entrée d'air frais à travers les remblais de vieux travaux en direction de l'étage inférieur. Après avoir refermé les barrages, on procéda à l'étanchéification des vieux travaux à l'aide d'un muraillement et d'un raccordement de béton qui furent ensuite emboués. Ces travaux furent exécutés sans aérage en atmosphère inerte, en utilisant les appareils respiratoires. Entretemps, on procéda à l'assainissement en aérage secondaire d'une partie du travers-banc jusqu'à un nouveau barrage établi dans le travers-banc en direction du puits, de façon à pouvoir terminer les travaux

d'étanchéification sans devoir recourir aux appareils respiratoires. Le travers-banc et le puits furent assainis après la fin des travaux d'étanchéification, l'aéragé se faisant grâce à un registre d'aéragé dans le barrage du rampant et à un canar de 600 mm dans le barrage de travers-banc. Il sortit par le ventilateur une quantité décroissante à partir de 205 m<sup>3</sup>/minute de gaz, puis au bout d'une heure se produisit le renversement d'aéragé et 250 m<sup>3</sup>/minute sortirent par le puits de retour d'air dans lequel la teneur en grisou s'éleva jusqu'à une pointe de 3 %. Au bout de 8 heures, les gaz étaient évacués. Cet incident montre la nécessité lorsque l'on procède à l'assainissement d'une région d'éviter que de l'air frais pénètre dans la partie du champ restée barrée. Les explosions qui se produisirent dans la partie restée barrée du champ n'ont eu lieu qu'avec un délai notable après l'évacuation des gaz de la partie que l'on voulait assainir et ne sont en défaveur ni de la méthode avec tout l'aéragé ni de la méthode avec aéragé dosé.

Finalement, il faut encore signaler le seul cas connu de l'auteur où une explosion se produisit pendant l'assainissement. En l'année 1905, il fallut fermer le champ est de la mine Werne en Westphalie<sup>35</sup> à cause d'un incendie survenu dans un plan incliné; on construisit les barrages dans les galeries en direction de l'étage d'extraction (730 m) à 100 mètres de distance des deux puits et de l'étage de retour d'air (650 m) au voisinage immédiat du puits 1. Aucun renseignement n'est connu sur l'origine de l'incendie. Le puits de retour d'air n'avait pas encore complètement

son soutènement définitif et l'installation de fonçage y était encore en service. Le ventilateur avait été arrêté. Les champs nord et sud étaient aérés par 2 100 m<sup>3</sup>/m d'aérage naturel. Par le reniflard installé dans le barrage de retour, on ne pouvait pas, d'après les rapports, établir la présence de gaz de feu, mais simplement de mélanges grisouteux à haute teneur. Après un délai de huit jours, on décida de reprendre le champ, car on redoutait une longue perte d'extraction pour cette mine encore en développement et on pensait qu'il ne s'agissait que d'un incendie de boisage dont on pouvait estimer l'extinction rapide; bien que le plan incliné ait déjà dû jadis être barré dans sa partie inférieure à cause d'un feu venant d'une combustion spontanée. Après un délai aussi court, on ne pouvait pas compter sur un refroidissement suffisant du foyer. On hésitait, soit à envoyer tout le courant d'air dans le champ; soit à ne le laisser pénétrer que lentement et de façon croissante; on se décida pour la première solution, car on craignait la formation de mélanges gazeux dans le champ et une explosion si le feu n'était pas éteint. Après avoir, le matin dans le barrage de retour et la nuit suivante sous la surveillance du chef d'exploitation dans le barrage d'entrée, percé une ouverture de 1,25 m<sup>2</sup> dans chaque barrage, l'aérage naturel commença et le chef d'exploitation donna l'ordre de remettre en route le ventilateur. Il y eut des difficultés, car le moteur électrique et, par conséquent, le ventilateur ne démarrèrent pas tout de suite. Il n'a pas été établi de façon certaine si les clapets du puits



ne furent fermés qu'après le démarrage du ventilateur et si les portes du sas entre la salle des machines et le rampant étaient correctement fermés. Peu de temps après le démarrage du ventilateur se produisit une explosion particulièrement violente qui détruisit le ventilateur et le ventilateur de réserve et provoqua de sérieux dégâts à la salle des machines et dans le bâtiment du puits. Dans le puits, les échelles, les planchers de repos et la cloison séparant le compartiment des échelles furent détruits sur les 450 mètres supérieurs du puits, tandis qu'au fond il n'y eut ni destruction ni trace d'incendie. De nombreuses personnes au jour, dans la salle des machines ou au puits, furent blessées et brûlées. Au fond, après l'explosion, on n'aurait trouvé aucun gaz d'incendie. L'origine de l'explosion ne fut pas trouvée. Les deux rapports indiquent une possibilité d'allumage de l'explosion par des étincelles de frottement du ventilateur ou par des installations électriques de la salle des machines, mais ne citent aucun fait ou aucune indication appuyant cette hypothèse. D'après une note intérieure, connue de l'auteur, la station d'essais a admis qu'une inflammation allumée par l'incendie du fond était possible, contrairement à l'avis des deux rapports. Le quartier fut de nouveau barré. Apparemment, on n'aurait alors trouvé aucun gaz de feu. On n'a pas d'indication sur la composition des mélanges gazeux.

Les considérations sur la possibilité d'une reprise du feu avec le plein aérage ou avec un aérage dosé ne concernant que le cas

de l'assainissement de champs ou de parties de champs dans lesquels il y a eu le feu. En cas de champs étendus qui doivent être repris par sections et dans lesquels le foyer reste barré, il faut simplement s'assurer si de l'air frais ne peut pas pénétrer dans le quartier barré par des chemins d'aérage incontrôlables, ce qui pourrait réanimer le feu et devenir dangereux. On sépare ainsi dans de nombreux cas la question de l'assainissement et celle de la possibilité d'une reprise du feu. Lors de l'assainissement de sections dans lesquelles il n'y a pas eu de feu, la question de la possibilité d'allumage d'un mélange gazeux explosif par un incendie réanimé lors de la remise de l'aérage n'a pas de sens, si bien qu'à cet égard ni l'un ni l'autre des deux procédés ne présente d'avantages particuliers. Pour ce qui est des cas dans lesquels un champ où il y a eu le feu doit être assaini, on peut dire, d'après toutes les expériences, que l'on ne peut procéder à l'assainissement que si une reconnaissance ou d'autres indications prouvent sans ambiguïté qu'une reprise du feu est exclue et que si l'on a la garantie que les endroits à assainir seront parcourus par tout le courant d'air ou par un courant d'air suffisant et que toutes les accumulations de gaz seront dissipées.

Si l'on veut traiter de la question "aérage total" ou "aérage dosé" par l'assainissement, au point de vue de la possibilité d'une reprise du feu, cela revient à étudier dans quel cas l'allumage de mélanges gazeux par un

feu reprenant son activité est le plus à craindre lorsque l'on est amené à faire passer des mélanges combustibles à des endroits où il y a eu le feu. Lorsque l'on emploie un courant d'air dosé, il faut compter avec une formation plus grande de mélanges gazeux explosifs et avec une durée plus longue pour leur évacuation que dans le cas d'un pistonnage. Il serait essentiel de connaître l'importance du retard ou de la durée accrue de l'assainissement résultant d'un aérage dosé et de savoir si durant cette période un feu non connu qui couve peut se réanimer au point de présenter un danger d'allumage des gaz. D'après des essais anglais, il faut s'attendre à ce qu'un feu qui couve se rallume en peu de temps à l'arrivée d'air frais, atteigne des températures élevées et présente ainsi un danger d'allumage. Ces indications ne sont pas chiffrables, car elles dépendent des conditions du moment et de concours de circonstances. Elles parlent toutefois en faveur de la méthode proposée par de Coninck et Houston pour évacuer les gaz sous forme de pistonnage, à condition, toutefois, qu'un tel pistonnage soit effectivement réalisable. Mais même en utilisant tout le courant d'air, il n'est pas possible d'éviter la formation de mélanges explosifs et d'abord dans les deux zones de transition entre le gaz et l'air frais, et pendant l'assainissement dans le quartier lui-même si celui-ci n'est pas balayé par un courant d'air violent. Le pistonnage des gaz dans leur totalité exige que l'on fasse des

ouvertures de grande dimension dans les barrages si l'on ne veut pas avoir une extension des zones de transition sous la forme d'une longue traînée de gaz combustibles derrière le bouchon de gaz. Il est facile de comprendre que l'on ne dispose pas de résultats de mesures ni d'essais ni même d'indications sur la façon dont se forment des nappes de gaz dans le quartier pendant l'assainissement. D'une façon usuelle, l'ouverture par les deux côtés se fait en ouvrant dans les barrages 1 ou 2 canars de 0,6 m de diamètre donnant des sections de 0,283 m<sup>2</sup> ou de 0,566 m<sup>2</sup> ou une porte de 1,5 m<sup>2</sup> à 2,2 m<sup>2</sup>. Avec de telles ouvertures, il est difficile de s'attendre à ce que les gaz soient évacués sous la forme idéale d'un piston ou d'un bouchon lorsque l'on a des sections de 8 à 14 m<sup>2</sup>; mais il faut au contraire s'attendre à la formation de zones étendues de gaz combustibles dans le quartier et dans son retour d'air. Dans ce dernier, elles seront très vite délogées par des mélanges non combustibles lors du démarrage de l'aéragage avec évacuation de grosses quantités de gaz. Mais les exemples déjà indiqués montrent qu'au fur et à mesure que se poursuit l'opération, il se produit une dilution croissante et que finalement, pendant un laps de temps plus ou moins grand, il faut évacuer des mélanges explosifs et que de tels mélanges peuvent persister dans le quartier même encore après cette période. C'est ainsi qu'à la mine de Bilsthorpe, où l'on essayait de maintenir la teneur en CH<sub>4</sub> supérieure à 20 % dans le retour d'air du champ mais qui,

toutefois, tomba deux fois pendant un certain temps dans le domaine explosif, on eut pendant 3 heures des mélanges explosifs et même pendant six heures au barrage de retour d'air. Dans une mine sarroise, on a eu, malgré un courant d'air beaucoup plus violent, des mélanges explosifs pendant 90 minutes et lors de l'assainissement d'une autre mine qui ne se passa pas comme prévu et, par conséquent, dura plus longtemps on eut, alors que le registre du ventilateur était très peu ouvert, des mélanges explosifs pendant une période notablement plus longue. Les exemples montrent que les circonstances peuvent être très diverses lors de l'assainissement et que même si on utilise tout le courant d'air la formation de mélanges explosifs dans le retour d'air et dans le quartier n'est pas à exclure.

Les suites de l'explosion survenue à la mine Werne parlent également contre un aérage avec tout le courant d'air et ceci quel que soit l'endroit, au fond ou au jour, où a été allumée l'explosion. L'ouverture prématurée, alors que le foyer n'était pas encore refroidi, a joué vraisemblablement un rôle défavorable ainsi que le trop long délai qui s'est écoulé entre l'ouverture de retour d'air et celle de l'entrée, si bien qu'avant l'ouverture du barrage d'entrée d'air, un courant de diffusion d'air frais a pu pénétrer dans le quartier.

On devrait au moins exiger qu'en cas d'aérage avec tout le courant d'air les mélanges explosifs ne puissent parvenir au puits ainsi que ce fut le cas dans les mines de Bilsthorpe et de Creswel et ainsi qu'on a essayé de le faire dans un des cas cités en Sarre. Les choses

sont différentes quand l'assainissement se fait à l'aide d'un puits de retour d'air fermé au jour et rempli jusqu'en haut de mélanges gazeux à haute teneur. D'après la rédaction de la solution proposée par Schewe, l'assainissement dans ce cas avec tout le courant d'air n'est pas inadmissible. A cette occasion, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de danger d'allumage au voisinage du puits et que des gaz combustibles ne puissent pénétrer par un puits d'entrée d'air voisin à nouveau dans la mine. Si les circonstances l'exigent, on peut, en limitant le débit du puits, s'assurer d'une dilution suffisante.

Houston recommande de veiller à ce que le gaz et l'air ne se mélangent pas lentement et d'essayer d'évacuer les mélanges gazeux si possible sous la forme d'un bouchon, aussi longtemps qu'ils sont en contact avec du charbon qui a été dans la zone du feu, c'est-à-dire de les chasser rapidement de cette zone. Comme nous l'avons fait remarquer au paragraphe 2.3 (page 15), il nous paraît qu'il est également possible de suivre cette recommandation dans certains cas particuliers, si l'on veut que dans le retour d'air, dans lequel on veut évacuer les gaz, la teneur en gaz reste au-dessous de la limite inférieure d'explosibilité. Ceci est possible ainsi que l'indiquent Forbes et Grove quand le champ barré est petit. Ceci peut, lors de l'assainissement d'un avancement qui fut barré à cause d'un incendie survenu à front, être bien adapté pour obtenir un refroidissement rapide du foyer encore chaud; on chasse alors rapidement le mélange gazeux du front à l'aide d'une ligne de canars soufflants installés jusqu'à front. Rice, Paul et von Bernewitz (pages 19 et 20) signalent le cas d'une exploitation américaine

exploitation américaine par chambres et piliers où l'on a pu conduire le courant d'air frais jusqu'au voisinage du lieu connu du foyer de façon à en évacuer les gaz combustibles; on a toutefois dans ce cas là évité de souffler directement sur un éboulement sous lequel de la matière incandescente aurait pu encore subsister. Lors du déblaiement de l'éboulement, on a encore trouvé, le troisième jour, de la matière incandescente et formation de fumée. Il s'agit là de cas particuliers.

L'auteur pense, en accord avec la majorité des propositions faites (Hausman, von Gember, Schewe, Wood, Forbes et Grove) qu'il faudra préférer l'aérage dosé dans les recommandations pour la réouverture des quartiers barrés; on y exigera conformément à ce que propose Schewe, que l'aérage soit réglé de façon à ce qu'aucun mélange explosif ne puisse subsister sur une longueur importante du chemin de retour d'air dans lesquels les gaz seront évacués. Ceci paraît particulièrement à exiger quand les gaz du quartier récupéré ont un long chemin à parcourir dans la mine et que ce quartier est en liaison avec d'autres chantiers de la mine. Ceci contredit les directives de sécurité des services des mines qui sont généralement en usage, à savoir de permettre l'apparition des mélanges explosifs dans les chantiers souterrains. C'est ainsi que déjà en Sarre et dans la Ruhr, le service des mines exige qu'aucun mélange explosif ne se forme dans le courant de retour d'air lors de l'assainissement. D'autre part, on peut reprocher à l'aérage avec tout le courant d'air, qu'il est impossible d'éviter sûrement des sources imprévisibles d'allumage dans le courant de retour d'air,

quand ce ne serait que des circonstances fortuites, telles que l'éboulement de chantiers et les étincelles de choc et de frottement qui peuvent en résulter. Si l'on utilise l'aérage dosé, on évite la formation des mélanges explosifs dans le retour d'air et par là une extension importante d'une explosion ayant pris le départ dans le quartier que l'on assainit; le cas échéant, des dispositions de protection contre ce risque telles que schistification et construction d'arrêts-barrages sont à mettre en oeuvre. Il faut toutefois noter que des arrêts-barrages installés dans des zones où il y a des mélanges explosifs, n'arrêtent pas une explosion de grisou. Mais le danger est surtout qu'une explosion de grisou se propage et s'étende grâce à de la poussière de charbon. Les possibilités de réaliser un assainissement dosé et contrôlé sont bien plus grandes aujourd'hui qu'autrefois en raison de l'utilisation possible d'appareils enregistreurs, qui permettent une mesure immédiate, un enregistrement et une transmission à distance de la teneur en grisou dans le courant d'air. Cadet (note technique n° 305, p. 21) rapporte que lors de l'assainissement de Saint-Charles par un aérage dosé, on devrait attendre entre chaque opération différente, les résultats des analyses d'air faites au jour, et ceci par manque d'appareils à mesurer le grisou, l'emploi de la lampe à flamme ayant été interdite durant les opérations de reprise. Ceci montre bien le grand intérêt des appareils de mesure enregistreurs utilisables au fond.



Si, après tout, on considère que l'assainissement du lieu du foyer sans reconnaissance préalable est inévitable, on peut en cas de doute utiliser la solution proposée par Willett, à savoir d'envoyer pendant au moins 24 heures un faible courant d'air frais dans le champ et de faire constamment des analyses d'air, afin de déterminer l'état de choses dans le quartier. Willett cite deux cas où il faut procéder ainsi.

En ce qui concerne l'assainissement, van Gember met la condition que la teneur en grisou dans le courant de retour d'air ne dépasse pas 2 %. A Bilsthorpe, Creswell, ainsi que dans un des cas en Sarre, signalés plus haut, cette limite de 2 % fut dépassée, si bien que l'on fut contraint de prendre des mesures pour que la teneur en  $\text{CH}_4$  n'atteigne pas la limite inférieure d'explosibilité. La limite de 2 % peut être indiquée comme limite souhaitable, mais ne doit pas être mise en condition "sine qua non". C'est ainsi que Hausman, Grisard, Forbes et Grove indiquent aussi qu'il ne doit pas y avoir formation de mélanges explosifs dans le retour d'air, et Schewe, admettant apparemment qu'il n'est pas possible d'éviter complètement la formation de mélanges gazeux directement derrière le barrage de retour, déclare que l'aérage doit être réglé de façon que des mélanges explosifs ne puissent se former sur une certaine longueur du courant du retour d'air. C'est à cette formulation que l'auteur pense qu'il faut donner la préférence.

#### 4.4 La façon d'aérer lors de l'assainissement

En ce qui concerne la façon d'aérer, il n'y a rien d'autre à faire observer dans le cas de l'ouverture par les deux côtés avec un courant d'air passant. Seuls van Gember, Grisard, Schewe et Wood parlent de l'assainissement en aérage secondaire. Schewe recommande de préférer l'aérage aspirant si l'on progresse avec de l'air frais dans des mélanges gazeux non dangereux et d'utiliser exclusivement l'aérage soufflant lors de l'assainissement d'endroits où il y a des mélanges gazeux dangereux sous condition. Dans ce dernier cas, van Gember ainsi que Grisard et Cadel et finalement Wood indiquent l'aérage soufflant si l'on utilise un ventilateur, le dernier auteur indiqué envisageant également l'aérage aspirant par tirage naturel, qui peut également être arrangé en aérage soufflant. L'auteur connaît des cas dans lesquels on a travaillé avec de l'aérage aspirant (page 36) mû par le tirage naturel ou un ventilateur; mais aussi bien Schewe que Wood et l'auteur déconseillent cette façon d'opérer (page 826); l'auteur recommande dans ce cas d'utiliser du côté de l'entrée d'air l'aérage aspirant par tirage naturel, pour éviter de provoquer une surpression avant le barrage. Wood et l'auteur indiquent un aérage secondaire par tirage naturel en utilisant la dépression de l'aérage principal pour créer l'aérage secondaire sans l'aide de ventilateur; mais ils ne préconisent pas la même méthode; Wood donne en effet des schémas avec deux canars traversant le barrage tandis que l'auteur n'en utilise qu'un. Du rapport de Wood, on ne peut déduire si le nouveau barrage a été fait avant l'avancement de la ligne de canars et l'aérage secondaire mis en service ensuite, ou si au contraire

l'aéragé secondaire fonctionnait lors de l'avancement de la ligne de canars et le nouveau barrage construit après ce montage. On peut aussi indiquer dans les recommandations l'aéragé secondaire par tirage naturel.

#### 4.5. La façon de faire les fermetures dans le champ

Il faut finalement discuter la façon de faire les isoléments du quartier lors de la progression, en particulier lors de la reprise par étapes, car il y a des différences de vues à ce sujet dans les rapports. Lors d'une reprise par étapes dans les mélanges gazeux absolument sans danger, les choses sont simples et il n'y a pas de différences dans les diverses solutions. D'après les circonstances, on a opéré de façon variable, avec ou sans sas, avec introduction d'air frais, avec aéragé secondaire aspirant par ventilateur auxiliaire ou par aéragé naturel, en utilisant comme fermetures les parois de planches étanches, de simples murs ou d'autres fermetures, comme par exemple des rideaux en caoutchouc synthétique.

En ce qui concerne la progression dans un quartier barré en atmosphère explosible sous condition, il faut tout d'abord remarquer que d'après Rico, Paul et von Bernewitz (p. 10), ainsi que d'après Forbes et Grove (p. 16-24), on n'exige pas aux U.S.A., en opposition aux autres pays, de barrages résistants à l'explosion lors de la fermeture de quartiers en présence de mélanges explosibles. Ceci pourrait expliquer que, dans les propositions de Forbes et de Grove pour la récupération des quartiers barrés, on ne fasse pas de différence entre les mélanges dangereux et les mélanges dangereux sous condition. Au cas où des barrages

résistant aux explosions seraient souhaitables, Rice, Paul et von Bernewitz recommandent des barrages en béton de 45 cm d'épaisseur qui résisteraient à la plupart des explosions mais pas aux plus violentes d'entre elles. Il est donc naturel que l'on n'exige pas non plus de barrages résistants lors de la reprise par étapes. Comme fermetures provisoires, on signale des barrages en toile d'aérage ou en planches de bois emboîtées ou se recouvrant et, comme fermetures définitives, des barrages avec un recouvrement en fibre de bois, ou des cloisons de bois pourvues, à des intervalles de 10 à 20 mm, de grillages que l'on guinite ensuite, ou des doubles cloisons de bois entre lesquelles on met de l'argile, ou de barrages de rondins recouverts ensuite d'argile, ou de murs en maçonnerie ou en parpaing de béton ou en béton.

Au contraire, il est posé en principe, dans les pays européens, de construire des barrages résistants, lorsque l'on ferme des quartiers avec un risque d'explosion et les recommandations de l'Organe permanent pour l'isolement par barrages de quartiers en feu exigent, s'il y a un risque d'explosion des barrages résistants, dans lesquelles les ouvertures, portes ou passages de tuyaux doivent être fermés de façon à résister aux explosions.

Lors des premiers travaux de grande importance entrepris pour la récupération de quartiers barrés après un feu aux mines de Karwin, à la fin du siècle précédent, on a d'abord construit des parois étanches en planches ou des murs qui ne résistaient pas aux explosions. On y rapporte, à plusieurs reprises, que les parois en planches n'ont pas fourni une étanchéité suffisante et que des murs étaient préférables pour empêcher une pénétration d'air frais dans le quartier et, par là, une réanimation du feu;

et les vieilles directives de Prague exigent pour la progression en atmosphère inerte la construction de murs recouverts d'un enduit. Lors des travaux de reprise des mines Gabriel, Saint-Charles et les mines allemandes, on avait l'habitude de construire des murs résistant à l'explosion même lors de la reprise par sections. En Sarre, vers les années 40, après que des explosions allumées par des incendies aient fait de nombreuses victimes et qu'une autre explosion se soit produite pendant la reprise par étapes du champ, barré à 3 étages, lors de la confection d'un mur en maçonnerie derrière une fermeture provisoire constituée d'une paroi recouverte de toile d'aérage protégée par deux épaisseurs de sacs de sable et de 40 cm de poussières stériles, dont la partie supérieure fut détruite, on décida de ne plus prendre aucun risque et de ne construire qu'en atmosphère inerte des barrages résistant à l'explosion lors de la reprise de tout champ où il y a eu feu. Etant donné que, lors des travaux de réouverture de cette mine, le feu n'était pas éteint, il fallait envisager le risque d'explosions lors de l'arrivée de l'air frais dans le champ, on arrêta de nouveau les travaux dans le quartier, car la teneur minimale en  $\text{CH}_4$  dans le champ ne pouvait être maintenue et il fallait d'abord prendre des mesures d'ordre technique dans l'aérage avant de pouvoir satisfaire à cette condition préalable aux travaux dans le champ.

Pour la pénétration dans le champ, on doit en général avoir construit un sas, c'est-à-dire deux barrages ou deux fermetures à environ 5 m de distance dans lesquels on a aménagé des portes ou des passages pour les canars. Si la fermeture du quartier est un barrage maçonné résistant aux explosions, on doit donc construire, pour faire le sas, une seconde séparation qui peut être un second mur résistant aux explosions ou une autre fermeture comme par exemple une paroi en planches munie d'une porte. Si, par contre, on a affaire à un mur plein en maçonnerie ou en béton, comme ce fut le cas à la mine de Bilsthorpe et à d'autres endroits, il faut construire devant ce dernier une écluse constituée par deux nouveaux barrages ou deux nouvelles fermetures. La question se pose de savoir comment construire ces deux dernières, c'est-à-dire si elles doivent toutes deux être résistantes aux explosions. Les rapports envoyés ne font aucune remarque à ce sujet. Wood note qu'il faut construire un sas avec une ou deux portes en acier, mais que l'on peut aussi utiliser des portes en bois, car deux portes en bois étanches sont préférables à deux portes en acier non étanches. On a utilisé de telles portes à la mine de Birchenwood, par exemple.

On ne peut considérer des portes en bois comme résistant à l'explosion, même si l'instruction de la direction des mines de Brunn, de l'année 1936, traitant des protections dans les mines de charbon contre les explosions de grisou et de poussières (chiffre 2536) admet, dans son § 14, des portes en bois dans les barrages résistant à l'explosion séparant des quartiers d'aérage, à la condition que ces portes résistent à une pression statique de 10 atmosphères. Pour faire de telles portes, on utilise des madriers sans noeuds, recouverts des deux côtés de tôle et mis sur deux rangs en croix. Pour les recouvrir avec

de la tôle, la porte doit avoir au minimum 50 mm d'épaisseur et la tôle 2 mm. Spacek <sup>37</sup> parle de portes faites en planches de 80 mm d'épaisseur avec une couverture de tôle de 2,5 mm, ou de portes en acier et indique des cas (page 635) où de telles portes ont résisté et d'autres où elles n'ont pas tenu.

En conformité avec la recommandation de l'Organe permanent pour la fermeture de quartiers où il y a eu le feu, il faut exiger une fermeture à l'abri de l'explosion, même pour la progression par étapes à travers un sas; ceci exclut des portes en bois et impose un barrage solide avec des fermetures résistant à l'explosion pour les ouvertures ménagées par les portes ou les canars. Les rapports et les schémas des travaux exécutés à Saint-Charles et dans les mines sarroises montrent que les deux barrages du sas ont été construits pour résister à une explosion. Par contre, il semble que les deux barrages du sas effectués à la mine Gabriel n'aient pas été construits pour résister à une explosion <sup>38</sup>; toutefois, il est à remarquer que l'on a utilisé pour fermetures des barrages en maçonnerie de 1 m à 1,50 m d'épaisseur et que lors de la progression dans le champ est on a percé des ouvertures dans les barrages après avoir construit des sas et que l'on a fermé ces ouvertures par des portes résistant aux explosions (p. 161).

D'après l'auteur, on devrait se contenter d'un sas avec un seul barrage résistant aux explosions, puisque l'on ne peut pénétrer dans le champ que s'il n'y a dans le champ, et par conséquent derrière l'écluse, que des mélanges gazeux non dangereux. Les portes des deux barrages et les fermetures des canars des deux barrages de l'écluse doivent être résistantes à l'explosion pour éviter une intervention

ou une erreur dans le montage. Les portes des deux barrages de l'écluse doivent s'ouvrir du côté du quartier barré, afin d'être appuyées contre le barrage en cas d'explosion; autrement, elles pourraient être arrachées de leur fixation au barrage.

En ce qui concerne la reprise par étapes, Wood se sépare des autres auteurs et, tenant compte des difficultés des travaux dans le quartier barré, recommande exclusivement la construction de fermetures provisoires; il cite comme exemple des doubles rideaux en toile d'aérage, des parois en planches rainurées, imbriquées l'une dans l'autre, des barrages en parois de bois, ou des doubles parois en planches dont on remplit l'intervalle de poussières de schiste et ne signale des barrages résistants de 8 m de longueur que pour les barrages plus rapprochés du foyer. Il se trouve ainsi en accord avec les procédés usuels en Amérique. Ceci, qui diffère notamment des autres propositions, s'explique par les conditions d'exploitation différentes déjà indiquées.

De Coninck signale que lors de la reprise par étapes, on peut, si les circonstances l'exigent, construire des barrages provisoires, mais ne donne pas d'autres indications sur la façon de les construire et si l'on doit ériger devant eux un barrage résistant aux explosions. Grisard signale simplement que l'on construit un sas lors de la progression par étapes et que récemment, dans la Loire, on a construit des fermetures en toile d'aérage étanche recouverte d'un produit synthétique à la place des barrages habituels des sas, résistant aux explosions. Van Gember et Schewe indiquent aussi la construction de barrages provisoires lors de la progression par étapes, qui doivent simplement permettre



l'assainissement de la section à libérer; mais devant ceux-ci, on doit, ainsi qu'il est écrit en toutes lettres, construire un barrage résistant aux explosions.

Schewe ne fait que des considérations générales sur les barrages résistants aux explosions en solide et les barrages rapides c'est-à-dire des fermetures provisoires; ainsi d'ailleurs que de Coninck; ils ne donnent pas d'autres indications sur leur exécution; tandis que van Gember parle de barrages de construction légère, désignant par là deux parois de planches séparées par un remplissage de poussières de schiste.

Il faut déconseiller l'emploi de fermetures en toile d'aérage ou en planches, si l'on se réfère aux conditions des mines allemandes. De meilleurs résultats ont été obtenus avec des doubles parois de planches séparées par un remplissage de 20 à 30 cm de poussière de schiste ou des doubles murs avec des caissons de laine de verre ou de fibres minérales avec un verrou de poussières de schistes entre eux. Si l'on ferme avec des caissons de laine de verre, on peut injecter par les tuyaux passant à travers, de la poussière stérile sèche contre les parois et la voûte; si l'on utilise des cloisons avec de la poussière, on ne peut recourir au procédé signalé plus haut qu'après avoir construit un voile de la section et après y avoir pressé derrière de la poussière stérile. Pour ces barrages, comme pour les barrages définitifs, il faut retirer le garnissage des parements et avoir un bon ancrage de barrage de poussière dans les terrains solides. A la mine de Brefeld<sup>30</sup>, un barrage constitué par de la laine de verre comprimée entre deux parois de planches donna satisfaction pour un chantier situé dans une fermeture auxiliaire.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, Grisard signale que récemment on a dans un cas remplacé les barrages résistant aux explosions des sas par de la toile d'aérage recouverte d'un enduit en matière synthétique. Le caoutchouc synthétique (procédé au Latex) ou d'autres produits synthétiques peuvent, ainsi que nous l'avons déjà noté lors d'autres travaux, rendre de bons services pour des fermetures provisoires. Ceci est toutefois chaque fois un cas d'espèce, si bien que la décision d'usage doit être laissée à la direction de l'opération et que les recommandations doivent se limiter à des indications générales. Dans chaque cas, il faut voir, si, eu égard à la pression au barrage dans les conditions de l'exploitation, une fermeture provisoire est admissible et comment il faut la réaliser. Dans le cas cité page 84, on n'a pas pu empêcher la rentrée d'air et par là même les explosions, à l'aide d'une fermeture provisoire faite d'une paroi en planches, protégée par de la poussière de stériles et de sacs de sable. Cet incident nous apprend, que ce cas rare peut avoir lieu lors de conditions difficiles et imprévisibles et qu'il est nécessaire de construire tout de suite un barrage résistant. Cette étude est en particulier exigible si l'on veut pénétrer dans un quartier alors que le feu n'est pas éteint, les cendres non refroidies, et que la présence de mélanges non explosifs (plus de 20 % de  $CH_4$  dans les chantiers) n'est pas établie avec certitude. La question dépend également de façon déterminante du soin que l'on mettra pour l'exécution de ces travaux et par là de la confiance que l'on peut accorder et de l'expérience des équipes engagées dans ces opérations.

D'après tout cela, il paraît judicieux de renoncer à donner dans les recommandations pour la reprise des quartiers où il y a eu le feu des indications plus précises sur la façon d'effectuer des barrages ou des fermetures; c'est d'ailleurs ce qu'ont fait Schewe et d'autres; on ne traitera cette question que dans un commentaire. Lors de la reprise par étapes, on ne considèrera des barrages provisoires comme admissibles seulement pour l'assainissement et on exigera l'érection devant eux de barrages résistant à l'explosion pour une pénétration ultérieure dans le champ.

5. Discussion du paragraphe  
1 - Généralités

Après avoir traité la progression lors de la reprise des quartiers où il y a eu le feu, il reste encore à commenter les paragraphes 1 et 2 des tableaux, généralités et principes de base qui traitent également de la préparation et du planning.

Dans le paragraphe 1 sont indiqués tout d'abord les mobiles qui poussent à l'ouverture de quartiers isolés, comme le signalent avant tout Schewe, puis Grisard, en tenant compte des facteurs déterminants dans le choix du procédé, puis enfin van Gember. On distinguera successivement :

- 1) reconnaissance
- 2) recherche de corps de victimes
- 3) récupération de matériel
- 4) lutte contre l'incendie

- 5) récupération du quartier dans son ensemble ou récupération d'une partie des exploitations après avoir rapproché les barrages du foyer éventuellement dans une reprise par étapes.

En outre, il est important de donner une indication sur les dangers liés à l'ouverture d'un quartier barré ainsi que le font de Geninck, Schewe et Forges et Grove; à cette occasion, il faut tenir compte des points signalés par ces rapporteurs. En premier lieu, il faut indiquer des explosions en général, ou des explosions de fumées d'incendie, de grisou ou de poussières. Au sujet des sens différents à donner aux expressions "black damp" et "matte Wetter" voir la note en bas de la page 25.

Wood attire l'attention sur l'importance que prendra dans une récupération ultérieure le choix des emplacements (au voisinage d'un courant d'air passant) et la façon de construire les barrages. Une telle indication est plutôt à mettre dans les recommandations pour la fermeture des quartiers où il y a le feu. En règle générale, même sans tenir compte de ce point, on choisira dans la mesure du possible les emplacements des barrages pour éviter un aérage secondaire qui sans cela serait nécessaire jusqu'au barrage. En Rhénanie du nord-Westphalie, un nouveau projet de directive pour la lutte contre le feu prévoit que si, lors de la fermeture, on envisage une réouverture ultérieure, on construise au moins un barrage principal sur l'entrée d'air et un sur le retour, tous deux percés d'un canal ou d'une porte. On trouve également cette indication dans les recommandations de l'Organe permanent

pour l'isolement des quartiers où il y a le feu. De Coninck recommande que lors de la reprise par étapes, on choisisse les emplacements des barrages de telle façon que le courant d'air ne soit point partagé, ceci en vue de permettre un pistonnage des gaz du quartier. Wood traite encore des avantages et des inconvénients des différents procédés possibles pour la fermeture simultanée des barrages d'entrée et de retour d'air en cas de mélanges explosifs; il parle notamment de barrages avec un trou d'homme (tunnel Plug-hole c'est-à-dire chaudière) et de barrages avec des portes ou avec des tuyaux fermés par des plaques. Ces tuyaux ne permettent pas, à la différence des ouvertures usuelles dans les barrages, une reconnaissance ultérieure du quartier, mais permettent simplement un aérage passant de celui-ci pendant les travaux de fermeture, et une fermeture simultanée des barrages; il ne donne aucune indication sur le diamètre de ces tuyaux. Les trous d'homme sont une mesure de fortune lorsqu'il n'y a pas de passage par les canars et ne sont en usage dans les autres pays que de façon exceptionnelle. D'après Coulshed (p. 157), et ainsi d'ailleurs qu'il ressort du rapport sur la mine de Bilsthorpe, il faut de 10 à 13 heures pour faire un trou d'homme dans un barrage de sacs de sable. C'est pourquoi Coulshed recommande également l'utilisation de canars d'un diamètre de 75 cm et de 1 m 50 de longueur. C'est avec raison que van Gember cite l'intérêt des portes à travers les barrages telles qu'elles sont utilisées depuis longtemps avec succès en Sarre : de telles portes ont également été employées dans les mines de Karwin à Saint-Charles et dans les sièges de la Ruhr. Il s'agit de portes d'acier résistant à l'explosion

Si l'on a à exécuter des travaux dans le quartier barré et qu'il soit nécessaire d'y introduire du matériel pour des travaux d'étanchéification ou de fermeture, les portes sont plus pratiques que les canars parce qu'elles permettent un passage de berline à travers le sas. Lors de la construction des barrages, on cèle le cadre de la porte, tandis que le battant n'est mis sur les gonds qu'après la pose du ciment. Jusqu'à ce moment-là, l'ouverture de la porte peut être fermée par un remplissage de poussières de stériles derrière des parois de planches. Comme il a déjà été dit (p. 87) les portes des barrages des écluses doivent s'ouvrir vers le quartier isolé.

Ce n'est que dans les stations principales de sauvetage que l'on a en réserve des canars et des portes de barrages. Si l'on n'en a pas en réserve dans un éloignement admissible ou si l'on ne dispose pas de buses de diamètre correspondant, on devra toutefois se contenter de tuyaux d'un diamètre plus faible. Dans le commentaire joint aux recommandations de l'Organe permanent, il est déjà noté que dans les barrages en sacs de sable, il faut mettre des canars de 0,6 à 0,8 mètre de diamètre, et que dans les barrages principaux, il faut en mettre également ou construire des portes résistant aux explosions. C'est pourquoi une indication à ce sujet dans les recommandations pour la récupération des quartiers où il y a eu le feu paraît superflue.

6. Discussion du paragraphe 2  
- Règles fondamentales

On trouve dans le paragraphe 2, sous le titre de Règles fondamentales, l'exposé des conditions préalables indiquées dans les rapports pour des travaux dans les quartiers où il y a eu le feu ou pour l'assainissement de ceux-ci ainsi que celui des points de vue à considérer lors de l'élaboration de l'indispensable plan de ces travaux. Dans certains rapports, ces indications sont données dans la description des procédés eux-mêmes; on en a tenu compte dans le tableau, en-dessous des règles fondamentales. Dans la mesure où ces questions sont traitées, il y a un assez large accord à leur sujet.

Même si cela n'est pas exprimé formellement dans quelques rapports, on exige tout d'abord une surveillance constante de la composition des mélanges gazeux dans le quartier à l'aide de prises faites à tous les barrages et de leur étude au point de vue de l'état du feu et du danger d'explosion. A cette occasion, il faut également recommander la surveillance des différences de pression aux barrages entre le côté du feu et le côté de l'air frais; on peut éventuellement utiliser un manomètre enregistreur. Cette nécessité de surveiller la composition des mélanges gazeux est particulièrement impérative pendant l'exécution de travaux dans le quartier.

Schewe donne, dans son troisième et antépénultième alinéa des règles fondamentales, des indications sur la façon de faire les prises et sur la surveillance de la composition des mélanges gazeux lors de l'ouverture des quartiers barrés; car l'état du foyer et le danger d'explosion des gaz peuvent évoluer; il donne aussi des indications pour la refermeture du quartier. Comme il a été déjà dit (p. 35), ces indications ne visent dans le texte que la progression en atmosphère non dangereuse et l'assainissement en présence de mélanges dangereux sous condition.

Il exige tout particulièrement dans son paragraphe IV-1 la surveillance des mélanges gazeux pour ce qui est de leur explosibilité, lors de la progression dans un quartier en atmosphère inerte en présence de mélanges explosifs sous condition; cette exigence est à compléter par celle de la surveillance de la teneur en CO.

Houston a insisté dans les paragraphes 33, 35, 36, 40, 51, alinéa 4 de son rapport sur l'importance d'une exécution correcte des contrôles d'atmosphère dans le quartier après l'ouverture des barrages, c'est-à-dire après la remise de l'aérage. Schewe a insisté pour que, lors de la prise des échantillons, on tienne compte de la possibilité de l'existence de nappes de gaz en cas de vitesses réduites de l'aérage. Il serait bon de préciser dans un commentaire qu'en pareil cas il faut prendre des échantillons ponctuels en divers points de la section de la galerie et tout particulièrement dans le courant d'air se déplaçant à faible vitesse sous une accumulation de gaz.

La question de savoir quand il est admissible d'ouvrir un quartier barré a déjà été traitée dans les paragraphes 2-4 à 2-6 si bien qu'ici il n'y a que les points essentiels à répéter. Il faut distinguer selon les cas les conditions pour les méthodes en présence de mélanges non dangereux, des conditions lors de mélanges dangereux sous condition, et les conditions pour l'assainissement ou pour des travaux dans le quartier. Il est bon, ainsi que le fait Schewe dans son projet, de ne donner dans les règles fondamentales que des indications générales et de traiter les autres questions dans les paragraphes correspondants.



Il faut tout d'abord remarquer que l'on ne doit pas s'attacher lors de l'assainissement à la disparition du CO, condition que posent van Gember, Prague et Forbes et Grove. Il suffit de demander le retour des indices (de Graham) à leur valeur initiale, ainsi que le font Hausman et Schewe, ce dernier prenant pour référence les "Directives de la station centrale de sauvetage pour l'utilisation des résultats des analyses des fumées". A ce sujet, il faut également avoir à l'esprit les cas particuliers signalés par Willett, dans lesquels pendant une longue période le CO ne disparaît pas et où l'indice ne retombe pas à sa valeur initiale, quoiqu'il n'y ait plus de feu. D'après l'auteur, il n'est pas indispensable, d'exiger en plus pour l'assainissement une faible teneur en oxygène. De Coninck, Grisard et Wood ne donnent pas d'autres indications à ce sujet.

L'exigence de de Coninck, Hausman, van Gember ainsi que de Forbes et Grove, à savoir que le feu soit éteint, et qu'il se soit écoulé suffisamment de temps de façon à permettre un refroidissement du foyer, n'est valable que pour l'assainissement d'un quartier ou d'une portion de quartier dans lequel il y a eu un foyer d'incendie, mais non pour des cas de reconnaissance, des travaux pour récupérer des victimes ou pour le rapprochement des barrages par étapes autour d'un foyer non encore éteint. Ceci n'a été pris en considération que par Schewe et Prague. C'est ainsi que l'on ne trouve chez Schewe l'exigence de l'extinction et du refroidissement du foyer que dans le paragraphe IV 2, traitant de l'ouverture par les deux côtés en vue de rétablir un aérage passant dans le champ (ou une partie du champ) en présence de mélanges gazeux dangereux sous condition.

Il va de soi que ceci doit également être pris en considération lorsque l'on a ouvert d'un seul côté et que l'on fait l'assainissement en aérage secondaire. Une indication particulière est superflue à cet endroit parce que la section à assainir a été parcourue pendant les travaux de rapprochement des barrages et est l'objet d'une surveillance continue. Schewe est le seul à noter, dans les paragraphes qui s'y rapportent qu'il est admissible d'ouvrir d'un seul côté un quartier barré, c'est-à-dire d'y pénétrer pour rapprocher les barrages du foyer, en présence de mélanges gazeux soit absolument non dangereux, soit dangereux sous condition, même lorsque le feu n'est pas complètement éteint. A ce sujet manquent les indications sur les conditions auxquelles doivent satisfaire les mélanges gazeux lorsque l'on veut pénétrer dans un quartier barré pour y exécuter certains travaux en présence de mélanges gazeux dangereux sous condition (voir paragraphe 2.6); ces conditions seront indiquées dans les futures directives de Rhénanie du nord-Westphalie actuellement encore à l'étude, sur l'"utilisation des résultats des analyses des fumées d'incendie".

Pour ce qui est des autres règles fondamentales et de l'établissement d'un plan pour l'exécution des travaux, c'est Schewe qui donne les indications les plus complètes; elles pourraient servir de préambule aux recommandations, et seraient à compléter dans la mesure où on le trouverait bon et où on n'aurait pas à le mettre à d'autres endroits; ce serait par exemple : précautions contre l'extension d'une explosion éventuelle par l'installation d'arrêts-barrages à schistes ou à eau, ou par schistification des voies, liaison téléphonique entre les équipes en opération dans le champ et la

base en air frais, raccord de la base en air frais au réseau téléphonique de la mine, tenue en réserve d'appareils de rechange et de brancards à l'endroit du travail dans le quartier, recommandation d'ouvrir d'abord le barrage de retour avant celui de l'entrée en cas d'assainissement.

L'indication des facteurs déterminants pour le refroidissement d'un foyer ou le choix d'un procédé semble sortir du cadre de ce travail ou est à éliminer pour des raisons déjà indiquées.

Il semble convenable à l'auteur de ne pas parler de réouverture mais de reprise (libération, récupération) d'un quartier barré et de distinguer dans le texte des recommandations, l'ouverture du quartier, la pénétration dans ce dernier pour des reconnaissances ou pour l'exécution de certains travaux, et l'assainissement. L'ouverture d'un quartier barré peut se faire en faisant un trou dans le barrage ou en ouvrant un canar de barrage ou une porte du barrage, après avoir construit une écluse si ceci est nécessaire; l'ouverture du champ peut également se faire en y faisant déboucher une nouvelle voie; dans ce cas, il faut, si cela est nécessaire, construire devant une écluse ou un barrage.

## 7. Conclusions

Après avoir explicité le sujet du travail et indiqué les documents qui ont servi de base à son étude, l'auteur a d'abord donné des indications générales sur la progression lors de la reprise des quartiers barrés et après avoir précisé les concepts fondamentaux il a dressé la liste des principaux critères de classification des différents cas de reprise de quartiers barrés. Ensuite sont exposées des considérations générales sur les conditions préalables à la réouverture d'un quartier barré et à sa récupération, les dangers auxquels on s'expose par une réouverture prématurée et les conditions pour un travail dans le quartier et finalement les propositions des auteurs sont discutées à l'aide d'un tableau récapitulatif et quelques questions particulières sont envisagées.

En ce qui concerne les recommandations pour la reprise de quartiers barrés, il est bon, après les tableaux récapitulatifs, de faire une division d'après les chapitres : généralités, règles fondamentales et exécution, suivant par là le projet de Schewe.

Dans le chapitre "généralités", il faut exposer les motifs qui conduisent à ouvrir un quartier barré, c'est-à-dire à pénétrer dans le champ du feu, ou pour entreprendre sa récupération et donner des indications sur les dangers potentiels liés à de tels travaux.

Les indications que l'on trouve dans certains rapports sur la position idoine des barrages, étudiée en vue de la réouverture, ainsi que sur la construction de trous d'hommes, de canars de barrage et de portes ne sont pas nécessaires, car ou bien elles sont déjà contenues

dans les recommandations de l'Organe permanent pour la fermeture des quartiers, ou bien elles ne sont à citer que dans un commentaire dans lequel on peut aussi indiquer l'intérêt d'avoir en réserve des portes ou des canars de barrage.

En ce qui concerne les règles fondamentales, il a été exposé que Schewe a donné un exposé complet des choses à considérer lors des mesures préparatoires, de l'établissement du plan et de la progression qui pourrait servir de préambule aux recommandations et qui pourrait être complété dans la mesure où ceci est estimé souhaitable.

En ce qui concerne l'ouverture des quartiers barrés, il suffit de donner l'indication générale sur la nécessité de l'étude de toutes les analyses d'air faites à tous les barrages de voir leur explosibilité; à ce sujet il faut prendre en considération les directives particulières valables pour chaque pays. Les conditions préalables à des travaux dans le quartier barré ou à son assainissement, qui ont été discutées précédemment en détail, ne sont pas à mettre dans les règles fondamentales, mais bien plutôt dans les paragraphes correspondants.

Pour ce qui est de l'exécution de la récupération de quartiers barrés ou de la séparation des différents procédés possibles, l'auteur a dressé, après des considérations générales introductives à la discussion des propositions, une récapitulation des principaux critères distinctifs. Cette récapitulation ne doit pas être considérée comme indispensable dans la répartition des recommandations et entraînant de ce fait une répartition correspondante des procédés; mais il faudra

tenir compte des points qui y sont étudiés. Si l'on veut formuler des recommandations sur la base de ces critères, on n'a à séparer essentiellement que deux cas dans la discussion; à savoir du point de vue de la progression en air frais ou en atmosphère inerte, c'est-à-dire en évitant la pénétration d'air frais en maintenant le quartier en feu fermé, et du point de vue de l'évacuation des fumées d'incendie en aérage secondaire ou en aérage primaire passant. Mais au total, les considérations sur ce sujet montrent que l'on ne peut pas considérer l'assainissement en aérage secondaire comme un procédé indépendant, car il n'est pas valable pour la libération de tout un quartier. L'état du foyer et la composition des mélanges gazeux sont déterminants dans le choix du procédé de reprise. La question de savoir si l'on doit reprendre tout le champ immédiatement en une seule fois ou le libérer par étapes successives ou d'abord rapprocher les barrages du foyer, éventuellement en progressant par étapes, dépend de chaque cas d'espèce et la décision doit en être laissée au chef de l'intervention. Les différents auteurs ont poussé plus ou moins loin la classification des procédés qu'ils indiquaient et la plupart font la différence entre l'assainissement de tout le champ et le procédé par étapes, parce que, dans ce dernier cas, il est nécessaire de construire un sas, si bien que ce procédé est occasionnellement aussi appelé "procédé par sas".

Cette façon d'opérer n'est cependant pas spécifique et ne permet pas une classification des procédés ainsi que le montre Schewe, mais doit cependant être signalée. De plus, comme il a été déjà indiqué, l'auteur ne pense pas que la possibilité ou la non-possibilité d'une reconnaissance préalable puisse être considérée comme caractérisant un procédé. Il faut attacher beaucoup d'importance à une reconnaissance. Si elle n'est pas possible, il faut laisser à la direction le choix du procédé et la décision de savoir si elle peut ou non prendre la responsabilité de la remise de l'aérage. En cas de mélanges explosifs sous condition, il faut décider de façon fondamentale si on doit rétablir l'aérage avec tout le courant d'air possible pour obtenir un pistonnage de mélanges gazeux ou s'il faut envoyer un courant d'air dosé de façon à diluer les mélanges et n'avoir dans le retour d'air pas de mélanges explosifs sur une grande longueur de galerie. D'après les considérations faites, on devrait choisir ce second procédé dans les recommandations et ne pas admettre le principe du choix de l'un ou de l'autre des deux procédés.

Les propositions sont ensuite étudiées en détail; on y note des différences sensibles et l'absence, dans la plupart des rapports, de directives pour la progression en atmosphère absolument non explosive; on doit en donner dans les recommandations. Schewe fait des propositions adaptées à ce cas. De Coninck, Schewe et Prague distinguent différents cas selon le danger que présentent les mélanges gazeux.

De Coninck, Grisard et Wood considèrent que le fait d'avoir pu faire ou non une reconnaissance peut servir à classer les procédés. Van Gember, Grisard et Forbes et Grove et indirectement Schewe également distinguent l'assainissement en une fois de la reprise par étapes, tandis que Wood distingue 4 procédés pour l'assainissement et la reprise par étapes. La reprise par étapes est citée incidemment par de Coninck. La directive de Prague sépare la reprise en air frais de la reprise en atmosphère inerte.

Les propositions étudient la classification des procédés, soit de façon très générale, soit en détail et dans ce cas donnent des indications complémentaires. Les propositions les plus complètes sont celles de Schewe, Wood et Forbes et Grove, mais les deux derniers nommés n'étudient pas le cas de la reprise en atmosphère absolument non explosible. Il faut toutefois remarquer que Forbes et Grove ne font pas non plus de différences entre les mélanges absolument non explosibles et les mélanges explosibles sous condition lorsqu'ils étudient la fermeture des quartiers. D'autre part, les propositions de Wood ainsi que celles de Forbes et Grove sont adaptées aux conditions particulières des exploitations de leur pays; notamment Wood lors de la reprise par étapes n'exige pas de fermeture résistant aux explosions et va trop loin dans les détails. La proposition de Forbes et Grove concorde dans l'essentiel avec les procédés 2 et 3 de Wood. Il semble à l'auteur que pour des recommandations d'une portée générale la distinction que fait Wood entre les différents procédés va trop loin.

Reste le rapport de Schewe qui est complet, non seulement dans ses paragraphes "généralités" et "règles fondamentales", mais



aussi en ce qui concerne les procédés à employer, et traite de toutes les possibilités en donnant les "directives essentielles pour la reprise d'un quartier barré" en évitant de se perdre dans des détails n'appartenant pas directement au sujet traité. Il distingue les procédés essentiellement d'après le danger des mélanges gazeux; il se sépare des autres propositions en ne distinguant pas entre assainissement total et reprise par étapes, mais au contraire en différenciant l'ouverture par un côté de l'ouverture par les deux côtés; il est à noter que l'ouverture par les deux côtés est identique à l'assainissement total en une fois, alors que l'ouverture par un seul côté peut être prise en considération, principalement dans une reprise par étapes avec le but d'assainir la portion à libérer, soit par un aérage passant, soit en aérage secondaire. Il va si loin dans son désir d'émettre des recommandations restant dans les généralités qu'il ne signale pas particulièrement la reprise par étapes ou "le barrage au plus près du foyer", mais il indique simplement le rapprochement des barrages du foyer, procédé qui contient les deux procédés précédemment cités.

Même si dans la proposition de Schewe les concepts et les possibilités signalés dans les principaux critères de distinction se recouvrent parfois en partie, ils se distinguent par une articulation correspondante à tous les procédés pratiques et par une formulation recouvrant toutes les possibilités. Le rapport de Schewe, qui se distingue par sa classification de tous les autres rapports, résulte de l'expérience acquise dans le bassin de la Ruhr. Il correspond donc à toutes les exigences pratiques de ce bassin; si bien qu'il apparaît

comme apte à servir de base à des recommandations générales, sous la réserve d'y adjoindre aux endroits convenables des compléments tirés des autres propositions, comme par exemple la nomination formelle de la "reprise par étapes" ou du "barrage au plus près du foyer". Il paraît souhaitable de préciser la notion d'atmosphère inerte dans les recommandations ou dans un commentaire, d'autoriser l'ouverture par un seul côté avec la pénétration de l'air frais par le barrage ouvert sans que l'on recourt à l'aéragé secondaire en cas de mélanges non dangereux, et de permettre aussi l'ouverture par les deux côtés en cas de mélanges non dangereux s'il est vraisemblable que le feu pourra être combattu par défournement ou sur place; enfin, d'autoriser que dans les conditions favorables citées plus haut (p. 47; 50) on puisse se dispenser d'une écluse si l'on n'a pas à craindre la pénétration d'air frais; il faudrait aussi signaler dans le paragraphe IV 1 qu'il faut surveiller par des analyses de gaz si une élévation subite de la teneur en CO n'a pas lieu qui laisse à penser qu'il existe une venue incontrôlée d'air frais dans le quartier et empêcher ceci dans la mesure du possible. Dans le 3e alinéa du paragraphe IV 1 on peut compléter la première phrase de la façon suivante "si l'on doit barrer plus près du foyer, soit pour une reprise par étapes, soit pour une limitation du champ barré, il faut construire un barrage rapide en atmosphère inerte et le rendre étanche". On a noté que la construction d'un barrage rapide, derrière lequel on doit construire un barrage résistant aux explosions, a pour but de rendre possible l'aéragé de la

zone barrée afin que l'on puisse construire le barrage résistant sans qu'il soit nécessaire de porter les appareils respiratoires. Ceci n'est pas exprimé clairement, car il est dit qu'un aérage secondaire peut être nécessaire pour pouvoir travailler dans des conditions climatiques acceptables et éventuellement sans porter d'appareils. Apparemment Schewe pense que dans certains cas la partie libérée peut être assainie par l'ouverture des deux côtés ou peut s'assainir d'elle-même sans que l'on ait besoin d'installer un aérage secondaire. Ainsi les conditions climatiques n'entrent pas seules en ligne de compte. Outre l'aérage secondaire soufflant, il peut être question d'aérage secondaire par tirage naturel.

Les paragraphes V-VII sont utiles et concordent avec les autres propositions dans la mesure où les points qu'ils contiennent y sont évoqués.

Reste la question des conditions à satisfaire pour des travaux dans un quartier maintenu barré en présence de mélanges dangereux sous condition; l'auteur a fait des propositions en ce qui concerne la composition des mélanges gazeux. On ne peut répéter à nouveau des indications particulières se trouvant dans ce rapport, mais qui sont toutefois à prendre en considération.

La différence principale avec les idées de Schewe et des autres rapporteurs se trouve dans la conception et l'exécution des barrages et des écluses pour les U.S.A. et la Grande-Bretagne et dans la façon de dissiper les mélanges gazeux pour de Coninck, Grisard et les rapporteurs britanniques, que ce soit d'ailleurs au sujet de la dilution ou du pistonnage. En accord avec les recommandations de l'Organe permanent pour l'isolement

des quartiers en feu, l'auteur pense que l'on ne peut renoncer à l'exigence d'une fermeture du quartier résistant aux explosions pendant la reprise par étapes. L'autorisation d'une reprise par étapes sous la protection de fermetures provisoires doit être laissée à la décision des réglementations des pays qui considèrent ce procédé comme admissible ou à la décision de la direction des opérations. Il reste encore à régler la question de la résistance à l'explosion des deux barrages des écluses. L'auteur, ainsi qu'il l'a déjà dit, pense qu'un seul barrage résistant aux explosions est suffisant.

De Coninck et Grisard admettent la possibilité de l'assainissement avec tout le courant d'air et par là la formation de mélanges explosifs dans le courant de retour d'air et apparemment en outre dans le puits et les rapports britanniques attachent peu d'importance à ce que le puits de retour d'air ne contienne aucun mélange explosif. D'après ces considérations, les recommandations doivent se limiter à l'assainissement par un aérage dosé, ce qui est d'ailleurs déjà exigé par les instructions du Service des mines en République fédérale allemande. Il faudra préciser dans un commentaire que l'on ne pourra s'écarter de cette méthode, que ce soit systématiquement ou pour des cas particuliers, que sur ordre et sous la responsabilité de la direction des opérations. Les directives des O.B.A. de Rhénanie du Nord-Westphalie et de Sarre sur la protection des incendies, qui exigent un aérage dosé pour l'assainissement, ne sont que des directives et non des instructions intangibles et impératives, si bien qu'éventuellement des dérogations semblent possibles

si les circonstances l'exigent.

Si la proposition de Schewe ne trouve pas l'accord général, il existe une autre possibilité, à savoir de discuter d'autres propositions en prenant une autre classification des procédés, basée sur d'autres critères comme le font van Gember, Wood, Forbes et Grove pour des mélanges gazeux dangereux sous condition, ou par exemple comme l'a fait l'auteur en annexe pour des mélanges non dangereux ou dangereux sous condition. Ce travail diffère de celui de Schewe et de toutes les autres propositions tant par sa construction que par son articulation des procédés. Par comparaison avec le projet de l'auteur, le projet de Schewe se distingue par une rigueur moindre, une simplicité plus grande et son adaptation aux cas pratiques de la progression.

Les exemples indiqués montrent qu'il n'y a eu d'incidents lors de la progression dans un quartier barré ou de son assainissement que lorsque l'on a ouvert trop tôt le quartier ou lorsque l'on n'a pas travaillé en atmosphère inerte, alors que c'était nécessaire, ou lorsque dans un champ étendu on n'a pas procédé par étapes et que l'on n'a pas veillé à un assainissement rapide suffisant, c'est-à-dire à l'évacuation des mélanges gazeux du champ à reprendre, ou finalement si l'on n'a pas évité ou pas pu éviter la pénétration d'air frais dans des parties encore non contrôlées du champ.

La responsabilité de la progression dans chaque cas est à la direction des opérations. Il est bon que celle-ci fasse appel aux conseils d'experts, en particulier de la station centrale de sauvetage qui dispose de beaucoup d'expérience, lorsqu'elle fait les plans de travaux de ce genre. Sinon il faut s'attendre à la possibilité d'incidents qui ne sont pas évitables, même avec des directives aussi poussées dans les détails que celles de Schewe et de Wood.

(s.) G. LEHMANN

Annexe

1) La reprise de quartiers à feu en présence de mélanges gazeux non explosifs qui le restent même après dilution avec de l'air

- A. La reprise du quartier à feu est admissible
  - 1) par une progression en air frais,
  - 2) par une progression en atmosphère inerte, les barrages étant maintenus fermés pour éviter une pénétration d'air frais
  
- B. La progression en air frais peut s'effectuer
  - 1) en aérage passant si le feu est éteint ou si son extinction et son défournement semblent possibles
    - a) par l'ouverture des deux côtés du quartier, il est préférable d'ouvrir d'abord le barrage de retour
    - b) par ouverture du barrage d'entrée d'air si l'air entrant peut sortir par des fuites du quartier;
  - 2) en aérage secondaire en ouvrant un seul côté du quartier; ceci est particulièrement le cas lorsque l'on veut rapprocher les barrages du foyer lorsqu'il n'est pas encore éteint. L'aérage secondaire doit être de préférence aspirant ou avoir lieu par aérage naturel. Pour des travaux d'une assez grande ampleur, il est judicieux d'isoler la partie non aérée du quartier par une fermeture provisoire. On peut procéder par étapes en construisant une fermeture provisoire qui isole chaque section jusqu'à la reprise de la progression.

- C. 1) La progression en atmosphère inerte est obligatoire s'il faut s'attendre à une réanimation intempestive du foyer lors de la pénétration de l'air. Pour éviter la pénétration de l'air dans le quartier, il est éventuellement nécessaire de construire une écluse devant le barrage par lequel on pénétrera dans le quartier. On peut procéder par étapes (voir paragraphe B. 2).
- 2) Lors de travaux d'extinction en atmosphère inerte, il est recommandé, si les conditions climatiques sont défavorables, d'installer des pulvérisateurs d'eau et des lances à incendie et l'équipe de sauvetage quittera le quartier après les avoir mis en action.
- D. 1) Avant l'ouverture d'un barrage, il faut s'assurer que les autres fermetures du quartier sont étanches et que d'autres endroits de la mine ne peuvent être mis en danger par la sortie des gaz du quartier, ces autres endroits de la mine ayant une liaison avec le quartier barré.
- 2) Il faut s'assurer que personne ne peut être mis en danger lors de la remise en service d'un aérage passant dans le quartier barré ou de l'arrivée des fumées dans le courant d'air principal si on les chasse par un aérage secondaire.
- 11) Reprise de quartier à feu en présence de mélanges gazeux non explosifs mais qui peuvent le devenir par une dilution avec de l'air frais
- A. La progression dans le quartier à feu
- 1) Il est admissible de pénétrer dans le quartier pour des reconnaissances ou pour effectuer certains travaux même quand le feu



n'est pas encore éteint. Ceci ne peut avoir lieu qu'en atmosphère inerte. Il est indispensable pour autoriser cette opération qu'à tous les barrages la teneur en CH<sub>4</sub> soit supérieure à 20 % ou que la teneur en oxygène soit inférieure à 6 %.

- 2) Pendant la durée des travaux dans le quartier, il faut contrôler par des prises d'air fréquentes que le mélange gazeux reste non dangereux, conformément aux conditions du 1. Il faut arrêter les travaux dès que la teneur en CH<sub>4</sub> descend en dessous de 20 % ou que la teneur en oxygène monte au-dessus de 6 % ou que l'on constate un accroissement continu et durable de la teneur en CO.
- 3) En règle générale, on ne peut pénétrer dans le quartier que par une écluse constituée par deux barrages à ouvertures rapides (portes ou canars). L'un au moins des barrages doit être résistant aux explosions. Les portes doivent s'ouvrir vers le quartier à feu. Lors du passage à travers les écluses, il faut veiller tout particulièrement à ce qu'il y ait toujours un barrage fermé.

Dans des circonstances favorables on peut se dispenser de l'écluse pour exécuter des reconnaissances ou pour progresser dans un chantier sans aérage passant.

- 4) Si les barrages ne sont pas munis de fermetures rapides, on ne doit y faire des trous ou les ouvrir qu'après avoir construit une

écluse.

- 5) Lorsque les quartiers sont très étendus ou ramifiés et que l'on ne peut les aérer complètement pour en expulser les mélanges gazeux, il est recommandé de procéder à une reprise par étapes successives en isolant chaque fois le reste du quartier de façon à ne pas courir le risque que des régions insuffisamment aérées ou éboulées ne soient pas complètement assainies et qu'un incendie ne puisse y prendre ou y reprendre sous l'influence de courants d'air parasites.
- 6) Si l'on procède par étapes, il faut si possible choisir les étapes de façon à rétablir un aérage passant par un circuit simple.
- 7) Si le feu n'est pas encore éteint ou si le foyer n'est pas accessible et, par conséquent, ne peut être reconnu, il faut d'abord en rapprocher les barrages en procédant par étapes si nécessaire.
- 8) Si l'on procède par étapes ou si l'on veut rapprocher les barrages du foyer, on peut isoler le reste du quartier par une fermeture provisoire dans les cas où l'on peut attendre de cette dernière une étanchéité suffisante contre le passage de l'air. L'intérêt de cette façon de faire est qu'après avoir aéré la section à récupérer on peut procéder à la construction

du barrage résistant aux explosions indispensable et de l'écluse nécessaire à la progression ultérieure dans des conditions climatiques plus favorables et en air frais.

On peut utiliser comme fermeture provisoire, soit deux parois de planches séparées par un intervalle de 20 à 30 cm rempli de poussière de schistes, soit deux couches de caissons de barrage en laine de verre ou en fibre minérale avec un épaulement en poussière de schistes entre les deux couches, soit en cas de circonstances particulièrement favorables des cloisons de planches bien étanchéifiées ou un voile en matière synthétique.

- 9) Lors de travaux d'extinction ou de refroidissement d'endroits chauds, il faut procéder en accord avec ce qui a été dit au paragraphe 1, C. 2)
- 10) Il faut tenir compte des conditions climatiques dans la détermination de la durée des périodes d'intervention des équipes de sauvetage. Il faut établir une liaison téléphonique entre l'équipe de pointe ou l'endroit du travail et la base en air frais se trouvant devant l'écluse. La base en air frais doit disposer d'une liaison avec le réseau téléphonique de la mine. Il est recommandé d'avoir un appareil de réserve sur le lieu de travail.

**B. L'assainissement ou évacuation des mélanges gazeux**

- 1) s'il existe une liaison continue d'aérage entre le barrage d'entrée et le barrage de sortie, on dissipera les mélanges gazeux en aérage

passant en ouvrant le barrage d'entrée et le barrage de retour. Il est préférable d'ouvrir d'abord le barrage de retour.

- 2) S'il n'existe aucune liaison continue d'aé-  
rage entre l'entrée et le retour, on utili-  
sera pour l'assainissement de la section con-  
sidérée un aérage secondaire soufflant ou à  
tirage naturel\*.  
Avant la mise en service de l'aérage secon-  
daire, il faut s'assurer que les fermetures  
du quartier sont bien étanches et qu'il ne peut  
être mis en péril aucun chantier par la sortie  
des mélanges gazeux à d'autres endroits de la  
mine qui pourraient avoir une liaison avec le  
quartier à feu.
- 3) Lors d'une reprise par étapes, on assainira  
selon le cas en aérage passant ou en aérage  
secondaire.
- 4) L'assainissement doit être exécuté conformé-  
ment à un plan de préférence un jour où l'ex-  
ploitation ne marche pas.
- 5) Avant l'assainissement, il faut vérifier que  
dans les régions à assainir il n'existe pas de  
sources d'allumage (incendie) ou d'endroits  
chauds. Si une région de la mine touchée par  
l'incendie ne peut être inspectée, elle ne  
doit être assainie que si l'on a la certitude  
totale que le feu est éteint et qu'il s'est  
écoulé suffisamment de temps pour le refroi-  
dissement.

---

\* L'auteur pense que l'on doit si possible  
travailler du côté de l'entrée d'air en aérage  
aspirant par tirage naturel, de façon à ne pas  
augmenter la pression sur le barrage.

- 6) Seules ne doivent se trouver dans la mine ou dans le champ susceptibles d'être mis en danger par les gaz d'incendie ou par les explosions que les personnes et les équipes de sauvetage nécessaires pour l'ouverture des barrages et les mesures.

Après exécution de leur mission, elles doivent se replier dans des positions d'observation ou d'attente à l'abri du danger ou bien remonter de la mine. Des chantiers susceptibles d'être mis en danger doivent avoir leur accès barré si nécessaire. Les équipes de sauvetage doivent être prêtes à intervenir.

- 7) Toutes les installations électriques situées dans la partie de la mine évacuée pour assainissement doivent être hors tension.
- 8) Pour l'assainissement en aérage passant, il faut régler le courant d'air de façon à ce qu'aucune teneur explosive ne puisse subsister sur une assez grande longueur dans le circuit d'air qui reçoit les fumées du quartier en assainissement. Les débits d'air et les teneurs en grisou de ces circuits sont à surveiller; on mesurera si possible le grisou à partir d'un endroit sûr, grâce à un télégrisomètre enregistreur.

En cas d'assainissement avec aérage secondaire, il faut également régler l'aérage de façon à ne pas avoir de mélanges explosifs sur une assez grande étendue. Il faudra éventuellement renforcer l'aérage passant dans lequel débouche l'aérage secondaire. La teneur en grisou de l'aérage passant est si possible à surveiller à partir d'un endroit sûr, grâce à un télégrisomètre enregistreur.

- 9) L'inspection du quartier par les équipes de sauvetage après l'assainissement n'est admissible que lorsque la teneur en grisou dans le courant d'air est tombée suffisamment en dessous de la limite inférieure d'explosibilité.

- 1) Ryba, G.: Handbuch des Grubenrettungswesens. Erster Band S.261. IV. Gewältigung wegen Feuers abgesperrter Grubenräume, S.273.
- 2) Forbes, J.J. und G.W. Grove: Suggested procedure in sealing and unsealing mine fires and in recovery operations. 1929. U.S. Bureau of Mines Miner's Circular 36.
- 3) Heintzmann: Ueber Vorrichtung und Abbau von Kohlenflözen. Mit besonderer Beziehung auf Oberschlesien. Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, herausgegeben von Dr. C.J.B. Karsten, Jahrgang 1820, II Band 2. Heft S.36. Die Sicherung gegen Grubenbrand, S.82,86.
- 4) von Renesse: Die Explosionen schlagender Wetter auf der Zeche Neu-Iserlohn bei Langendreer. Z. Berg-, Hütt. u. Sal.Wes. 21 (1873) S.125.  
Kosmann: Der Grubenbrand auf der Steinkohlengrube Cons. Florentine bei Ober-Lagienik in Oberschlesien am 3. April 1881. Z. Berg-, Hütt. u. Sal.Wes. 30 (1882) S.211.  
s. ferner 6) und 7)
- 5) Fayol, H.: Etudes sur l'altération et la combustion spontanée de la houille exposée à l'air. Bull.soc. ind.min. 1879 2<sup>me</sup> série tome 8 S.487, 692,698.
- 6) Mayer, J.: Einiges über die Explosion schlagender Wetter am Wilhelmschachte und die Gewältigungsarbeiten mit den S. von Bromen'schen Atrnungsapparaten. Oesterr. Z. Berg- u. Hütt.Wes. 1885 S.569.
- 7) Kohout, J. und J. Pilar: Gewältigungsarbeiten in Karwin. Oesterr. Z. Berg- u. Hütt.Wes. 1885 S.311.
- 8) Mauerhofer, J.: Bergungs- und Gewältigungsarbeiten auf den Plutoschächten bei Wisc. Oesterr. Z. Berg- u. Hütt.Wes. 1895 S.433.

- 9) Allott: The reopening of Norton Colliery with self-contained breathing-apparatus after an explosion. Trans.Instn.Min.Eng. 1912/1913 S.595.
- 10) Allott: The recovery operations after an explosion which occurred at the Birchenwood Colliery, Kidsgrove, Staffordshire, on December 18 th, 1925. Trans.Instn. Min.Eng. 1927/28 S.62.
- 11) Droký, A.F. Procedure at Horning Mine 1926 disaster exemplifies strategy to be adopted after explosion. Coal Age 1926 S.527.
- 12) Forbes, J.B.: When and how to unseal coal mine fires. Min. Congr. J. 1927 S.512.
- 13) Rice, G.G., J.W. Paul und M.W. von Bernewitz: Fifty-nine coal-mine fires. 1927. U.S. Bureau of Mines Bulletin 229.
- 14) Die Schlagwetterexplosion auf der Gabrielenzeche in Karwin und die Gewaltigung der Grube. Mont. Rdsch. 1828 S.121.
- 15) Cadel a.a.O. und Rev.ind.min. 1938 S.123, 153, 196, 203.
- 16) Frantzen: Etude sur les feux souterrains. Ann.min. France 1919 tome VIII S.5; Titre V S.84.
- 17) Lehmann, G.: Beiträge zur Bekämpfung von Grubenbrand. Abdämmung, Aufwältigung, Arbeit der Grubenwehr. Glückauf 1951 S.817, 823, 830.
- 18) Cabolet, P.: Schliessen und Oeffnen eines Brandfeldes auf der Zeche Constantin der Grosse 1/2 in Doohum Glückauf 1940 S.553.
- 19) O'Connor, J.A., J.S. Malesky und T.C. Higgins: Fighting a fire in Nr.59 mine Peabody Coal Co, Springfield Sangamon County, Ill., 1950. U.S. Bureau of Mines Information Circular 7564.



- 20) Rybak, M.: Selbstentzündung der Kohle. Der Kohlenbergbau des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers Band II<sub>2</sub> S.765; 773.
- 21) Luyken: Grubenbrand auf der Zeche Consolidation in Jahre 1938. Glückauf 1939 S.761, 767.
- 22) Rice: Mine rescue work in the United States. Trans.Instn.Min.Eng. 1928 Vol.75 Part 6 S.426.
- 23) Criddle, S.J.: The CO/O<sub>2</sub> ratio and spontaneous combustion. Coll. Guard. 1961 S.664.
- 24) Willett, H.L.: Interpretation of samples behind stoppings. Coll.Guard. 1952 S.179; ferner Communication présentée à la sixième conférence internationale des directeurs de stations d'essais, 1950.
- 25) Coles, G. und J.T. Thirlaway: The disappearance of carbon monoxide in the mine. Coll. Guard. 1955 S.789.
- 26) Haase-Lampe: Handbuch für das Grubenrettungswesen, 3. Band, S.351.
- 27) Haase-Lampe a.a.O. S.322.
- 28) Das Grubensicherheitswesen im Deutschen Reich im Jahre 1940. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.Wes. 1941 S.191.
- 29) Flasche, F.: Wetterlehre und Brandbekämpfung im Bergbau. Fachbuchverlag Leipzig, 1955, S.233.
- 30) Hugo: Abdämmen eines Grubenbrandes auf der Grube Brefeld. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.Wes. 1943 S.114.
- 31) Dunbar, F.D.: Prevention of, fighting and sealing mine fires. Min. Congr.J. 1927 S.516.
- 32) Coulshed, A.J.G.: Some aspects of fire seals. Iron Coal Trad. Rev. 1959 S.155.

- 33) Potter, N.M.: Underground heatings and fires.  
Iron Coal Trad. Rev. 1952 S.691.
- 34) Brass, J. jun. und W. Widdas: Recovery of the  
sealed-off district of Creswell Colliery, Trans.  
Instn.Min.Eng. 112 (1952) Part 3 S.179.
- 35) Grubenbrand und Explosion auf der Zeche Werne.  
Glückauf 1906 S.138.  
Schlagwetterexplosion auf der Zeche Werne Schacht 1/2  
im Bergrevier Hamm am 5.12.1905. Z. Berg-, Hütt.- u.  
Sal.Wes. 1906 S.431.
- 36) Wilcox, W. und W.M. Robertson: Sealing and reopening  
a district, Coll. Guard. 182 (1951) S.381,383.
- 37) Spacek: Grubenwetterführung. Der Kohlenbergbau des  
Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers Band II 2,  
S.611,633.
- 38) Dialek, J.: Rettungswesen. Der Kohlenbergbau des  
Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers Band II 2,  
S.779,844.

**APPENDICE:**

**Annexe III b**

(Doc. 3915/65; doc. 1255/3/651;  
doc. 7024/64 – App. I – IV)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille

- Commentaires des groupes de travail «Incendies et feux de mine» et «Sauvetage» concernant le rapport des commissions d'experts sur l'essai d'incendie de puits effectué à la mine de Dorstfeld
- Rapport des commissions d'experts «Problèmes pratiques et théoriques relatifs aux incendies dans les puits à grande profondeur» sur les essais d'incendies et prise de position sur les résultats des essais et conclusions
- Corrigendum ainsi que remarques et commentaires des commissions d'experts relatifs au texte du rapport final de la Versuchsgrubengesellschaft

Les groupes de travail "Incendies et feux de mines" et "Sauvetage" ont examiné le rapport final de la Versuchsrubengesellschaft mbH à Dortmund, y compris les annexes I - IV ainsi que le rapport des sous-commissions "Problèmes pratiques et théoriques relatifs aux incendies dans les puits à grande profondeur".

Ils ont acquis la conviction que la prise de position des commissions d'experts au sujet des résultats des essais (chapitre B du rapport - doc. n° 1255/3/65) et les conclusions auxquelles sont parvenues ces commissions (chapitre C du rapport - doc. n° 1255/3/65) doivent être expliquées en détail par le texte ci-dessous, avant que le rapport soit soumis à l'Organe permanent.

Ad B - Prise de position sur les résultats des essais (page 5 - doc. n° 1255/3/65)

A.I. Lors de la lutte contre un incendie de puits d'entrée d'air, nous avons:

- 1) Un foyer qui
  - a) dégage des gaz nocifs pour l'ensemble du personnel,
  - b) développe une force contre-aéromotrice. Celle-ci risque de perturber complètement l'aérage.

- 2) Un déversement d'eau qui
  - a) développe une force aéromotrice qui s'oppose à celle du foyer et pourrait aussi modifier l'aérage.
  - b) réduit ou éteint le foyer à condition de l'atteindre. A ce moment la force contre-aéromotrice du foyer ainsi que la formation de gaz nocifs sont diminuées ou supprimées.

II. Au moment où nous devons commencer la lutte contre un incendie de puits d'entrée d'air :

- 1) Nous connaissons :
  - a) le régime d'aérage de la mine sans incendie (degré de stabilité...).
  - b) la quantité d'eau dont nous disposons et celle que nous pouvons déverser eu égard à la force aéromotrice qu'elle pourrait développer. (Celle-ci est donnée par les courbes reprises page 33 dans le 2e rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille. Certains points de ces courbes ont été vérifiés par des essais à froid au siège d'Arenberg - Fortsetzung et au siège de Dorstfeld).
- 2) Nous ignorons :
  - a) l'intensité du foyer et sa répercussion possible sur l'ensemble du système d'aérage de la mine,
  - b) la quantité et la composition des gaz nocifs formés,
  - c) l'efficacité de l'eau sur le foyer. Elle dépend entre autres du débit déversé, de l'intensité du foyer, de la profondeur de ce dernier et de son emplacement dans la section du puits.

./.

B.I. Dans l'essais de Dorstfeld on s'est fixé un certain nombre de ces variables de façon à se placer dans les conditions spéciales suivantes :

- 1) Le circuit d'aérage de la mine a été réduit de façon à avoir un régime d'aérage très stable qui ne risquait pas l'inversion.
- 2) Le foyer a été placé à 360 m de profondeur et était situé à 60 m au-dessus de l'étage le plus profond. Si on devait s'attendre à une force contre-aéromotrice plus faible qu'avec un foyer situé plus haut, on pouvait ainsi étudier l'efficacité de l'eau à grande profondeur.
- 3) Le foyer occupait la plus grande partie de la section du puits (la section du puits était réduite à cet endroit de 28 à 16 m<sup>2</sup>). L'ensemble du bûcher a été embrasé très rapidement, et le foyer était important.

II. On a pu observer sur un feu développé et éteint dans ces conditions:

- 1) l'efficacité d'une quantité d'eau recommandée par l'Organe permanent sur un incendie à grande profondeur,
- 2) les répercussions de l'incendie et de la quantité d'eau déversée sur l'aérage dans un régime stable,
- 3) la pulsation intermittente des gaz d'incendie aux environs du foyer,
- 4) la composition des gaz d'incendie,
- 5) les températures.

III. Quant à la lutte contre un incendie qui se développerait dans d'autres conditions, l'essai de Dorstfeld n'a pas permis de fixer des renseignements certains. A la limite, ces conditions pourraient être diamétralement opposées à celles de l'essais effectué et se présenter par exemple comme suit :

./.

- 1) système d'aérage très instable (pour examiner la possibilité et la rapidité d'une inversion),
- 2) emplacement du foyer à faible ou moyenne profondeur dans un puits profond (pour obtenir une force contre-aéromotrice élevée),
- 3) foyer pouvant se développer verticalement (probablement plus difficile à éteindre),
- 4) foyer allumé par un petit bûcher, mais qui peut se développer d'une façon intense.

Ad C. Conclusions (page 7 - doc. n° 1255/3/65)

Tous les membres des deux groupes de travail sont d'accord avec les experts des deux sous-commissions sur le fait que l'essai d'incendie réalisé au puits 5 de la mine de Dorstfeld n'a pas permis de tirer au clair toutes les questions relatives à l'effet extincteur de l'eau répandue dans un puits d'entrée d'air ainsi qu'aux conséquences sur l'aérage d'un incendie se déclarant dans un puits ou des mesures prises pour le combattre (déversement d'eau).

C'est ainsi par exemple que, dans l'essai d'incendie effectué à la mine de Dorstfeld, la question suivante n'a pu être éclaircie :

- Quelle est l'influence sur l'effet extincteur de l'eau, de l'écoulement qui se produit dans la zone du foyer d'incendie en sens inverse de l'air pénétrant dans le puits, et qui n'occupe qu'une partie de la section du puits, notamment lorsque l'incendie s'étend sur une assez grande longueur dans une partie de la section du puits?

Cette question est en rapport avec la formation et la force de secteurs dits de "recirculation" à proximité de flammes ou d'incendies. Ils se produisent par le fait qu'à proximité de toute flamme des gaz de combustion sont évacués et que de l'air frais (ou de l'O<sub>2</sub>) est amené à la flamme, de sorte que, selon les conditions d'écoulement de l'air, il peut exister à proximité d'une flamme des zones où l'air frais se mélange à des gaz de combustion avant d'être amené à la flamme.

./.

Ce phénomène appelé "conditions d'écoulement pulsatoires" dans le rapport d'essais de la Versuchsgrubengesellschaft, a été observé également au cours de l'essai d'incendie de puits effectué à Dorstfeld.

On ne sait jusqu'ici que très peu de choses quant à l'étendue et aux vitesses de cet écoulement dans un incendie de puits. Ces deux valeurs doivent dépendre de l'intensité de l'incendie, de la quantité d'air entrant dans le puits, des dimensions de l'équipement et des conditions d'écoulement dans le puits, ainsi que de l'importance du foyer. En cas d'incendie violent dans un puits d'entrée d'air se propageant sur une assez grande longueur du puits - même s'il n'occupe qu'une partie de la section de celui-ci - il est à craindre qu'aux environs de la paroi du puits il ne se forme au-dessus du foyer un courant ascendant en sens inverse de l'arrivée d'air. Si, dans un certain secteur localisé de la section du puits, la vitesse d'écoulement des gaz de combustion ascendants dépasse la vitesse de chute de l'eau (à peu près 9 m/s), et que de l'eau soit déversée, cet écoulement détourne tout d'abord les gouttelettes d'eau vers le côté, ce qui les empêche d'atteindre le brasier.

On ignore dans quelle mesure l'effet extincteur et le déroulement chronologique de l'extinction par déversement d'une quantité d'eau déterminée sont affectés par un tel écoulement.

Les membres des deux groupes de travail soutiennent que l'on ne pourra jamais clarifier entièrement le problème de l'écoulement, même en effectuant d'autres essais d'incendie de puits, les conditions étant différentes pour chaque incendie. Ils estiment qu'il importe surtout de lutter par déversement d'eau contre tout incendie se déclarant dans un puits d'entrée d'air le plus rapidement possible, c'est-à-dire avant que le feu n'ait pris une grande extension et avant que ne se soit produit un renversement du courant d'aérage. Il est nécessaire pour cela que la transmission d'informations des recettes du fond au jour soit assurée de telle sorte qu'elle ne puisse être interrompue au bout de peu de temps par un incendie se déclarant dans un puits. L'Organe permanent a déjà émis une recommandation visant à poser les câbles et

./.



les lignes téléphoniques des puits de façon qu'ils soient convenablement protégés. Il faut, en outre, prendre les mesures nécessaires pour que, dès qu'est signalé un tel incendie, la quantité d'eau exigée pour le combattre rapidement et efficacement puisse être déversée dans les délais les plus brefs, une quantité de 50 l/min/m<sup>2</sup> de section du puits étant considérée comme suffisante.

Quelques-uns des membres sont d'avis qu'un incendie de puits peut être éteint en peu de temps, même dans des conditions difficiles, c'est-à-dire lorsqu'il s'étend verticalement d'un seul côté sur une grande longueur et que se produisent des écoulement locaux. Ils pensent qu'un incendie peut être rapidement éteint, même lorsque la vitesse d'écoulement ascendant des gaz de combustion est élevée, en augmentant la quantité d'eau déversée.

Ces membres rappellent en outre la recommandation de l'Organe permanent d'employer dans les puits d'entrée d'air un soutènement à l'épreuve du feu; pour les raisons ci-dessous exposées, ils ne considèrent pas qu'un ou plusieurs autres essais d'incendie de puits puissent apporter des résultats très intéressants et ne sont donc pas en faveur de tels essais.

En revanche, la plupart des autres membres des deux groupes de travail estiment souhaitable de clarifier le plus possible les problèmes qui se posent encore dans un incendie de puits en procédant à un nouvel essai à grande échelle, qui devrait permettre d'établir notamment jusqu'à quel point et en combien de temps il est possible d'éteindre un grand incendie vertical de forte intensité par arrosage. Ils reprennent ainsi à leur compte la proposition des experts des sous-commissions, de clarifier autant que possible, avant de procéder à un nouvel essai à grande échelle, la question des phénomènes d'écoulement au moyen d'essais sur modèles à échelle réduite, c'est-à-dire d'établir en principe avec certitude quels sont les cas où les conditions sont plus critiques que celles d'extinction et d'aéragé existant pour l'incendie du puits de la mine de Dorstfeld, en ce qui concerne la circulation de l'air et l'effet extincteur de l'eau. En même temps, des méthodes de mesure plus perfectionnées devront être mises au point pour l'exécution d'un essai à grande échelle.

./.

La majorité des membres des groupes de travail estiment, conformément à la proposition des experts, qu'il convient, sans attendre le résultat des essais sur modèles réduits, de procéder à un essai pratique s'il se présente pour cela une occasion favorable à peu de frais. Cet essai pratique pourrait, le cas échéant, être précédé d'un essai à froid. Les experts des sous-commissions ont déjà proposé les conditions de l'essai d'incendie. Un membre suggère d'envisager, pour les préparatifs des essais, un siège d'extraction où le système d'aéragé est instable.

Au contraire, d'autres membres déclarent qu'il convient d'attendre les résultats des essais sur modèles à échelle réduite, qui fourniront des renseignements sur les phénomènes d'écoulement à proximité d'un foyer d'incendie et que c'est seulement une fois terminés ces essais que l'on pourra décider s'il y a lieu ou non de procéder à un autre essai d'incendie de puits et, le cas échéant, dans quelles conditions.

Il faudrait alors déterminer après mûre réflexion, et peut-être après des essais préliminaires, les conditions dans lesquelles se déroulerait un tel essai au cours duquel pourraient être contrôlés les effets des conditions les plus diverses.

Les essais pourront être effectués par un centre d'essais minier tout aussi bien que par un institut spécialisé d'un établissement d'enseignement technique supérieur. Au cas où de tels essais seraient effectués par un centre d'essais minier, il faudrait s'efforcer d'obtenir le concours d'un tel institut, ceux-ci ayant l'expérience de la technique de mesure et des essais sur modèles à échelle réduite en ce qui concerne l'aérodynamique des foyers.

Au sujet de la révision nécessaire des directives publiées dans le second rapport de l'Organe permanent pour la lutte contre les incendies de puits par déversement d'eau, les membres du groupe de travail se rallient à la proposition des experts.

\*

\*

\*



ORGANE PERMANENT  
POUR LA SECURITE DANS LES  
MINES DE HOUILLE

Doc. n° 1255/3/55 f  
=====

Groupes de travail  
"Incendies et feux de mines"  
et  
"Sauvetage"

Sous-commissions  
"Problèmes pratiques et théoriques  
relatifs aux  
incendies dans les puits à grande profondeur"

O.P. 24/3

Luxembourg, le 13 avril 1965

R A P P O R T

sur les essais d'incendies effectués avec l'aide  
financière de la Haute Autorité dans les puits d'entrée d'air  
de la mine de Dorstfeld à Dortmund par la Versuchsgrubengesellschaft  
m.b.H. Dortmund -  
Prise de position sur les résultats des essais et conclusions

A - Rapport sur les essais d'incendies de puits

I. - Sur proposition de ses groupes de travail "Incendies et feux de mines" et "Sauvetage", l'Organe permanent avait déjà adopté des directives pour la lutte contre les incendies de puits par déversement d'eau (2e rapport de l'Organe permanent, page 26 et suiv.) lors de la réunion du 8/4/1960. L'établissement de ces directives peut être attribué à une recommandation qui avait été formulée par la Conférence pour la sécurité dans les mines de houille, sur la base des résultats d'enquête concernant l'incendie de puits survenu à Marcinelle en 1956, et que les gouvernements réunis au sein du Conseil de ministres avaient transmise en 1957 à l'Organe permanent en vue d'un examen complémentaire (rapport de la Conférence, page 56 - résolution 2 - b).

Ces directives précisent notamment qu'à l'extrémité supérieure de chaque puits aboutissant au jour doit être prévu un dispositif permettant de déverser au moins 50 litres d'eau par minute et par m<sup>2</sup> de section de puits.

./.

On souligne tout particulièrement les dangers que comporte le déversement d'une trop grande quantité d'eau dans un puits d'entrée d'air, les perturbations de l'aérage et, partant, les dangers supplémentaires qui en résulteraient pour la santé et la vie des mineurs.

Si les essais réalisés auparavant par la Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. à la mine expérimentale TREMONIA ont révélé que la quantité d'eau susmentionnée pouvait suffire pour maîtriser les incendies à faible profondeur, il reste à savoir si un incendie de puits peut également être maîtrisé lorsqu'il se produit à une plus grande profondeur.

Cette question a été étudiée pour la première fois le 1/3/1962, sur proposition de la délégation belge, par les deux groupes de travail; l'Organe permanent ayant été consulté à ce sujet, elle a été examinée de façon approfondie le 13/4/1962 avec les directeurs et les experts des centres d'essais des pays de la Communauté et du Royaume-Uni. Il avait été décidé à l'époque de charger deux commissions d'experts de poursuivre l'examen de cette question, l'une des commissions devant étudier les questions pratiques relatives à l'établissement et à l'exécution éventuelle d'un programme d'essai, y compris l'établissement d'un devis, l'autre, avec adjonction de représentants des centres d'essais et notamment de spécialistes de l'aérage, étant chargé d'examiner le programme des essais du point de vue scientifique.

Ces commissions d'experts devaient étudier essentiellement les aspects relatifs à la sécurité, et particulièrement les questions suivantes :

- l'effet d'extinction de l'eau déversée dans des puits d'entrée d'air de grande profondeur, compte tenu de la durée et du volume d'eau, ainsi que

./.

- la perturbation de l'aérage susceptible d'être provoquée par les effets thermiques de l'incendie ou par les mesures prises pour combattre cet incendie.

Jusqu'ici il a été impossible d'effectuer des essais dans des puits profonds, les stations d'essai des pays de la Communauté ne disposent pas de puits appropriés à grande profondeur. Seul se prêterait à ces essais un puits qui doit être fermé définitivement.

II. - La sous-commission chargée d'examiner les questions pratiques, sous la présidence de M. SPHENE, a élaboré un programme d'essais avec devis, sur lequel la sous-commission dirigée par M. STENUIT a pris position dans une étude spéciale.

Les conceptions des sous-commissions au sujet du programme d'essais concordent, et à la réunion commune du 18/12/1962, au cours de laquelle les groupes de travail "Incendies et feux de mines" et "Sauvetage" ont examiné ce programme, il a été décidé d'en proposer l'exécution à l'Organe permanent.

III. - L'Organe permanent a étudié pour la dernière fois cette question lors de sa réunion plénière du 11 octobre 1963. Il s'est rallié à la conception des groupes de travail qui estimaient que les résultats de ces essais pourraient être extrêmement utiles pour l'exécution des travaux de sauvetage et, par suite pour la sécurité des travailleurs des bassins houillers des pays de la Communauté et du Royaume-Uni, et qui préconisaient l'exécution d'essais en vraie grandeur.

Ce programme expérimental proposé ainsi que le devis ont été approuvés.

Dans l'intervalle, l'Organe permanent avait demandé à la Haute Autorité, dès le 11 avril 1962, de se prononcer d'une façon générale sur cette question. La Haute Autorité donna son accord de principe pour l'exécution de ces essais, se réservant de ne prendre une décision définitive qu'après avoir eu connaissance du programme définitif ainsi que du devis estimatif détaillé.

./.

IV. - Au début de janvier 1964 la Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. a proposé d'exécuter le programme des essais au charbonnage de Dorstfeld à Dortmund, mine qui doit être fermée.

Des représentants des commissions d'experts précitées ont examiné sur place les possibilités d'essais dans le puits 5 de la mine en question.

A la suite d'essais d'aérage préliminaires pratiques, les experts ont constaté qu'une partie seulement +) du programme d'essais pouvait être exécutée, étant donné que le puits ne répond pas à tous égards aux conditions précisées dans le programme, mais que les résultats de ce programme partiel pourraient non seulement servir de base à d'autres essais, mais aussi fournir, indépendamment de cela, de précieux renseignements.

La Haute Autorité s'est penchée une nouvelle fois sur cette question le 26 février 1964. Elle s'est prononcée en faveur de la réalisation du programme global prévu initialement et a approuvé en même temps l'exécution du programme partiel à la mine de Dorstfeld, ainsi que le financement de ce dernier.

Les essais d'incendie de puits ont eu lieu à Dorstfeld le 7 avril 1964.

V. - Les groupes de travail "Incendies et feux de mine" et "Sauvetage" ont été informés du déroulement des essais lors de la réunion commune du 19/11/1964.

A la réunion des commissions d'experts, qui s'est tenue les 1<sup>er</sup> et 2 février 1965, les résultats ont été soumis à un examen critique.

---

+ ) Un tableau synoptique du programme partiel établi à cet effet par les experts et du programme initialement prévu est donné, à titre de comparaison, comme introduction au rapport final de la Versuchsgrubengesellschaft.

./.

Cet examen a permis de dégager des conclusions qui ont été rédigées et examinées par les commissions d'experts, le 26 mars 1965 ainsi que le 13 avril 1965 avant d'être présentées aux groupes de travail.

#### B - Prise de position sur les résultats des essais

Dans le cas de Dorstfeld, il s'agissait d'un incendie provoqué artificiellement et d'une extrême intensité, dont les flammes se sont propagées rapidement dans toute la section du puits, dès que les 9,2 t de bois qui avaient été rajoutées eurent pris feu.

L'essai a démontré qu'un tel incendie à grande profondeur, peut être combattu efficacement à l'aide de déversement d'eau.

En formulant cette constatation, on doit cependant prendre en considération les points suivants :

- le bûcher, du fait qu'il occupait horizontalement toute la section du puits, a pu être touché sur toute sa surface par l'eau déversée, ce qui a peut-être pu favoriser l'extinction;
- l'incendie, en raison du déversement prématuré (par rapport au plan établi) et imprévu de l'eau et de l'effet rapide de celle-ci, n'a probablement pas eu le temps de se transmettre au revêtement du puits et de se propager verticalement et
- que en raison du caractère incomplet de mesures enregistrées, dû en partie à la déflagration, on peut non pas affirmer mais néanmoins supposer que le foyer, au début de l'extinction, ne se trouvait plus au stade d'intensité maximum possible.

Malgré ces réserves, on tient pour probable qu'une quantité d'eau de 50 l/min/m<sup>2</sup> de section du puits permettra d'éteindre un incendie de puits. Mais on ne pourra naturellement pas fournir de renseignements valables sur le temps nécessaire pour l'extinction.

./.



Les essais ont montré en outre, que la méthode indiquée dans les directives du deuxième rapport de l'Organe permanent pour la détermination de l'incidence de l'eau déversée sur l'aérage était utilisable. Il est possible d'évaluer par calcul préalable l'ordre de grandeur de la poussée thermique, d'estimer le risque d'inversion dans un puits d'entrée d'air en feu, et de déterminer ses répercussions sur l'aérage.

Dans le cas particulier de la mine de Dorstfeld, les essais sur la machine analogique ont montré que le risque d'inversion était faible même pratiquement nul, également pour le réseau d'aérage existant avant fermeture de la mine.

Cependant il faut noter que ce circuit d'aérage était particulièrement stable, déjà avant l'essai, et que cette stabilité fut renforcée par la préparation des essais.

On ne peut donc pas exclure, dans d'autres circonstances, la possibilité d'une inversion totale ou partielle du courant d'air dans le puits d'entrée d'air en feu.

Quant aux phénomènes particuliers observés, les experts estiment :

- que la pulsation intermittente des gaz d'incendie n'est pas anormale dans un puits d'entrée d'air en feu
- que la déflagration et la composition des gaz d'incendies, pénurie extrême en  $O^2$  et pourcentage important en  $CO$ , sont imputables à la grande densité du bûcher et à sa disposition particulière qui couvrait presque toute la section du puits.

On ne doit donc pas tirer de cette expérience particulière de Dorstfeld, un argument contre le principe de l'utilisation lors d'un incendie, de masques auto-sauveteurs à filtre  $CO$ .

Enfin, il convient de signaler que l'essai a confirmé une fois de plus le grand danger qui menace les mineurs en cas d'incendie de puits d'entrée d'air.

./.

### C - Conclusions

Les résultats atteints lors des essais n'ont pas encore fourni tous les renseignements qui permettraient de dominer parfaitement le problème de la lutte contre les incendies dans les puits d'entrée d'air.

Certains experts craignent que par exemple dans le cas d'un incendie développé sur une grande hauteur le long de la paroi, la vitesse ascensionnelle des fumées dépasse 10 m/s ce qui empêcherait l'eau tombant dans le puits d'atteindre le foyer; l'extinction du feu par arrosage serait alors beaucoup plus difficile que lors de l'essai de Dorstfeld.

C'est pourquoi les groupes de travail estiment qu'il est souhaitable de poursuivre les recherches, afin de compléter les résultats obtenus à Dorstfeld.

1. En ce qui concerne les conditions d'écoulement pulsatoires et de réallumage de gaz combustibles sur le foyer, il serait souhaitable, avant de reprendre un essai éventuel en vraie grandeur, de rassembler et de soumettre à un examen critique les résultats de recherches déjà disponibles.

On devrait ensuite poursuivre l'étude de ces questions au moyen de modèles à échelle réduite. De tels essais auraient pour objet l'étude des conditions d'écoulement autour du foyer pour différentes dispositions du bûcher, la détermination de l'intensité maximum du feu pour une alimentation limitée en air, ainsi que la mise au point des méthodes de mesure en vue de l'essai en vraie grandeur.

2. Indépendamment de ces essais, si une occasion favorable se présentait de vérifier, sans engager trop de frais, par un essai en vraie grandeur la possibilité d'éteindre par arrosage un incendie de puits d'entrée d'air s'étendant sur une grande longueur, la plupart des experts estiment qu'un tel essai devrait être entrepris et cela dans les conditions suivantes :

- puits d'entrée d'air approprié (suivant les conditions du doc. 5080/62/2), le point d'allumage se situant à une profondeur faible ou moyenne;
- présence d'éléments d'armement secs, bien combustibles;
- allumage de ces éléments par un bûcher aussi petit que possible;
- possibilité d'une grande propagation verticale de l'incendie;
- mesure aussi précise que possible de la quantité d'eau déversée et de sa durée de chute;
- mesure aussi précise que possible, des conditions d'aérage et de la composition des gaz d'incendie au cours de chaque phase de l'incendie.

Cet essai d'extinction pourrait être précédé d'essais à froid permettant de découvrir les conditions géométriques de position du foyer les plus défavorables à l'extinction et de relever la répartition de l'eau d'arrosage dans les puits.

Les experts sont d'avis que les directives de l'O.P. devraient être révisées, mais estiment qu'il faut attendre au préalable les résultats des essais.

#### D - Considérations finales

Les sous-commissions pensent qu'il est de leur devoir de souligner, pour terminer, que le programme des essais à réaliser au siège de Dorstfeld a été mené à bien, grâce au travail commun auquel ont participé, outre la Versuchsgrubengesellschaft, l'Administration des mines, la station de contrôle pour l'aérage de la Westfälische Berggewerkschaftskasse de Bochum, le centre de recherches pour l'aérage du Steinkohlenbergbauverein d'Essen-Kray, le poste central de sauvetage dans les mines d'Essen-Kray et la direction technique du siège de Dorstfeld.

./.

Ils estiment que la prise de position ci-dessus ainsi que les conclusions devraient être communiquées en même temps que le rapport final présenté par la Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. à tous les milieux intéressés. Ils considèrent opportun de joindre au rapport final une note complémentaire afin de clarifier certains passages du texte et de faire mieux comprendre certains aspects de ce rapport.

+       +  
      +  
      +



ORGANE PERMANENT  
POUR LA SECURITE DANS LES  
MINES DE HOUILLE

Doc. n° 7024/64 f

=====  
APPENDICE I

Groupes de travail  
"Incendies et feux de mines"  
et  
"Sauvetage"

C.P.: 193

Luxembourg, le 30 avril 1965

## C O R R I G E N D U M

au rapport final sur les essais d'incendie de puits effectués avec l'aide financière de la Haute Autorité dans la mine Dorstfeld par la Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. à Dortmund (Doc. 7024/64)

- 
- page 6, 20e ligne, 25e ligne et à divers autres endroit, lire: "sous-niveau" (au lieu de "chantier")
  - page 16, 20e ligne, lire: "De ce fait, les barrages ont légèrement refoulé".
  - page 19, point 5,15, dernière ligne, et à divers autres endroits, lire: "fuites d'aérage" (au lieu de "court-circuits")
  - page 23, 8e ligne, lire: "7e étage" (au lieu de 4e étage)
  - page 23, 20e ligne, lire: "... étages supérieurs, qui était acheminé" (au lieu de "... étages supérieurs était acheminée...")
  - page 23, 25e ligne, lire: "déflagration" (au lieu de "faible explosion")
  - page 23, 25e ligne, lire: "L'onde de pression" (au lieu de "La poussée d'air")
  - page 24, alinéa 3, 10 ligne, lire: "1,4 m<sup>3</sup>/min" (au lieu de 1,5 m<sup>3</sup>/min")
  - page 24, 4e alinéa, 4e ligne, lire: "d'une lance d'incendie" (au lieu "d'une lance d'incendie à tube en acier (tube c)")

- page 27, 9e ligne, lire: "des gaz d'incendie qui à 11h12 conduisit au dérangement de l'anémomètre" (au lieu "des gaz d'incendie")
- page 31, 2e alinéa, 1<sup>ère</sup> phrase, lire: "A la tête du bure S 802, en même temps que l'élévation de température s'est produit une augmentation d'humidité d'environ 60 à 90 %".
- page 31, dernier alinéa, 3e phrase, lire: "De 11h06 à 11h17, la teneur..." (au lieu de "De 11h05 à 11h15, la teneur...")
- page 33, 11e ligne, lire: "où se trouvait le revêtement du puits" (au lieu de: où se trouvait la tuyauterie du puits")
- page 34, dernier alinéa, 2e ligne, lire: "sur le système d'aérage existant actuellement" (au lieu de "sur le système d'aérage existant")
- page 40, 4e alinéa, 2e ligne, lire: "un renversement complet de l'aérage dans le puits d'entrée d'air" (au lieu de: "un renversement de l'aérage")
- page 42, 3e alinéa, 1<sup>ère</sup> ligne, lire: "Les directives susmentionnées" (au lieu de "Les directives générales")
- page 53, 2e alinéa, 3e ligne, lire: "80 m de puits" (au lieu de: "80 m de tuyaux dans le puits")

\*

\*

\*

ORGANE PERMANENT  
POUR LA SECURITE DANS LES  
MINES DE HOUILLE

Doc. n° 7024/64

=====  
APPENDICE II

Groupes de travail  
"Incendies et feux de mines"  
et  
"Sauvetage"

O.P.: 193/II

Luxembourg, le 30 avril 1965

Remarques et commentaires  
des experts relatifs au rapport final sur les essais d'incendie  
dans la mine de Borstfeld  
par la Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. à Dortmund

---

- page 18, point 5.14

Les explications suivantes ont été données en séance le 1/2/1965: Le bûcher occupait une hauteur d'environ 5 m. Les morceaux de bois empilés sur la grille n'étaient pas complètement isolés du compartiment aux échelles par les planches clouées sur les travers. Entre les planches et particulièrement à proximité de la maçonnerie du puits se trouvaient des interstices permettant à l'air de passer du compartiment d'extraction au compartiment des échelles. Une grande partie de ventilation traversait donc le bûcher. (voir schéma!)

- page 25, 2e ligne

Les concentrations de CO mesurées étaient de l'ordre de quelques millièmes.

- page 25, 15e ligne

Etant donné qu'on ne pouvait pas voir à travers la grille, la constatation selon laquelle une partie des planches clouées était brûlée s'applique nécessairement aux planches qui étaient clouées au-dessus de la grille.



- page 27, 26e à 28e lignes:

Certains experts sont d'avis que les enregistrements (annexes 8 et 9) ne permettent pas de dire avec précision à partir de quand le débit du bure S 802 s'est accru.

- page 31, dernier alinéa

La comparaison des diagrammes relevés en surface et au bure S 802 permet de reconstituer avec une bonne approximation la partie manquante du diagramme de la concentration en O<sub>2</sub> au bure S 802. (voir Appendice III)

- page 32, point 5.353

La seconde baisse de la teneur en oxygène entre 12h00 et 12h10, pourrait correspondre au cheminement des fumées par le circuit Nord (galeries du 7e niveau, bures N 701 et N 702, galerie en direction du 6e niveau, etc).

- page 33, point 6.2

Quelques experts font remarquer: Bien que les essais sur calculatrice analogique apportent des renseignements intéressants, ils comportent certaines approximations qui ne permettent pas de tirer des conclusions absolument sûres quant au risque d'inversion pendant le développement de l'incendie, surtout si celui-ci est rapide.

Il y a donc lieu d'être extrêmement prudent dans la généralisation des conclusions, chaque mine constituant un cas d'espèce.

- page 41

On trouvera dans l'appendice III un ensemble d'arguments d'un expert montrant que l'on est en droit de supposer que l'incendie ne possédait pas son intensité maximum au moment de l'arrosage.

./.

- page 43, 1er alinéa

Au sujet des considérations sur la vitesse des fumées, les experts font remarquer que les premiers odeurs de l'incendie ont été ressenties à la surface sensiblement plus tôt que n'aurait dû le permettre la vitesse moyenne des fumées.

Cela est dû aux faits que

- la vitesse maximal de l'air est sensiblement supérieure à la vitesse moyenne et
- le cheminement de l'odeur est facilité par un phénomène de diffusion turbulente.

En ce qui concerne l'effet des fumées sur l'homme, les experts observent que c'est la vitesse moyenne des fumées qui doit être prise en considération. (voir également appendice III)

- page 48/49

Au sujet de la quantité de bois brûlé et de la température maximum voir également appendice III.

- page 35, dernier alinéa, page 36 et page 56

L'étude sur la calculatrice analogique a été basée sur les données de l'aérage et sur la structure du réseau qui existaient à la mine de Dorstfeld en 1962.

Lors de l'élaboration du programme des essais, il avait été décidé d'examiner les répercussions sur l'aérage d'un incendie survenant dans le puits d'entrée de la mine de Dorstfeld, telle qu'elle était avant l'arrêt de l'exploitation.

Pour la discussion des résultats obtenus sur la calculatrice analogique, on n'a retenu que les branches dans lesquelles une modification suffisamment importante de l'aérage avait été observée.

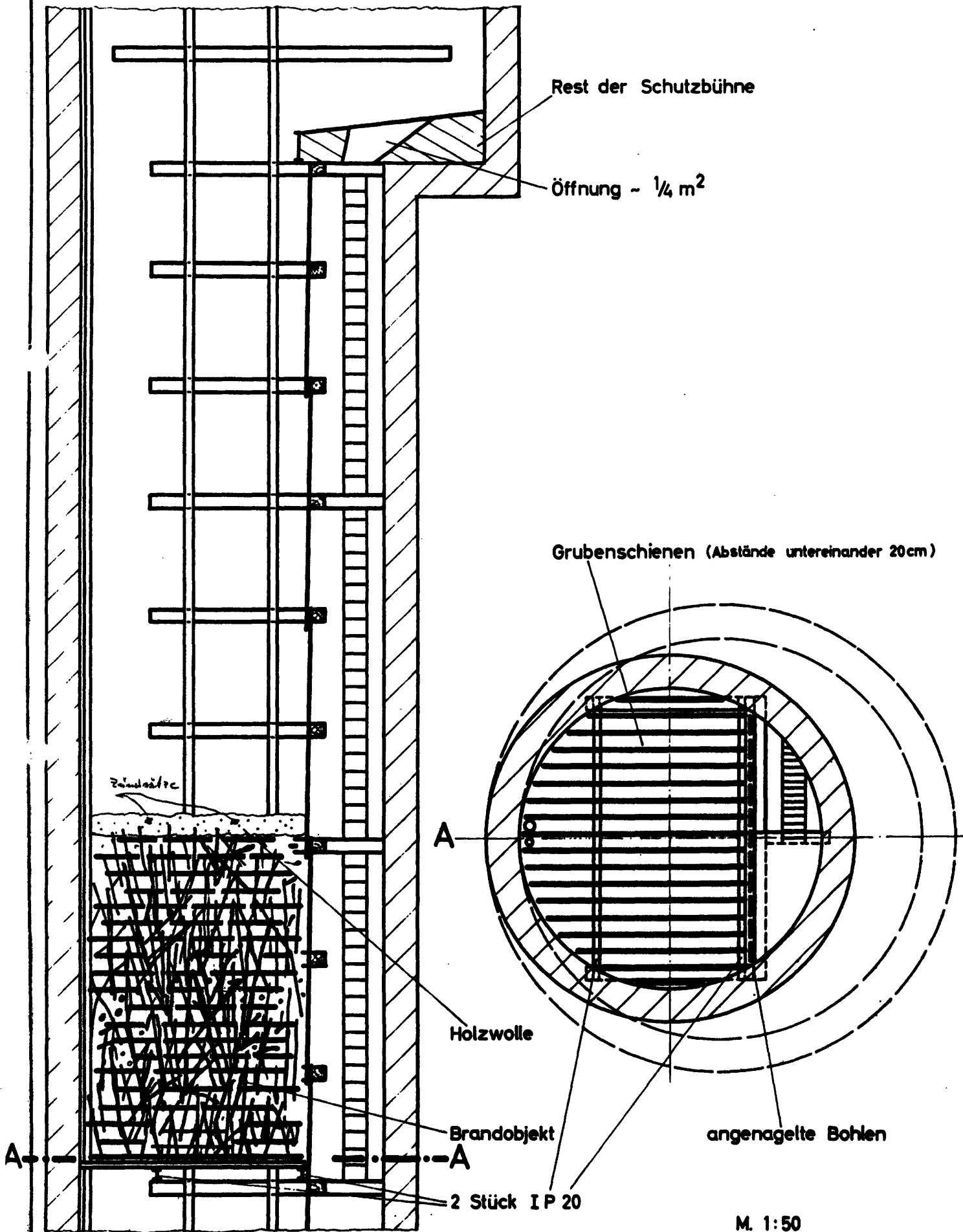
\*

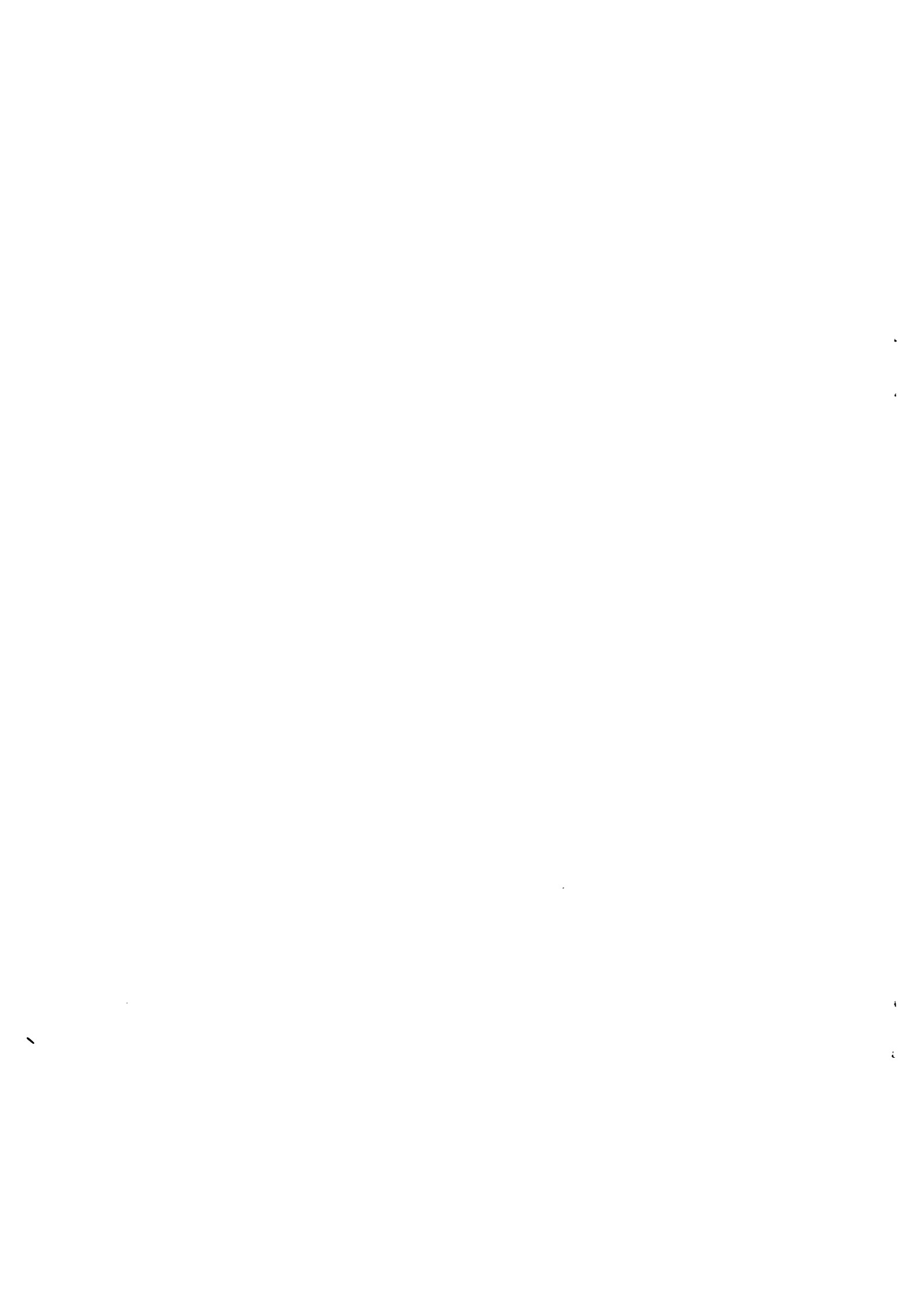
\*

\*

# Brandversuch Dorstfeld Schacht 5

## Lage des Brandobjektes im Schacht





ORGANE PERMANENT  
POUR LA SECURITE DANS LES  
MINES DE HOUILLE

Doc. N° 7024/64 f

=====

APPENDICE III

-----

Groupes de travail  
"Incendies et feux de mines"  
et  
"Sauvetage"

-----

Sous-commissions  
"Problèmes pratiques et théoriques"  
relatifs aux  
incendies dans les puits à grande profondeur

-----

O.P.: 193/III

ESSAIS D'INCENDIE DE PUIITS A DORSTFELD

=====

Considérations  
sur l'intensité du feu entre 11 h 10 et 11 h 30

par J. PATIGNY  
Chargé de cours à l'Université de Louvain  
Ingénieur divisionnaire à l'Institut d'Hygiène des Mines  
à Hasselt

Luxembourg, le 30 avril 1965



### Introduction

On peut montrer qu'au moment où l'eau a atteint la zone incendiée, l'intensité du feu était déjà fortement inférieure à son intensité maximum par les considérations suivantes développées en détail dans le présent document.

1. Compte tenu du décalage de 2 à 3 minutes entre les mesures effectuées au bure S 802 et les conditions régnant au bûcher, on peut voir sur le diagramme de l'annexe 17, qu'au droit du bûcher, la teneur en  $O_2$  remonte au-dessus de 11 % dès 11 h 14 ... 11 h 15 et que celle en  $CO$  est inférieure à 5 % à 11 h 15 ... 11 h 16, tandis que l'eau n'est arrivée abondamment sur le foyer qu'à 11 h 19.
2. En complétant le diagramme de la variation d'oxygène de l'annexe 17 par comparaison avec celui de l'annexe 10, on constate que la teneur en  $O_2$  des fumées a été pratiquement nulle de 11 h 09 à 11 h 14, ce qui correspond à la période d'activité maximum du foyer.
3. Certains diagrammes de débit et de pression indiquent une perturbation brusque vers 11 h 15, tandis que l'effet de l'eau doit se manifester progressivement à partir de 11 h 19.
4. Un calcul plus précis de la quantité de bois brûlé (8,6 tonnes au lieu de 7,2 tonnes) permet de supposer que la plus grande partie du bûcher avait déjà brûlé quand l'arrosage a commencé.
5. Un calcul estimatif de la puissance du feu entre 11 h 15 et 11 h 19 indique une puissance de l'ordre de 100 000 kcal/min alors que la puissance maximum a été environ 6 fois plus grande.

./.



A. Calcul du temps de cheminement des fumées entre le foyer et la tête du bure S 802.

1re méthode

D'après le graphique annexe 17, la concentration  $[O_2]$  revient au-dessus de 11 % à 11 h 17 et le CO sous 5 % à 11 h 18. Or, il existe un décalage calculable entre les mesures au sommet du bure et le moment où les gaz en question ont quitté le foyer. Le temps de parcours est donné par

$$T = \sum T_i = \sum L_i / V_i = \sum L_i S_i / Q_i = \sum L_i S_i \theta_o / Q_o \theta_i$$

avec  $T_i$  (min) : traversée en min du tronçon  $i$ ,

$L_i$  (m) : longueur du tronçon,

$S_i$  (m<sup>2</sup>) : section du tronçon,

$\theta_i$  (°K) : température moyenne absolue,

$Q_o$  (m<sup>3</sup>/min) : débit mesuré au sommet du bure, où la température est  $\theta_o$ .

Nous prendrons ici à titre d'approximation les valeurs mesurées à 11 h 15 :

$$Q_o = 1500 \text{ m}^3/\text{min} \quad \theta_o = 295 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{d'où } T_i = 0,197 \frac{L_i S_i}{i} = 0,197 x_i \text{ et } T = \sum T_i = 0,197 \sum x_i.$$

Le tableau suivant donne les valeurs de  $L_i S_i$  et  $\theta_i$  d'où  $x_i$  et finalement  $T = 14,82 \times 0,197 = 2,9$  minutes

Tronçon	$L_i$ (m)	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$\theta_i$ (°K)	$x_i$
puits 8 866-942	76	15,9	773	1,57
ort 3 0 - 185	185	10,1	400	5,15
185-B 802	350	6,5	350	6,50
bure S 802	110	4,4	303	1,60
				14,82

./.

2e méthode

Au début de l'incendie, le CO apparaît au bure 802 et le O<sub>2</sub> commence à être consommé vers 11 h 02, ce qui donne un retard de 2 minutes par rapport au foyer. Toutefois à ce moment le débit était de l'ordre de 2350 m<sup>3</sup>/min au lieu de 1500. L'allongement du temps devrait être dans le rapport  $\frac{2350}{1500} = 1,57$  ... ce qui conduit également à un temps de 3 minutes, pour le décalage entre les mesures au bure 802 et la situation au foyer.

Conséquences

La teneur en O<sub>2</sub> immédiatement en aval du foyer était déjà supérieure à 11 % à 11 h 14 et celle en CO inférieure à 5 % à 11 h 15.

Or l'arrosage a débuté à 11 h 16 et d'après les essais ultérieurs, il n'était à 11 h 19 que de 5 % du débit maximum.

Donc, au moment où le débit d'arrosage du foyer est devenu notable, les teneurs en CO et CO<sub>2</sub> étaient redevenues faibles (soit en lisant à 11 h 22 sur le diagramme annexe 17 : 0,3 et 0,4 %) tandis que la teneur en O<sub>2</sub> était supérieure à 19 %.

On constate donc que la modification d'allure du feu coïncide à peu près avec l'explosion. On peut supposer que le bûcher a été disloqué par l'explosion (des débris ont été projetés 35 m plus haut), ce qui a ouvert un passage à l'air avec O<sub>2</sub> en excès; par ailleurs, il faut remarquer qu'à ce moment déjà une très grande partie du bûcher était brûlée.

B. Comparaison des diagrammes donnant la teneur en O<sub>2</sub> au ventilateur de surface et au bure S 802

Par suite de la dilution des fumées par de l'air frais aspiré dans d'autres parties de la mine, la concentration en O<sub>2</sub> varie moins au ventilateur de surface qu'au sommet du bure S 802.

./.

Si la dilution était le seul phénomène à prendre en considération, on obtiendrait le même résultat en multipliant le débit de gaz  $Q$  par la différence entre les teneurs normale  $[O_2]_n$  et mesurée  $[O_2]$  de l'oxygène, cette quantité représentant le débit d'oxygène consommé par le foyer. En réalité, la diffusion des fumées pendant le trajet de retour à la surface déforme quelque peu le diagramme du débit d'oxygène consommé en fonction du temps; par ailleurs, les variations de poids spécifique modifient légèrement le débit en volume.

Cependant, en négligeant ces phénomènes et en calculant simplement  $Q ([O_2]_n - [O_2])$ , on peut compléter assez approximativement la courbe relative au bure S 802. En surface, nous avons adopté  $[O_2]_n = 0,21$ . Au bure S 802, nous avons tracé une droite tangente à la courbe de teneurs en  $O_2$ , car celle-ci a été affectée par l'apparition de gaz étrangers (distillation du bois).

Nous avons obtenu ainsi, les échelles de temps étant relatives et non absolues :

Temps (min)	Consommation de $O_2$ ( $m^3/min$ )	
	surface	bure S 802
2	9,2	10
4	22,8	26,3
6	45,8	56
8	92,5	125
10	279	-
12	346	-
14	346	-
16	310	-
18	235	-
20	132	137
22	65,8	52
24	37,8	32
26	23,7	18
28	9,5	12

./.

Ayant tracé les deux graphiques, nous les avons fait coulisser en abscisse jusqu'à ce qu'ils s'inscrivent l'un dans l'autre (fig. 1). On constate qu'il faut les décaler d'environ 17 minutes. On peut ensuite tracer la partie manquante du diagramme relatif au bure S 802. Compte tenu du débit de gaz local, la perte de  $O_2$  ne peut toutefois dépasser environ  $1500 \times 0,21 = 315 \text{ m}^3/\text{min}$ . Le décalage des ordonnées maxima se justifie par les différences de poids spécifique des gaz en surface et au fond (respectivement 1,235 et  $1,345 \text{ kg/m}^3$ ).

#### Conséquences

On est acculé à admettre que la teneur en  $O_2$  des fumées a été nulle d'environ 11 h 09 à 11 h 13, tandis qu'elle remontait à 19 % à 11 h 19. Ceci confirme que l'activité du feu s'est spontanément réduite vers 11 h 14.

#### C. Considération des diagrammes de débit et de pression

Bien que ces diagrammes ne soient pas très fiables, ils indiquent tous une brusque saute de débit immédiatement après les ondes correspondant à la déflagration. Comme l'effet de l'arrosage sur la ventilation est progressif (croissant en même temps que le poids d'eau en suspension), on ne peut attribuer à l'eau de brusque variation de débit à 11 h 15 (voir tout particulièrement le diagramme annexe 9). Le diagramme de la pression barométrique (annexe 12) indique également que la pression thermique au niveau de l'ort 3 n'est plus redescendue à sa valeur minimale après l'explosion, ce qui indique une diminution immédiate de la force contre-aéromotrice du feu.

#### D. Considération de la quantité de bois brûlée

Le calcul des pages 47 à 49 contient quelques approximations qui font sous-estimer la quantité de bois brûlée.

./.

a. Quantité d'oxygène consommé

Le déficit d'oxygène est calculé sur la base du diagramme de  $[O_2]$  au ventilateur (annexe 10), mais on n'a pas tenu compte de la faible ondulation qui s'est produite et qui peut provenir du passage des fumées par le long circuit de retour d'air (bures N701 et N702). Dans cette hypothèse, la consommation totale d'oxygène par le feu serait portée de  $3710 \text{ m}^3$  à  $4130 \text{ m}^3$ , soit une majoration de l'ordre de 12 %.

Pour la suite des calculs il est commode de ramener les volumes à l'état normal ( $0^\circ \text{C}$ ,  $760 \text{ mm Hg}$ ) : la consommation d'oxygène ainsi exprimée sera de

$$4130 \times \frac{1,235}{1,295} = 3945 \text{ Nm}^3.$$

b. Relation entre consommation d'oxygène et quantité de bois brûlée

Le calcul de la quantité de bois brûlée par la méthode développée dans le rapport (doc. 7024/64) repose sur 2 hypothèses :

- 1) le bois contient environ 50 % de carbone;
- 2) l'hydrogène trouve l'oxygène nécessaire à sa combustion dans le bois lui-même. Il est possible de faire un calcul plus exact en utilisant les approximations classiques de Dulong, de la façon suivante.

- La composition de bois résineux séché à l'étuve est par exemple :

$$(C)' = 0,505 \quad (H)' = 0,060 \quad (O)' = 0,434 \quad (N)' = 0,001$$

On remarquera que la teneur en carbone est effectivement de l'ordre de 50 %, mais sur échantillon séché à l'étuve. En réalité, par séchage prolongé à l'air (pendant un an par exemple), on ne peut faire tomber l'humidité du bois en dessous de 15 à 20 %. En admettant l'humidité minimale ( $H_2O$ ) = 0,15, on aura par conséquent comme composition du bois séché à l'air :

$$(C) = 0,429 \quad (H) = 0,051 \quad (O) = 0,369 \quad (N) = 0,001 \quad (H_2O) = 0,150.$$

La teneur en "hydrogène disponible" sera

$$(H) - \frac{(O)}{8} = 0,051 - 0,046 = 0,005.$$

./.

Un kg de bois contient donc comme éléments combustibles :

$$\frac{(C)}{12} = 0,03575 \text{ kmole de carbone}$$

$$\frac{1}{2} \left[ (H) - \frac{(O)}{8} \right] = 0,00250 \text{ kmole d'hydrogène disponible.}$$

Sa combustion complète nécessite un volume d'oxygène

$$V_{O_2} = 22,414 (0,03575 + 0,5 \times 0,00250) = 0,829 \text{ Nm}^3/\text{kg de bois}$$

et dégage un volume de  $CO_2$

$$V_{CO_2} = 22,414 \times 0,03575 = 0,801 \text{ Nm}^3/\text{kg de bois.}$$

Lorsque la combustion est incomplète, on admet que l'hydrogène brûle de façon préférentielle. Bien qu'il soit probable que les gaz en aval du foyer comportaient un peu de  $H_2$ , nous admettrons que tout l'hydrogène a brûlé. La combustion de 1 kg de bois en  $CO$  et  $H_2O$  consomme un volume d'oxygène

$$V_{O_2} = 22,414 \times 0,5 \times (0,03575 + 0,00250) = 0,429 \text{ Nm}^3 \text{ de } O_2$$

et dégage un volume de  $CO$

$$V_{CO} = 22,414 \times 0,03575 = 0,801 \text{ Nm}^3/\text{kg de bois.}$$

Etant donné que les mesures dont on dispose permettent seulement d'estimer le débit de  $CO_2$  formé et le débit d'oxygène consommé, la quantité de bois brûlée  $P$  (kg) devra être calculée comme suit :

- quantité de bois brûlant en  $CO_2$  et  $H_2O$  :

$$P_1 = \frac{V_{CO_2}}{0,801}$$

- quantité d'oxygène consommé par la combustion de  $P_1$  :

$$P_1 \cdot 0,829 = V_{CO_2} \frac{0,829}{0,801}$$

- quantité d'oxygène consommé par la combustion du reste du bois

$$\left[ V_{O_2} - V_{CO_2} \right] \cdot \frac{0,829}{0,801}$$

- quantité de bois brûlant en  $CO$  et  $H_2O$  :

$$P_2 = \left( V_{O_2} - V_{CO_2} \frac{0,829}{0,801} \right) \frac{1}{0,429}$$

./.

Tous calculs faits on trouve :

$$P = P_1 + P_2 = 2,33 V_{O_2} - 1,17 V_{CO_2}$$

Partant du volume d'oxygène consommé par minute (cf. p.3) et du volume de  $CO_2$  dégagé par minute (calculé de façon analogue :  $V_{CO_2} = V_{air} \times [CO_2]$ ), on obtient ainsi le poids P de bois brûlé en kg/minute. La figure 2 représente le résultat de ce calcul, de même que la courbe cumulative de la quantité de bois brûlée depuis le début, aboutissant à une quantité totale de 8,7 tonnes brûlées en 28 minutes.

Conclusion: La figure montre clairement qu'au moment où le foyer a commencé à être arrosé copieusement (11h19) son intensité était assez inférieure au maximum atteint vers 11h10 et que le bûcher était déjà presque entièrement consumé.

Remarque. En appliquant la formule de calcul précédente aux données du rapport 7024/64 ( $V_{O_2} = 3710 \text{ m}^3$ ,  $V_{CO_2} = 219 \text{ m}^3$ ), on trouve une quantité totale de bois brûlée de 8,4 tonnes, au lieu de 8,7. Cette différence s'explique principalement par la difficulté de lire avec précision les concentrations en  $O_2$  et en  $CO_2$  sur les graphiques annexés au document 7024/64.

#### E. Considérations sur la chaleur dégagée par le foyer

Les approximations de Dulong permettent également le calcul de la chaleur dégagée.

Le pouvoir calorifique de 1 kg de bois humide brûlant complètement est:

$$\begin{aligned} Q &= 0,429 \cdot 8050 + 0,005 \cdot 28625 - (0,15 + \frac{9}{8} \cdot 0,369) \cdot 597,2 \\ &= 3453 + 143 - 338 = 3258 \text{ kcal/kg.} \end{aligned}$$

Lorsque la combustion du carbone se fait en  $CO$ , on a seulement :

$$\begin{aligned} Q' &= 0,429 \cdot 2418 + 0,005 \cdot 28625 - (0,15 + \frac{9}{8} \cdot 0,369) \cdot 597,2 \\ &= 1037 + 143 - 337 = 843 \text{ kcal/kg.} \end{aligned}$$

./.

Dans le cas présent, la combustion s'est faite en  $\text{CO}_2$  et en  $\text{CO}$  suivant des proportions variables; la chaleur dégagée par la combustion de chaque kg de bois a varié au cours du temps suivant la formule :

$$Q = 3258 P_1 + 843 P_2 \quad \text{ou, tous calculs faits}$$

$$Q = 1965 V_{\text{O}_2} + 271 V_{\text{CO}_2} \quad \text{en kcal/min, si}$$

$V_{\text{O}_2}$  et  $V_{\text{CO}_2}$  sont exprimés en  $\text{Nm}^3/\text{min}$ .

La figure 3 montre le résultat obtenu ainsi que la courbe cumulative des calories dégagées.

Conclusions : On remarque à nouveau que la puissance du feu était déjà en train de diminuer de façon importante et spontanée au moment où l'arrosage du foyer est devenu effectif.

Par ailleurs la quantité totale de chaleur dégagée n'est que 7 800 000 kcal soit 23 % de moins que la valeur calculée dans le doc. 7024/64. Cette réduction se justifie surtout par le fait que dans ce document on a négligé la chaleur absorbée par la vaporisation de l'humidité et de l'eau de constitution du bois.

#### F. Considérations sur la température de combustion

1. Si l'on reprend le calcul en tête de la page 49 du document 7024/64, en y introduisant  $7,8 \cdot 10^6$  kcal au lieu de  $10,1 \cdot 10^6$ , on arrive à la conclusion que la variation d'enthalpie moyenne de l'air sur la durée de 20 minutes considérée serait

$$260 \times \frac{7,8}{10,1} = 200 \text{ kcal/kg.}$$

Par ailleurs la chaleur spécifique moyenne des fumées dépend de leur composition, très mal connue. En les assimilant à de l'air, on sous-estime certainement cette chaleur spécifique (car  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$  ont une chaleur spécifique élevée). On trouve pour l'air, entre 0 et  $800^\circ\text{C}$

$$c_p = 0,256 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C, d'ou}$$

$$\Delta t = \frac{200}{0,256} = 780^\circ\text{C}$$

ce qui donne une température moyenne de  $800^\circ\text{C}$  en aval du feu.

./.



2. Cependant cette estimation est certainement trop élevée. En effet, si l'on effectue le même calcul pour les quelques minutes au cours desquelles l'activité du feu était maximum, on a

$$Q = 650\ 000 \text{ kcal/min}$$

$$V_{\text{air}} = 1500 \text{ m}^3/\text{min} \text{ soit } 1950 \text{ kg/min environ}$$

ce qui donne un dégagement calorifique par kg d'air de

$$\frac{650\ 000}{1950} = 334 \text{ kcal/kg, d'où,}$$

avec une chaleur spécifique moyenne entre 0 et 1200 ° de 0,265 kcal/kg °

$$\Delta t = \frac{334}{0,265} = 1260 \text{ °C, ce qui}$$

donne une température maximum proche de 1300 °C, improbable à priori, et contradictoire avec les mesures.

3. En réalité, dans de tels calculs, il faut tenir compte de ce qu'une partie de la chaleur produite, surtout au début de l'incendie, est perdue par rayonnement et par conductibilité. En ce qui concerne le rayonnement, une étude faite à l'occasion de la catastrophe de Marcinelle avait démontré que le flux rayonné pouvait atteindre 450 kcal/s ou 27 000 kcal/min pour un puits de 3,3 m de diamètre, soit environ 50 000 kcal/min pour 4,5 m de diamètre. Par ailleurs, si on suppose que l'on a porté à 1000 °C en 10 minutes 10 tonnes de matériaux avec une chaleur spécifique de 0,25 kcal/kg °C, il a fallu leur communiquer environ 250 000 kcal/min.

On peut donc en conclure que les valeurs mentionnées au point 2 et au point 1 doivent être substantiellement réduites et que la température moyenne des fumées en aval du foyer était nettement inférieure à 800 °C.

Conséquences : Le tirage naturel dû à l'incendie, qui a atteint environ 80 mm H<sub>2</sub>O, correspond à une température de combustion anormalement basse. Avec une température de combustion normale, de l'ordre de 1000 °C, la dépression thermique aurait probablement atteint

./.

la valeur de 100 mm H<sub>2</sub>O, ce qui aurait encore réduit le débit d'air vers le foyer et facilité la propagation de l'incendie vers le haut.

-----



# CONSOMMATION D'OXYGENE SAUERSTOFFVERBRAUCH

Déficit  $O_2$   $m^3/min$   
Sauerstoffmangel  $m^3/min$

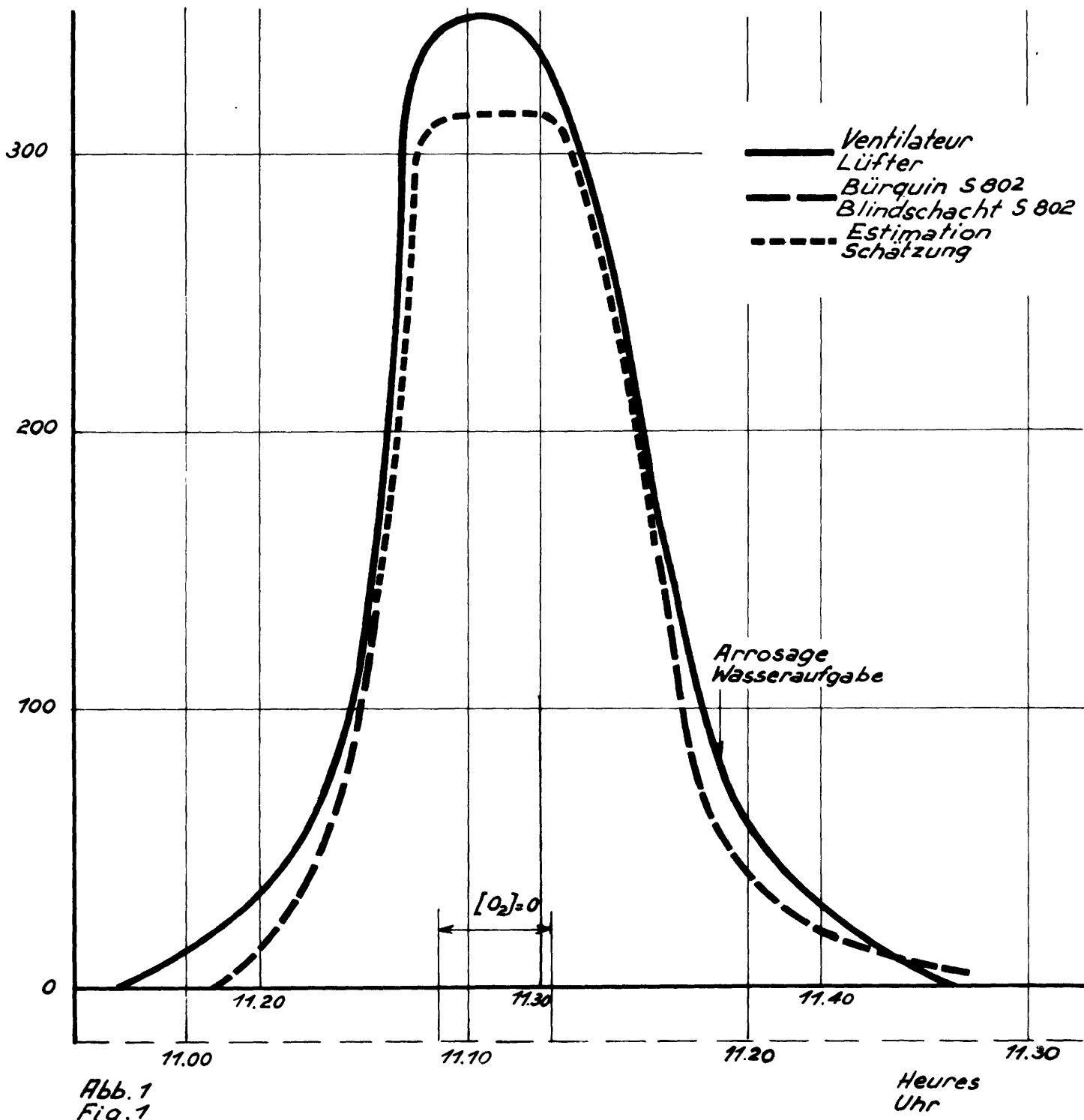
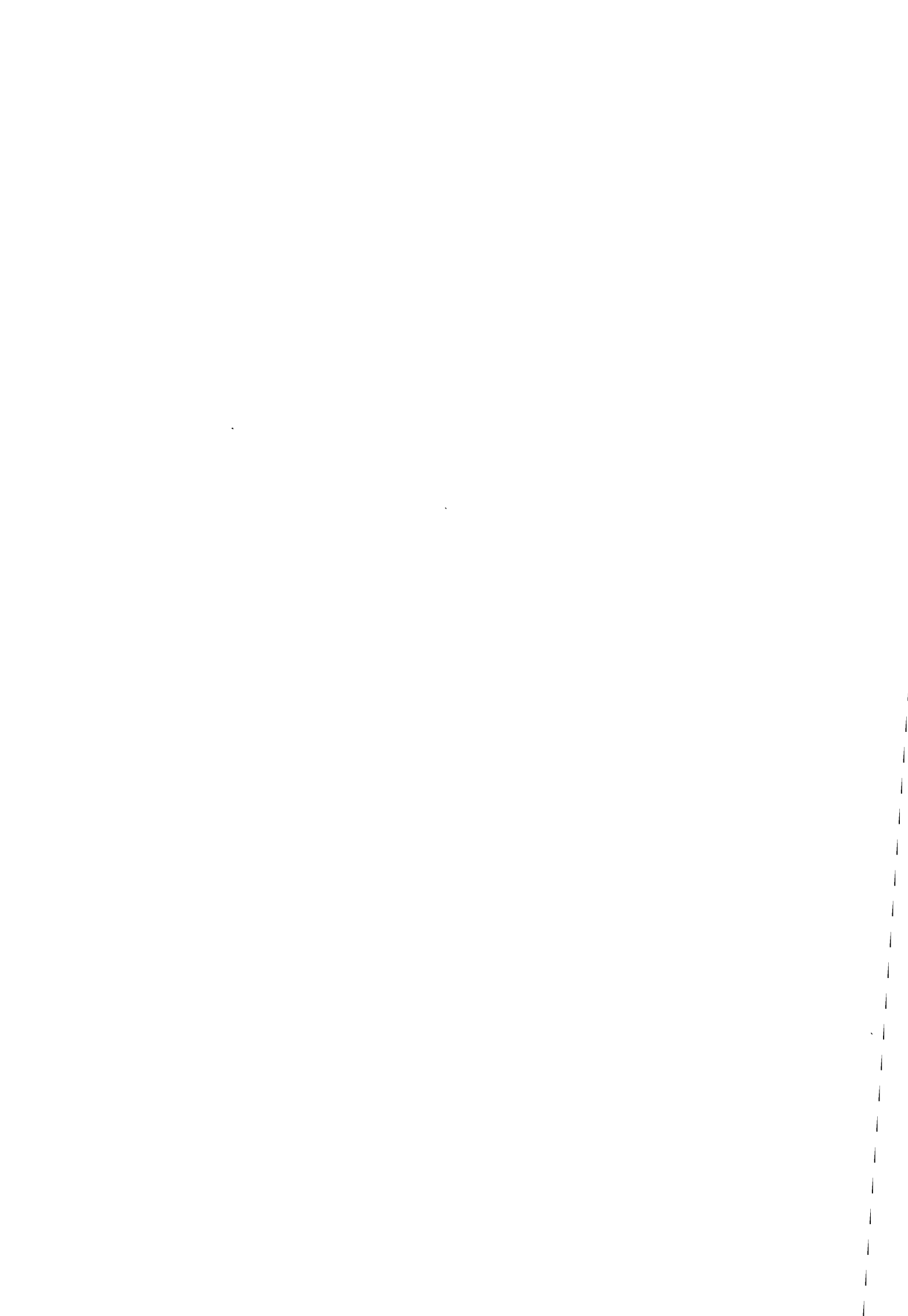


Abb. 1  
Fig. 1

Heures  
Uhr



# DEGAGEMENT CALORIFIQUE WÄRMEABGABE

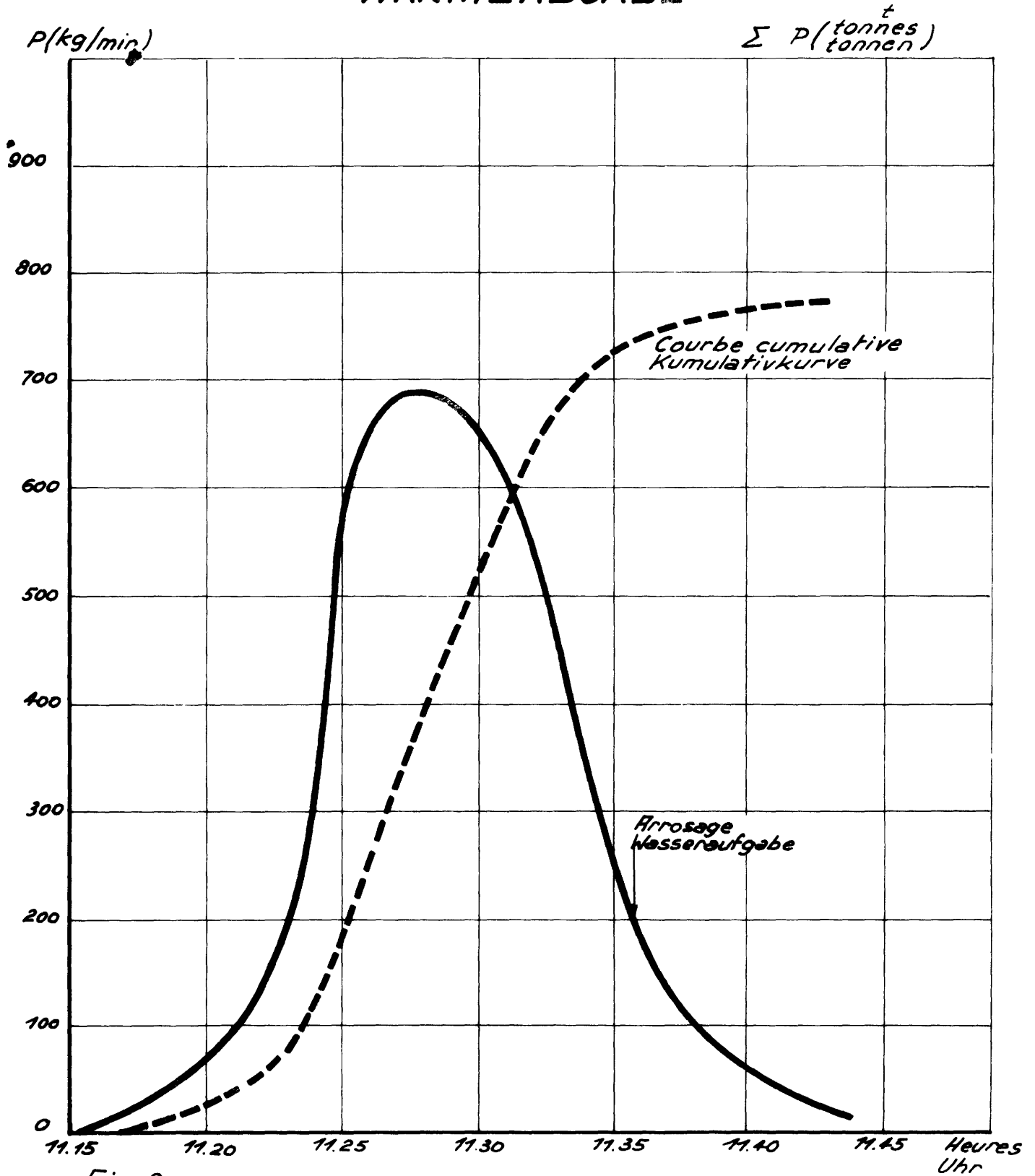
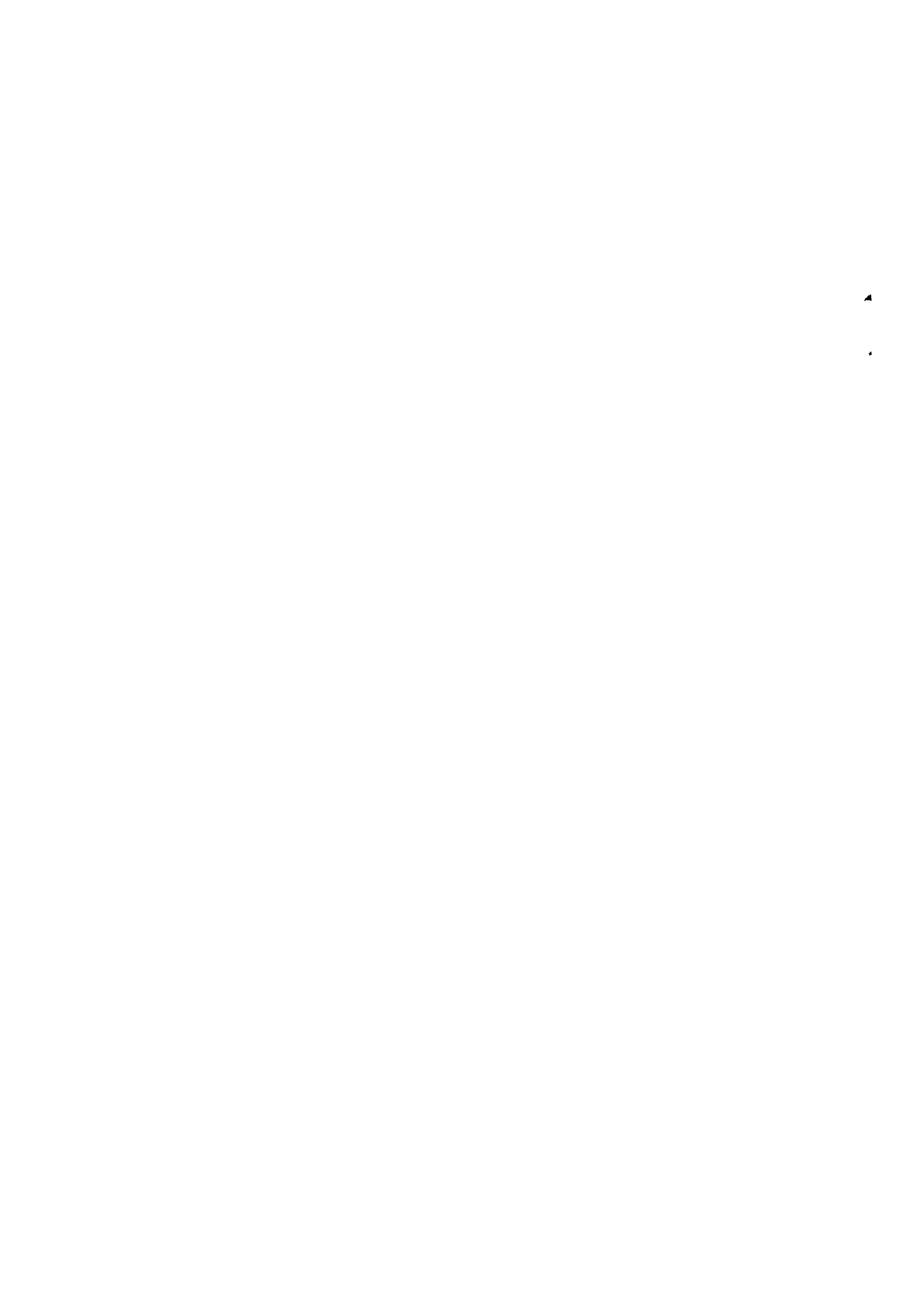


Fig. 2  
Abb. 2



QUANTITE DE BOIS BRÛLÉE  
VERBRANNTÉ HOLZMENGE

$Q (10^5 \text{ kcal/min})$

$\Sigma Q (10^6 \text{ kcal})$

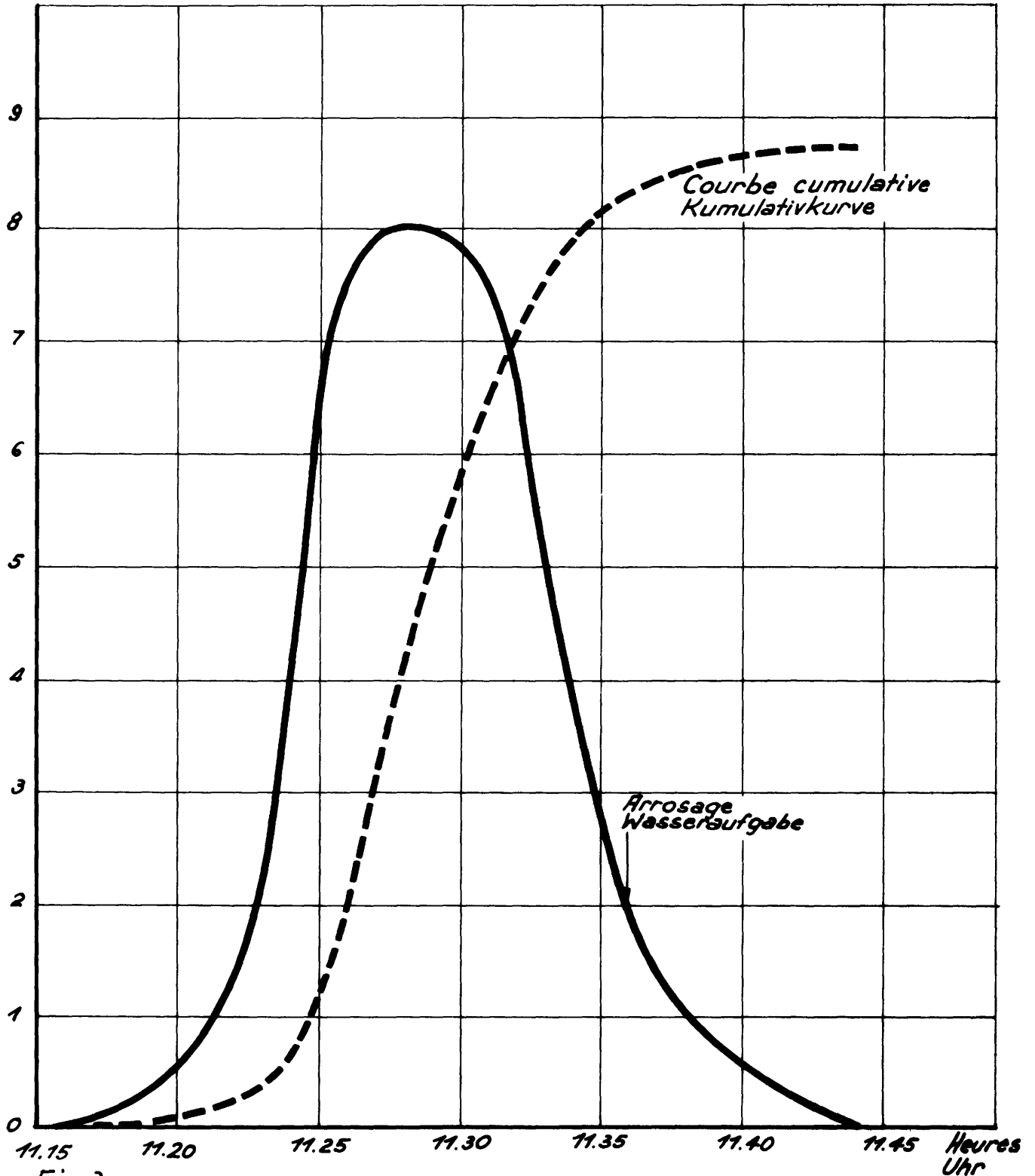


Fig.3  
Abb.3





ORGANE PERMANENT  
POUR LA SECURITE DANS LES  
MINES DE HOUILLE  
-----

Doc. n° 7024/64 f  
=====  
SL/Tr.  
Orig. : allemand

Groupes de travail  
"INCENDIES ET FEUX DE MINE"  
et  
"SAUVETAGE"  
-----

ANNEXE IV

Sous-commissions  
"problèmes pratiques et théoriques  
posés par les incendies de mine  
à grande profondeur"  
-----

O.P. : 193/IV

ESSAIS D'INCENDIE DE PUIXS DANS LA MINE DORSTFELD  
=====

Observations  
sur l'appréciation des valeurs de débit d'air mesurées durant  
l'essai d'incendie dans le puits 5 de la mine Dorstfeld

par K. REMNER, ingénieur

Centre de recherche pour l'aérage des mines  
du Steinkohlenbergbauverein à Essen

Luxembourg, le 18 mai 1965

ANNEXE IV

Les résultats des mesures de débit d'air effectuées au cours de l'essai d'incendie dans le puits 5 de la mine Dorstfeld sont reproduits dans les annexes 7, 8, 9 et 40 du rapport de la Versuchsgruben gesellschaft. On a constaté que, durant la période comprise entre l'allumage de l'incendie (11 h) et la déflagration (11 h 15), tous les appareils de mesure ont indiqué une diminution du débit d'air tant dans le puits 5 que dans le bure S 302 et pour les 2 courants partiels au 7e étage au nord et au sud du bure.

Alors que le débit d'air à la recette au niveau du sol du puits 5 a très sensiblement fléchi aussitôt après l'allumage de l'incendie, et a oscillé ensuite autour d'une valeur de 60 à 70 % du débit initial (voir annexe 7), l'allure du débit d'air enregistré dans le bure S 302 jusqu'à 11 h 02 a accusé une perte de charge moins marquée, pour tomber ensuite progressivement à 60 % environ du débit d'air sortant initial, valeur atteinte peu avant la déflagration (voir annexe 8).

Mais dès le début du déversement d'eau dans le puits 5 (à partir de 11 h 15), le débit d'air a évolué différemment aux divers points de mesure indiqués. A la recette au niveau du sol du puits 5, le débit d'air a marqué aussitôt un accroissement sensible (à partir de 11 h 15) (annexe 7); à la tête du bure S 302, le débit d'air n'a commencé à s'élever qu'à partir de 11 h 20 (annexe 8). Pendant la période comprise entre 11 h 05 et 11 h 15, la somme des débits d'air des deux courants partiels au 7e étage au nord et au sud du bure S 302 a été, en revanche, légèrement inférieure à la valeur indiquée par l'enregistreur de débit d'aérage installé dans le bure, et le débit d'air s'est constamment accru après la déflagration (à partir de 11 h 15 environ) (voir annexe 49).

En étudiant ces valeurs différentes indiquées durant l'essai d'incendie par les enregistreurs de vitesse d'aérage, il y a généralement lieu de considérer que ces valeurs traduisent des phénomènes d'écoulement non stationnaires dans le réseau d'aérage. Selon la position de la source perturbatrice (incendie ou déversement d'eau) dans le réseau, l'importance

ANNEXE IV

de la perturbation par rapport à la dépression produite par les ventilateurs et les résistances des divers courants partiels, les débits d'air enregistrés aux divers points de mesure du réseau d'aéragage varient dans le temps jusqu'au rétablissement de l'équilibre, c'est-à-dire d'un écoulement stationnaire dans toutes les parties du réseau d'aéragage.

1. Evolution du débit d'air à la recette au niveau du sol du puits 5

Afin de déterminer le débit d'air entrant dans le puits 5, on avait installé, peu au-dessous du niveau du sol, approximativement au milieu de l'un des compartiments de circulation dont le cuvelage était intérieurement pourvu d'un revêtement en bois, deux sondes :

- a) un tube à crochet relié par des tuyaux à un enregistreur de débit d'aéragage;
- b) un tube Prandtl relié par des tuyaux de mesure à un manomètre de Betz (manomètre à pression différentielle).

Les deux appareils de mesure étaient installés au niveau du sol (voir croquis).

Deux lances d'incendie, fixées au niveau du sol sur un chevalet, déversaient l'eau sous un angle déterminé par cette ouverture dans le puits.

Au début du déversement d'eau (11 h 15), l'impulsion donnée par le jet d'eau au droit de l'ouverture d'entrée du puits devait (à l'instar d'un éjecteur) faire naître une succion, provoquant l'entrée dans le puits d'un volume d'air plus important.

C'est ce qui résulte des indications des deux appareils de mesure, si l'on élimine celles qui ont été faussées par les ondes de pression dues à la déflagration.

L'hypothèse, fondée sur les indications des deux appareils de mesure, selon laquelle le débit d'air entrant dans le puits 5 devait être plus important après le déversement d'eau qu'avant l'allumage de

ANNEXE IV

l'incendie (annexe 7) n'est pas confirmée par les valeurs données par l'enregistreur de débit d'aéragé du bure S 802 et l'anémomètre placé derrière la zone d'arrosage du sous-niveau 3 (voir annexe 8).

Toutefois, les débits d'air mesurés au niveau du sol du puits 5 durant le déversement de l'eau appellent les observations suivantes :

Le jet d'eau à l'entrée du puits agit sur 1) la répartition du courant d'air et 2) par suite, de l'inclinaison du jet d'eau.

Aux endroits où se trouvaient les sondes, sur le sens d'écoulement de l'air l'action du jet d'eau avait accru la vitesse d'aéragé locale par rapport à la vitesse moyenne en regard de la situation existant avant le déversement de l'eau. On peut, en outre, admettre qu'après le déversement d'eau, l'air entrant a frappé les deux sondes obliquement par rapport à leur axe.

2. Mesure du débit d'air  
dans le bure S 802 et  
dans le travers-banc du 7<sup>e</sup> étage au nord et au sud du bure

A l'aide d'enregistreurs de vitesse d'aéragé, on a mesuré les débits d'air un peu au-dessous de la tête du bure S 802 et des deux courants partiels dans le travers-banc du 7<sup>e</sup> étage au nord et au sud du bure considéré. Ces appareils de mesure étaient reliés à des tubes à crochet incorporés à des endroits déterminés des diverses sections de mesure.

Lors de la pose du tube à crochet dans le bure S 802, on avait déterminé le "facteur de survitesse" - c'est-à-dire le rapport entre la vitesse d'aéragé locale et moyenne - dans la section de mesure. Pour les trois appareils disposés dans le travers-banc du 7<sup>e</sup> étage, les tubes à crochet ont été placés dans la section de la galerie de manière à ce que, l'écoulement étant stationnaire, la vitesse d'aéragé locale fût identique à la vitesse d'aéragé moyenne.

Comme il ressort de l'annexe 49 du rapport, les débits d'air mesurés dans le bure et la somme des débits d'air des deux courants partiels concordent du début de l'essai jusqu'au moment du renversement de l'aéragage (11 h 04) dans la partie du travers-banc du 7<sup>e</sup> étage située au nord du bure. Après le renversement de l'aéragage, la somme des débits d'air des deux courants partiels a été jusqu'à 11 h 13 environ inférieure de  $300 \text{ m}^3/\text{mn}$  au plus au débit d'air mesuré dans le bure et, à partir de 11 h 17, supérieure de  $500 \text{ m}^3/\text{mn}$  au plus à ce débit.

Il est frappant que, selon les indications fournies par l'appareil placé dans le bure S 802, le débit n'a augmenté qu'à partir de 11 h 20, tandis que la somme des deux courants partiels a marqué une progression constante depuis 11 h 17, immédiatement après la disparition de l'onde de pression.

L'annexe 9 reproduit l'évolution dans le temps des deux courants partiels dans le travers-banc du 7<sup>e</sup> étage. Tandis que, dans la partie sud, le débit du courant d'aéragage le plus fort demeure constant après la déflagration jusqu'à 11 h 20, pour ne progresser graduellement qu'à partir de ce moment-là, on a relevé, dans la partie nord du travers-banc, un débit d'air plus important après la déflagration, débit qui s'est accru aussitôt régulièrement. Si l'on observe que, dans la section des points de mesure, la répartition pour le courant partiel nord varie très sensiblement dans le temps après le renversement de l'aéragage - ce qui est normal pour n'importe quel courant de démarrage - on comprend aisément que le rapport qui existe entre la vitesse d'aéragage locale indiquée par l'enregistreur placé à cet endroit et la vitesse d'aéragage moyenne soit nécessairement fondamentalement différent de ce qu'il est pour un courant stationnaire. Il n'a plus été possible de constater jusqu'à quel point le résultat de la mesure a en outre été influencé par des courants de retour se produisant dans cette section de galerie pendant le renversement de l'aéragage et par certains court-circuits d'aéragage supplémentaires ayant éventuellement pu se produire après la déflagration.

Résumé

Ces considérations ne permettent pas d'envisager un accroissement du volume d'air passant sur le foyer de l'incendie et dans le bure S CO<sub>2</sub> des après la déflagration lors du déversement de l'eau d'extinction, dans le puits 5 comme le montre l'évolution du débit d'air mesuré à la recette au niveau du sol du puits 5 (annexe 7).

Les résultats des mesures effectuées dans le bure S CO<sub>2</sub> et dans la partie du travers-banc du 7<sup>e</sup> étage située au sud du bure permettent de constater que le débit d'air ne s'est élevé, à cet endroit-là, qu'à partir de 11 h 20, soit environ 4 à 5 minutes après le début du déversement d'eau.

Sur la base des mesures effectuées dans le puits et les galeries, ainsi que des débits d'air mesurés, on peut établir par estimation que le laps de temps d'environ 4 minutes qui s'est écoulé après le début du déversement d'eau correspond aussi à la période de démarrage de l'augmentation du débit d'air mesuré à la tête du bure S CO<sub>2</sub>.

Il reste à considérer que, s'agissant de débits d'air variant sensiblement dans le temps, la méthode qui consiste à déterminer les débits d'air dans une section de galerie à l'aide d'une seule mesure ponctuelle, même après étalonnage, ne saurait fournir que des valeurs très approximatives.

---

**APPENDICE:**

**Annexe IV a**

(Doc. 700/3/63)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille

- Deuxième rapport concernant les spécifications et conditions d'essais relatives aux liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique



**APPENDICE:**

**Annexe IV a**

(Doc. 700/3/63)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille

- Deuxième rapport concernant les spécifications et conditions d'essais relatives aux liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique

P R E F A C E

---

Le présent rapport, concernant les spécifications et conditions d'essai relatives aux liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique, représente non seulement six années d'efforts accomplis par un groupe de spécialistes, ingénieurs et médecins, qui s'occupent quotidiennement de ces problèmes au sein de l'industrie charbonnière et de ses instituts de recherche, mais en outre le fruit de la collaboration constante d'un grand nombre d'experts des industries pétrolière et chimique productrices de ces liquides, de l'industrie charbonnière qui les emploie et de l'industrie mécanique qui fabrique le matériel avec lequel ils sont utilisés.

L'objectif, en effet, était ambitieux : arriver à ce que l'utilisation au fond de liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique soit subordonnée, dans tous les pays de la Communauté, à la production d'un certificat attestant qu'ils ont été soumis à un même cycle d'essais.

Il ne suffisait donc pas de définir des critères d'ininflammabilité. Il fallait en outre définir d'autres critères, garantissant que ces liquides possèdent les qualités technologiques requises pour l'usage auquel ils sont destinés et, enfin, des critères assurant que ces deux objectifs sont atteints sans qu'il en résulte de danger pour la santé du personnel.

Au surplus, il fallait préciser les méthodes selon lesquelles chaque liquide proposé en vue d'une utilisation au fond serait à examiner pour vérifier sa conformité aux conditions ainsi fixées.

D'où la grande méticulosité du rapport.

En l'adoptant au cours de sa session du 16 octobre 1964, l'Organe permanent a souhaité qu'il reçoive la plus grande diffusion possible, convaincu de la contribution considérable qu'il peut apporter à l'amélioration de la sécurité.

+  
+ +

En son nom, je remercie tous les experts qui ont participé à l'établissement de ce rapport.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Finet', with a long horizontal flourish extending to the right.

Paul FINET,  
Membre de la Haute Autorité,  
Président de l'Organe permanent

Luxembourg, le 16 octobre 1964

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
<u>INTRODUCTION</u> . . . . .	V, 5
<u>PREMIERE PARTIE - GENERALITES</u> . . . . .	V, 9
- Classification . . . . .	V, 11
- Critères techniques d'inflammabilité . . . . .	V, 11
- Critères du point de vue hygiénique . . . . .	V, 11
- Critères technologiques. . . . .	V, 11
<u>DEUXIEME PARTIE - SPECIFICATIONS ET CONDITIONS D'ESSAI</u> . . . . .	V, 19
- Conditions d'admission . . . . .	V, 19
- Désignation, classification et températures limites d'emploi . . . . .	V, 19
- Spécifications et conditions d'essai . . . . .	V, 19
- Critères d'ininflammabilité . . . . .	V, 19
- Critères d'hygiène . . . . .	V, 19
- Critères technologiques . . . . .	V, 19
- Tolérances de mesure sur les caractéristiques . . . . .	V, 19
- Liste des méthodes d'analyse et d'essai . . . . .	V, 19
- Essais en service courant . . . . .	V, 19
- Retrait de l'agrément. . . . .	V, 19
<u>TROISIEME PARTIE - DESCRIPTIONS DES METHODES D'ESSAI</u> . . . . .	V, 21
- Détermination de l'inflammabilité du fluide pulvérisé (Annexe I) . . . . .	V, 21
- Détermination de la propagation de la flamme dans un mélange composé de poussières de charbons et de liquide (Annexe II) . . . . .	V, 21
- Projet d'essai pour la détermination de l'inflammabilité par auto/oxydation (Annexe III) . . . . .	V, 21
- Détermination de la température de fluage (Annexe IV) . . . . .	V, 21
- Détermination des viscosités cinématiques (Annexe V) . . . . .	V, 21
- Détermination de la pression de vapeur (Annexe VI) . . . . .	V, 21
- Détermination de la valeur du pH (Annexe VII). . . . .	V, 21
- Détermination de la résistance au cisaillement (Annexe VIII) . . . . .	V, 21

	<u>page</u>
- Détermination du pouvoir anticorrosif (Annexe IX) . . . . .	V, 93
- Méthode de détermination du vieillissement des liquides exempts d'eau [(Annexe X (A)] . . . . .	V, 96
- Méthode de détermination du vieillissement des liquides aqueux [Annexe X (B)] . . . . .	V, 105
- Méthode pour la détermination du comportement des joints (Annexe XI), . . . . .	V, 115
- Détermination du pouvoir de protection contre l'usure (Annexe XII) . . . . .	V, 118
- Détermination de la tendance à former de la mousse (Annexe XIII), . . . . .	V, 129
- Détermination de la stabilité d'émulsion (Annexe XIV) . . . . .	V, 133
- Détermination de la toxicité des liquides, formes A et C (Annexe XVII). . . . .	V, 135
- Détermination de la toxicité des liquides, forme D (Annexe XVIII) . . . . .	V, 143

A N N E X E :

LISTE DES MEMBRES

- du Comité d'Experts
- du Groupe de travail "Incendies et Feux de Mine"
- de l'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille.

\*

\*

\*

I N T R O D U C T I O N

La Conférence sur la sécurité dans les mines de houille dont la convocation fut admise le 6 septembre 1956 par le Conseil de ministres, sur proposition de la Haute Autorité de la Communauté européenne du charbon et de l'acier, immédiatement après la catastrophe de Marcinelle, a adopté la recommandation suivante dans son rapport final au Chapitre II "Recherches Techniques" sous le n° 36 - M (page 136 du Rapport) :

"Les recherches devraient être poursuivies pour trouver des liquides incombustibles en remplacement des huiles combustibles dans chaque emploi mécanique, par exemple pour les appareils hydrauliques, coupleurs, balances et étançons, etc. ..."

L'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille qui fut constitué sur base de cette Conférence et sur proposition de la Haute Autorité, par décision du Conseil de ministres le 9 juillet 1957 a, en vue de diminuer le danger que représente dans l'industrie charbonnière l'utilisation au fond de liquides inflammables, chargé son groupe de travail "Incendies et Feux de Mine" d'étudier la détermination de critères pour les liquides difficilement inflammables ainsi que les méthodes d'essai correspondantes.

Le 23-11-1958, le groupe de travail considérant les exigences de la sécurité minière décida de charger de l'examen de ce problème une commission d'experts.

Le 20-12-1960 le groupe de travail put soumettre à l'Organe Permanent un rapport d'information paru le 23-11-60 sur les premières conclusions auxquelles la Commission d'experts avait abouti depuis le début de ses travaux.

Après examen de ce rapport l'Organe Permanent se déclara d'accord pour le mettre à la disposition de tous les milieux intéressés à titre d'information, de façon à les tenir au courant de l'évolution en ce domaine et de l'orientation des travaux en cours au sein de la Commission d'experts.

Par circulaire du 24-2-1961 (doc. 1159/1/61) ce rapport d'information concernant la fixation de critères applicables aux liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique et aux essais à effectuer fut porté à la connaissance des milieux de l'industrie charbonnière, de l'industrie pétrolière et chimique, ainsi que de la construction de machines des pays de la Communauté. En outre, le texte de ce rapport d'information fut inclus dans le 2e Rapport de l'Organe Permanent publié en juin 1961.

Depuis lors, la Commission d'Experts a repris de façon approfondie l'examen des problèmes relatifs à la définition de critères techniques d'inflammabilité et de critères technologiques. Des essais comparatifs effectués dans les laboratoires du "Technische Ueberwachungsverein" à Essen, de la "Versuchsgrubengesellschaft" à Dortmund, de l'Institut national des mines à Fâturages et des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais à Sin-le-Noble ont permis d'une part de vérifier les critères proposés et d'autre part de mettre à l'essai de nouveaux appareils et de nouvelles méthodes d'expérimentation. La Commission d'experts a encore examiné avec soin les propositions et les suggestions qui lui avaient été soumises par les représentants des industries consultées. Elle a eu notamment des contacts consacrés à la mise au point de diverses questions avec des représentants de l'industrie des huiles minérales, de l'industrie chimique et de la construction de machines, ainsi que de l'industrie houillère. Elle s'efforça aussi de tenir dûment compte des informations américaines les plus récentes en ce domaine.

L'examen des critères hygiéniques retient particulièrement son attention. La Commission d'experts put à cet égard obtenir la collaboration d'experts médicaux de la République fédérale d'Allemagne, de France et de Belgique.

La Commission d'experts est d'avis que ce deuxième rapport, qui reprend les connaissances les plus récentes quant à la définition de critères pour liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique, peut fournir dans sa rédaction actuelle des indications utiles non seulement pour l'industrie charbonnière mais également pour les industries susmentionnées.

Elle espère avoir ainsi contribué au renforcement de la sécurité.

Elle ne considère cependant pas que sa mission est pour autant terminée. En temps opportun ce deuxième rapport devra faire l'objet d'un examen de façon à le tenir à jour, compte tenu des derniers développements de la technique. A cet égard elle espère pouvoir compter à l'avenir comme par le passé sur les suggestions et les propositions présentant un intérêt pratique d'application.

La Commission d'experts tient à exprimer ses remerciements à tous ceux qui l'ont aidée dans l'établissement de son rapport.

\*

\*        \*

(Une annexe à ce Rapport donne la liste des noms des membres de la Commission d'experts, du groupe de travail "Incendies et Feux de Mine" ainsi que de l'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille).





PREMIERE PARTIE - GENERALITES



## 1. CLASSIFICATION

Les catégories des liquides difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques disponibles peuvent être réparties en fonction de leur emploi dans les formes suivantes :

- A = Emulsions du type huile dans l'eau contenant au maximum 20 % de produit inflammable. Températures d'emploi comprises entre + 5 et 65° C.
- B = Emulsions du type eau dans l'huile, contenant au maximum 60 % de produit inflammable. Températures d'emploi comprises entre + 5 et 65° C.
- C = Solutions aqueuses contenant au minimum 40 % d'eau. Températures d'emploi comprises entre - 20° et + 65° C.
- D = Liquides exempts d'eau. Températures d'emploi comprises entre - 20° et + 150° C.

## 2. CRITERES TECHNIQUES D'INFLAMMABILITE

L'inflammabilité des liquides est déterminée au moyen des essais a) et b).

Le résultat de l'essai c) ne constitue pas un critère d'exclusion, il ne sert actuellement qu'à des fins de recherches.

### a) Détermination de l'inflammabilité du fluide pulvérisé

Le liquide à essayer est pulvérisé sous une pression de 70 kg/cm<sup>2</sup> ; le jet est dirigé sur une flamme oxyacétylénique définie avec précision.

Les conditions opératoires sont indiquées dans l'annexe I.

### b) Détermination de la propagation de la flamme dans un mélange composé de poussières de charbon et de liquide

On mesure la propagation de la flamme sur un mélange composé de 75 % en volume de poussières de charbon et de 25 % en volume de liquide, en réchauffant l'origine d'une éprouvette de 250 mm de long, 20 mm de large et 2 mm d'épaisseur au moyen d'une flamme d'une température de 1 000° C produite par un brûleur Bunsen.

Les conditions opératoires sont spécifiées dans l'annexe II.

c) Détermination de l'inflammabilité par auto-oxydation

Les coupleurs hydrauliques sont protégés contre la surcharge par un fusible qui fond vers 140° C. Lorsque le fusible fond, il se forme en général sous la pression du liquide une ouverture déchiquetée d'écoulement qui facilite l'oxydation du jet, allant de pair avec formation de peroxydes. Si le liquide utilisé est inflammable, les peroxydes s'enflammeront spontanément à 120° C. Les coupleurs hydrauliques peuvent donc constituer un danger d'incendie. Ce danger est d'autant plus grand que le diamètre du fusible est petit. Un diamètre de 10 mm peut déjà être considéré comme étant de nature à réduire le risque. Un appareil a été mis au point, permettant de vérifier si le liquide utilisé dans le coupleur peut s'enflammer dans les conditions qui peuvent se présenter lorsque le fusible fond dans des circonstances défavorables.

Les projets actuels des modalités de l'essai ainsi que le plan de l'appareil figurent à l'annexe III.

3. CRITERES D'HYGIENE

Le produit difficilement inflammable doit répondre favorablement à des critères toxicologiques :

Détermination de la toxicité aiguë, recherche du pouvoir irritant sur la peau et les muqueuses et recherche du pouvoir toxique des aérosols et des produits de décomposition thermique.

Le processus analytique est décrit dans les annexes XVII et XVIII.

De toute façon quel que soit le résultat de cette expertise, elle ne peut prévoir des actions toxiques à longue échéance d'origine allergique ou autre.

De ce fait, l'agrément ne saurait être que provisoire et ce n'est qu'après un temps d'essais pratiques que pourrait être accordée une éventuelle réception définitive.

#### 4. CRITERES TECHNOLOGIQUES

##### a) Détermination de la température de fluage

La température de fluage, à laquelle, en sortant de la phase solide, le produit reprend une certaine fluidité, devrait rester suffisamment en dessous de la température limite inférieure au lieu d'utilisation. La détermination de la température de fluage est faite selon la norme française NFT 60-122 de juin 1956.

L'appareil utilisé et le mode opératoire sont décrits en annexe IV.

##### b) Détermination de la viscosité

Les liquides difficilement inflammables doivent satisfaire à une condition de pompabilité dans les appareils à commande hydraulique à des températures ambiantes qui peuvent varier selon l'usage auquel ils sont destinés, de - 20 à + 50° C. La viscosité sera mesurée suivant les indications du tableau ci-dessous.

La détermination sera réalisée avec le viscosimètre et les thermostats correspondants décrits dans l'annexe V.

Températures de mesure  
des viscosités

Températures	- 20° C	0° C	+ 20° C	+ 50° C	+ 100° C
Formes	-	-	A	A	-
	-	-	B	B	-
	C	C	C	C	-
	D	D	D	D	D

c) Détermination de la pression de vapeur

Les liquides difficilement inflammables exempts d'eau utilisés dans les transmissions hydrauliques ne doivent pas, à 200° C, accuser une pression de vapeur sensiblement supérieure à celle que les huiles minérales actuellement utilisées atteignent à 140° C.

Actuellement les liquides contenant de l'eau ne sont pas soumis à cet essai.

Cette pression doit être vérifiée à l'aide de l'appareil pour la mesure de la pression de vapeur, décrit dans l'annexe VI.

d) Détermination de la valeur du pH

Le pH des liquides difficilement inflammables des formes A et C sert à estimer le danger d'un contact cutané. Pour les fluides des formes B et D, on déterminera le nombre de neutralisation.

La mesure du pH doit être effectuée suivant la méthode exposée à l'annexe VII. Le nombre de neutralisation sera déterminé par les méthodes classiques (p. ex. ASTM).

e) Détermination de la résistance au cisaillement

La résistance au cisaillement traduisant la résistance aux actions mécaniques est indispensable pour les liquides destinés aux transmissions hydrauliques, à l'exception des liquides de forme A d'une viscosité inférieure à 10 centistokes à 20° C.

La mesure doit être exécutée suivant la méthode exposée à l'annexe VIII.

f) Détermination du pouvoir anticorrosif

Le pouvoir anticorrosif des liquides difficilement inflammables doit être déterminé selon la méthode décrite à l'annexe IX pour les métaux et alliages utilisés dans la construction des appareils miniers pouvant contenir les liquides précités et notamment : Acier, acier cadmié, cuivre, zinc, aluminium et laiton (70/30).



g) Détermination du vieillissement des liquides

Les méthodes pour la détermination de la résistance au vieillissement ont été établies :

- a) dans l'annexe X (A) pour les liquides hydrauliques exempts d'eau (forme D)
- b) dans l'annexe X (B) pour les liquides hydrauliques aqueux (formes A, B, C).

Le vieillissement est déterminé à une température de 95° C avec, comme catalyseur, le cuivre et le fer et un apport constant d'oxygène au liquide.

h) Détermination du comportement des joints

Afin d'éviter des pertes de liquides difficilement inflammables aux joints, le taux de variation de la matière dans laquelle les joints sont fabriqués doit être aussi faible que possible. La méthode est applicable à toutes les formes de liquides à 70° C. Pour les liquides de forme D il est prévu un essai à 150° C.

La mesure du gonflement des joints et de la variation de dureté est indiquée dans l'annexe XI.

i) Détermination du pouvoir de protection contre l'usure

On doit éviter une usure anormale du matériel. Le pouvoir de protection contre l'usure sera déterminé avec la machine à 4 billes en appliquant la méthode de l'effort progressif.

La méthode de détermination est décrite à l'annexe XII.

k) Détermination de la tendance à former de la mousse

Les liquides difficilement inflammables doivent assurer une tendance aussi faible que possible à mousser.

La méthode de détermination est décrite à l'annexe XIII.

l) Détermination de la stabilité d'émulsion

La stabilité d'émulsion, réservée aux formes A et B est vérifiée suivant la méthode exposée à l'annexe XIV.

m) Miscibilité et compatibilité

Four des raisons économiques :

- a) la miscibilité devrait permettre de mélanger des produits de même composition mais de provenance différente au moins dans les formes C et D à l'état neuf;
- b) la compatibilité devrait permettre le mélange d'un produit neuf avec un lubrifiant similaire déjà en usage, mais d'origine différente.

Une méthode permettant de vérifier ces deux conditions n'a pas été élaborée à la date de la publication du rapport.

n) Détermination de la teneur en eau

Provisoirement cet essai n'est envisagé qu'à titre de contrôle. La méthode n'est pas encore établie à la date de publication du rapport.

o) Détermination de la tension superficielle

La tension superficielle doit être voisine de celle des huiles minérales.

La détermination se fera suivant les indications de la norme ASTM D 977-50 T ou de la norme française AFMOR - T. 73.060.

\*

\*

\*



DEUXIEME PARTIE - SPECIFICATIONS ET CONDITIONS D'ESSAI



GENERALITES

Article 1 - Autorisation

- 1) Avant l'utilisation dans les mines d'un liquide difficilement inflammable pour transmissions et commandes hydrauliques, il devrait être établi un certificat duquel il ressort que ce produit a été soumis au cycle d'essais suivant :
- a) essais de laboratoire, décrits ci-après  
(articles 3 à 7 inclus et Partie III du rapport)
  - b) essais de longue durée en service courant (article 8)
- 2) Le cycle d'essais sera dirigé par un organisme compétent. Actuellement, on peut mentionner à cet égard les instituts suivants :

<u>Allemagne</u>	- Technischer Ueberwachungsverein Essen/Ruhr (Leitendes Fachinstitut)
	- Versuchsgrubengesellschaft m.b.H. - Dortmund
	- Hygiene-Institut des Ruhrgebiets - Gelsenkirchen
	- Pharmakologisches Institut der Uni- versität Hamburg - Hamburg
<u>Belgique</u>	- Institut National des Mines - Pâturages/Hainaut
<u>France</u>	- Laboratoire des Lubrifiants des Houillères du Bassin du Nord/Pas-de-Calais, Sin-le-Noble (Nord)
<u>Luxembourg</u>	-
<u>Italie</u>	-
<u>Pays-Bas</u>	- Centraal Laboratorium van de Staatsmijnen - Geleen

- 3) L'autorisation d'emploi dans les mines de houille devrait être subordonnée à la présentation du certificat mentionné au § 1.

Article 2 - Désignation, classification et températures limites d'emploi

- 1) Les liquides difficilement inflammables pour transmissions et commandes hydrauliques sont désignés par les initiales des trois mots : Transmissions Hydrauliques Ininflammables, soit :

Allemagne fédérale .....	HS
Belgique .....	THI
France .....	THI
Luxembourg .....	THI
Italie .....	
Pays-Bas .....	

- 2) Quatre fourchettes de viscosités sont retenues provisoirement pour couvrir la gamme des emplois possibles :

THI 1 .....	1 à 1,5	Centistokes à + 50° C
THI 2 .....	11 à 14	id. à + 50° C
THI 4 .....	20 à 40	id. à + 50° C
THI 8 .....	50 à 70	id. à + 50° C

- 3) Les catégories des liquides difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques disponibles peuvent être réparties en fonction de leur emploi dans les formes physiques suivantes :

A - Emulsions du type huile dans l'eau, contenant au maximum 20 % de produit inflammable.

Températures d'emploi comprises entre + 5 et + 65° C.

B - Emulsions du type eau dans l'huile, contenant au maximum 60 % de produit inflammable.

Températures d'emploi comprises entre + 5 et 65° C.

C - Solutions aqueuses contenant au minimum 40 % d'eau.

Températures d'emploi comprises entre - 20 et + 65° C.

D - Liquides exempts d'eau.

Températures d'emploi comprises entre - 20 et + 65° C.

- 4) La désignation complète d'un liquide difficilement inflammable pour transmissions et commandes hydrauliques aura par conséquent un des sigles ci-après

THI	1-A
THI	2-A, THI 2-C, THI 2-D
THI	4-B, THI 4-C, THI 4-D
THI	8-B, THI 8-C, THI 8-D

- 5) Les liquides de formes B, C et D seront examinés dans l'état de livraison. Les liquides de forme A seront examinés à l'état dilué selon les indications des producteurs.

## SPECIFICATIONS ET CONDITIONS D'ESSAI

Les articles 3 à 6 indiquent les résultats à obtenir au cours d'essais de laboratoire dont la liste et la description font l'objet, respectivement, de l'article 7 et de la partie III du rapport.

### Article 3 - Critères d'ininflammabilité

#### 1. Inflammabilité du liquide pulvérisé (Annexe I)

Le fluide doit au cours de 5 essais consécutifs satisfaire aux cotes (1) ou (2) notées au paragraphe (4) de la page 28.

La cote (2) peut être également donnée si, à une distance de 1,20 m du gicleur, des flammèches atteignent sporadiquement l'écran.

#### 2. Propagation de la flamme dans un mélange composé de poussières de charbon et de liquide (Annexe II)

La flamme ne doit pas s'étendre de façon appréciable au-delà du champ d'action de la flamme du brûleur Bunsen; la moyenne de 5 mesures ne doit pas dépasser 7 cm, comptés à partir de l'origine de l'éprouvette.

Pour chaque liquide, deux séries d'essais seront faites, l'une sur le liquide neuf et l'autre sur le liquide recueilli après l'essai de cisaillement.

#### 3. Inflammabilité par auto-oxydation (Annexe III)

Aucune inflammation ne doit se produire lors de l'éjection du liquide d'essai. Cet essai s'applique seulement aux liquides de forme D et plus particulièrement à ceux destinés aux coupleurs hydrauliques ou aux installations travaillant à haute température ( $> 120^{\circ} \text{C}$ ).

Il est, actuellement, considéré comme essai de recherche.



Article 4 - Critères d'hygiène

- 1) a) En ce qui concerne les produits contenant de l'eau, la détermination de la toxicité sera exécutée selon les techniques décrites dans l'annexe XVII. Les produits exempts d'eau seront examinés selon les techniques décrites dans l'annexe XVIII.
- b) Les produits qui dans l'un quelconque des essais décrits dans ces protocoles atteignent la note 10 ou dépassent la note 50 après pondération de l'ensemble des résultats, seront refusés.
- 2) Le service toxicologique chargé d'effectuer les essais peut correspondre directement avec les producteurs des liquides essayés, sous le couvert du secret professionnel.
- 3) Le service toxicologique chargé d'effectuer les essais est seul juge des conclusions qu'il transmet aux organismes compétents désignés en article 1.2 Ces conclusions seront transmises aux fournisseurs des liquides sur leur demande par ces organismes compétents.

Article 5 - Critères technologiques

1) Température de fluage (Annexe IV et norme AFNOR T 60-122)

La température de fluage est déterminée avant et après essai de cisaillement. La température de fluage pour le liquide neuf ne vaut que comme caractéristique d'identification. Les valeurs limites admissibles pour la modification de la température de fluage après l'essai de cisaillement sont indiquées au tableau 2.

2) Viscosités (Annexe V)

Elles doivent être conformes aux chiffres du tableau I ci-dessous

TABLEAU I

Série à laquelle appartient le produit	Forme du produit, à titre indicatif	Viscosités cinématiques en centistokes, à				
		- 20°C	± 0°C	+ 20°C	+ 50°C	+100°C
THI 1	A	Pas de déterminations				
THI 2	A			∠ 50	11/14	
	C	∠ 1 800	∠ 170	∠ 50	11/14	
	D	∠ 1 800	∠ 170	∠ 50	11/14	
THI 4	B			∠ 190	20/40	
	C	∠ 5 000	∠ 800	∠ 190	20/40	
	D	∠ 5 000	∠ 800	∠ 190	20/40	7 6
THI 8	B			∠ 360	50/70	
	C	∠ 12 000	∠ 1800	∠ 360	50/70	
	D	∠ 12 000	∠ 1800	∠ 360	50/70	710

Les valeurs indiquées pour - 20 et ± 0° C doivent être considérées comme des limites provisoires.

3) Pression de vapeur (Annexe VI)

Présentement cet essai est limité aux liquides exempts d'eau; dans ce cas, ceux-ci ne doivent pas, à 200° C, accuser une pression de vapeur sensiblement supérieure à celle des huiles minérales. Elle sera inférieure à 0,5 kp/cm<sup>2</sup>.

4) Valeur du pH (Annexe VII)

La valeur du pH doit être inférieure ou égale à 10.

Cette mesure ne sera effectuée que sur les liquides de formes A et C. Pour les liquides de formes B et D, on déterminera le nombre de neutralisation.

5) Résistance au cisaillement (Annexe VIII)

Sur le liquide recueilli, les caractéristiques à mesurer sont indiquées dans le tableau II ci-dessous. Les variations constatées par rapport aux mêmes déterminations faites sur le liquide avant cisaillement ne doivent pas dépasser les valeurs portées dans le tableau II.

TABLEAU II

Caractéristiques mesurées	Formes des liquides soumis à l'essai			
	A (1)	B	C	D
Viscosités cinématiques à :				
- 20°C	-	-	∠ + 40 %	∠ + 15 %
± 0°C	-	-	+ 40 %	+ 15 %
+ 20°C	∠ ± 10 %	∠ ± 10 %	∠ + 35 %	∠ ± 10 %
+ 50°C	∠ ± 10 %	∠ ± 10 %	∠ + 30 %	∠ ± 5 %
Fluage	∠ + 3°C	∠ + 3°C	∠ + 3°C	∠ + 3°C
pH	∠ ± 0,5	-	∠ ± 1	-
Indice d'acide (ngr KOH/gramme)	-	∠ ± 0,5	-	∠ ± 0,5
Teneur en eau %	∠ - 15 %	∠ - 5 %	∠ - 8 %	-
(1) A l'exception des liquides THI 1 - A				

6) Pouvoir anticorrosif (Annexe IX)

On ne doit observer aucune corrosion perceptible des métaux et allinges employés dans la construction des différents matériels, y compris les métaux entrant dans la composition des revêtements métalliques. On ne doit normalement observer aucun dépôt, ni changement de couleur appréciable du métal dans le liquide.

7) Vieillissement (Annexe X-A et X-B)

Les liquides difficilement inflammables devront avoir une résistance à l'altération et à l'oxydation voisine de celle présentée par les liquides d'origine pétrolière. Les variations admises pendant l'essai sont les suivantes :

a) Liquides de formes B et D. Durée de l'essai 600 heures.

Augmentation du chiffre de neutralisation  $\underline{\leq}$  2 mgr KOH/gramme pour les liquides de formes B et D.

Augmentation des parties insolubles dans le benzène  $\underline{\leq}$  2 % pour les liquides de forme D.

b) Liquides de formes A (exception faite des liquides T H I l - A) et C. Durée de l'essai : 200 heures. Après cette période le pH ne doit pas être  $\underline{\leq}$  4.

c) Les spirales métalliques ne devront pas être fortement encrassées ou corrodées.

8) Comportement des joints (Annexe XI)

On ne doit pas constater d'altération sensible des matières à joints et, en particulier, de retrait, de durcissement ou de modification de surface (fentes).

Les variations maximales admises sont les suivantes :

a) Gonflement : 4 % du volume de l'éprouvette considérée,

b) Dureté shore :  $\pm$  5

c) Retrait : 2 % du volume de l'éprouvette considérée.

9) Pouvoir de protection contre l'usure (Annexe XII)

Les valeurs minimales figurant au tableau III sont admises pour les charges moyennes de Hertz, la valeur 100 étant attribuée à la charge moyenne de Hertz déterminée sur une huile de pétrole minérale pure, d'origine paraffinique, de viscosité 50 centistokes  $\pm$  1 à + 50°C, prise comme liquide de référence.

Les valeurs minimales des charges limites de soudure sont également mentionnées au tableau III.

TABLEAU III

	Huile de référence	Formes des liquides			
		A (1)	B	C	D
Charge moyenne de Hertz	100 %	85 %	95 %	100 %	100 %
Charge limite de soudure	160 kg	90 kg	130 kg	130 kg	150 kg

(1) Sauf pour liquides T H I 1 - A

10) Tendance à former de la mousse (Annexe XIII)

Les liquides difficilement inflammables ne doivent pas présenter de volumes de mousses supérieurs à ceux admis pour des produits pétroliers classiques.

11) Stabilité d'émulsion (Annexe XIV)

Cet essai ne s'applique qu'aux formes A et B. Les limites suivantes doivent être respectées :

- a) Forme A - Remontée crémeuse  $\leq$  5 mm après 1 000 heures à + 20° C et à 40° C.
- b) Forme B. Remontée crémeuse  $\leq$  5 mm après 600 heures à + 20° C et à + 40° C.
- c) Aucune séparation d'eau et d'huile ne sera tolérée.

12) Miscibilité et compatibilité (Annexe XV, non encore rédigée à la date de publication du rapport)

En principe, les liquides difficilement inflammables devraient être miscibles entre eux, à l'intérieur de chacune des formes C et D, à l'état neuf. De plus, il devrait y avoir compatibilité dans chacune des formes A, B, C, D, entre un liquide usagé et le liquide neuf de la même forme mis en appoint.

13) Teneur en eau (Annexe XVI, non encore rédigée à la date de publication du rapport)

Provisoirement, cet essai n'est envisagé qu'à titre de contrôle.

14) Densité (méthode normalisée)

La densité sera retenue comme caractéristique d'identification. Il est désirable qu'elle soit inférieure à 1,5.

15) Teneur en cendre (méthode normalisée)

Cette caractéristique est retenue comme caractéristique d'identification. Il est désirable que les valeurs suivantes ne soient pas dépassées :

Forme A ..... 4 %, déterminés sur le produit concentré, inflammable;

Forme B ..... 1,5 %, déterminés sur le liquide prêt à l'emploi;

Formes C et D ... 2 %, déterminés sur le liquide prêt à l'emploi.

En aucun cas, les cendres ne doivent avoir de caractère abrasif.

16) Tension superficielle (méthode normalisée)

La tension superficielle à la température de 20° C ne doit pas dépasser 38 dyne/cm.

Article 6 - Tolérances de mesure sur les caractéristiques

Méthodes :

- M 1 - Annexe I - Inflammation du jet pulvérisé sur une flamme : sans tolérance.
- M 2 - Annexe II - Propagation de la flamme : + 5 mm de la longueur de propagation de la flamme.
- M 3 - Annexe III - Oxydation spontanée : sans tolérance.
- M 4 - Annexe IV - Température de fluage : + 3° C.
- M 5 - Annexe V - Viscosités : ± 5 %.

- M 6 - Annexe VI - Pression de vapeur :  
+ 10 %.
- M 7 - Annexe VII - Mesure du pH :  
+ 0,1 pH.
- M 8 - Annexe VIII - Résistance au cisaillement :  
les variations de caractéristiques s'entendent  
tolérances de mesures déduites.
- M 9 - Annexe IX - Pouvoir anticorrosif :  
sans tolérance.
- M 10- Annexe X - Vieillissement :  
les variations de caractéristiques s'entendent  
tolérances de mesures déduites.
- M 11- Annexe XI - Comportement des joints :  
+ 25 %.
- M 12- Annexe XII - Pouvoir de protection contre l'usure :  
+ 10 %.
- M 13- Annexe XIII - Tendance à la formation de mousse :  
+ 25 %.
- M 14- Annexe XIV - Stabilité d'émulsion :  
+ 50 % de la hauteur de la couche séparée.
- M 15- Annexe XV - Miscibilité et compatibilité :  
sans tolérance.
- M 16- Annexe XVI - Teneur en eau :  
non encore déterminé.
- M 17 - Teneur en cendres :  
+ 20 %.
- M 18 - Tension superficielle :  
+ 2 dyne/cm.

Article 7 - Liste des méthodes d'analyse et d'essai

Essais	Méthode décrite dans les annexes suivantes de la partie III	Allemagne	Belgique	France	Pays-Bas	Etats-Unis
3.1	Inflammation du jet pulvérisé					
3.2	Propagation de la flamme					
3.3	Oxydation spontanée					
5.1	Température de fluage			T60-122		
5.2	Viscosité	DIN 53015 E				
5.3	Pression de vapeur					
5.4.	Mesure du pH					
5.5.	Résistance au cisaillement					
5.6	Pouvoir anticorrosif					
5.7	Vieillessement: liquides exempts d'eau	DIN 51587			NBN	
	liquides aqueux				3024	ASTMD943.54
5.8	Comportement des joints	DIN 53521 E				
5.9	Pouvoir de protection-contre l'usure					
5.10	Tendance à la formation de mousse					ASTM
5.11	Stabilité d'émulsion					D 892.58 T
5.12	Miscibilité et compatibilité					
5.13	Teneur en eau					
5.14	Densité	DIN 51757			NBN 52011 et T 60.101	
5.15	Teneur en cendre	DIN 51575			52015 et T 60.111	
5.16	Tension superficielle				NBN 52044	ASTMD977.50 T
					T 73.060	
4.2	Essai toxicologique :					
	- liquides contenant de l'eau (A+C)					
	- liquides exempts d'eau (D)					

(1) Méthode non encore décrite à la date de publication du rapport



Article 8 - Essais en service courant

- 1) Ces essais sont exécutés dans une exploitation minière, sur demande de l'organisme compétent et avec l'autorisation des services compétents.

Les conditions d'exécution de l'essai feront l'objet d'un accord entre les parties susmentionnées.

- 2) Le fournisseur du liquide à essayer ne sera admis à suivre l'essai que s'il existe une convention expresse. Dans ce cas, l'organisme compétent doit en être informé.

- 3) La durée de ces essais sera de 6 mois au minimum.

Article 9 - Retrait de l'agrément

Sur la demande de l'organisme compétent l'autorisation d'emploi dans les mines peut être retirée par l'autorité qui l'a donnée.

\*

\*

\*

TROISIEME PARTIE - DESCRIPTION DES METHODES D'ESSAI



DETERMINATION DE L'INFLAMMABILITE DU FLUIDE PULVERISE1) PRINCIPE

Une flamme de chalumeau oxyacétylénique est dirigée sur un jet pulvérisé sous pression du liquide à essayer et l'effet de la flamme sur le jet est observé.

2) APPAREILLAGE

- a) Réservoir de liquide d'essai d'une contenance minimum utile de 1 litre.
- b) Dispositif de mise sous pression pour la pulvérisation du liquide (Schema A ou B voir planche -a-) :

Schéma A : Une bouteille d'azote comprimé, munie d'un mano-détendeur réglé à  $70 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$ . Cette bouteille est reliée par un flexible résistant à haute pression. Sur le réservoir, qui peut être chauffé électriquement, est branché un tuyau calorifugé, muni d'une vanne d'obturation qui conduit au gicleur.

La température du liquide d'essai peut être mesurée par thermoélément (Cu-Const.), soit dans le réservoir, soit immédiatement avant le gicleur.

Schéma B : Générateur de pression constitué par une pompe refoulant sur le gicleur d'essai par l'intermédiaire d'un conduit métallique sur laquelle sont montés le manomètre de contrôle ainsi qu'un dispositif régulateur de pression dont la décharge retourne au réservoir contenant le liquide d'essai.

Le régulateur de pression est taré à  $70 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$ .

Le gicleur est directement raccordé sur une vanne.

- c) Gicleur, suivant dessin (voir planche -b-).

Il est constitué par une rondelle d'acier dur percée en son centre d'un trou de 0,4 mm de diamètre; les extrémités de ce trou seront à arêtes vives. La rondelle doit présenter, du côté du liquide d'essai, une face plane de 10 mm de diamètre; la paroi dans laquelle est foré le trou de 0,4 mm a une épaisseur de 1,6 mm. Pour éviter dans la mesure du possible une obstruction du gicleur, un tamis d'une largeur de mailles  $\angle$  0,4 mm (144 mailles par  $\text{cm}^2$ ) et d'un diamètre minimum de 10 mm est disposé devant le gicleur; la distance entre le tamis et le gicleur doit être d'environ 20 mm.

- d) Chalumeau à souder oxyacétylénique dont la flamme a un cône blanc de 100 mm de longueur, auréolé de bleu et répond aux données ci-après (voir croquis -c-).

Chacun des deux gaz sort du réservoir sous pression et passe par un régulateur de pression qui se trouve généralement placé entre un manomètre à haute pression et un manomètre à basse pression pour parvenir à un manomètre de précision d'où il aboutit au chalumeau par l'intermédiaire d'un indicateur de débit.

La gamme de mesures du manomètre de précision pour l'oxygène s'étend de 0 à 10 kg par  $\text{cm}^2$  de surpression; celle du manomètre pour l'acétylène de 0 à 1,6 kg/ $\text{cm}^2$ .

Les indicateurs de débit, du type RHN, sont fournis par la firme Rota à Oeflingen (Bade).

Le chalumeau à souder, type Rex n° 1, de la société Charledave à Paris, est muni d'un bec 750  $\heartsuit$

Le régulateur de pression et les soupapes à pcinteau du chalumeau sont réglés de telle manière que les manomètres de précision et les indicateurs de débit indiquent respectivement 5,0 kg/ $\text{cm}^2$  et 38 graduations pour l'oxygène et 1 kg/ $\text{cm}^2$  et 96 graduations pour l'acétylène.

Ces réglages correspondent à des débits de gaz de 14 l/mn pour l'oxygène et de 16 l/mn pour l'acétylène, à 0° et 760 Torr.

Dans le but d'éviter des réglages fréquents de la pression des gaz au cours d'une série d'essais, il est recommandé d'installer un robinet d'arrêt entre les régulateurs de pression des réservoirs sous pression et les manomètres de précision.

- e) Un écran métallique de 75 cm de large et de 100 cm de haut, placé à une distance de 175 cm du gicleur, perpendiculairement à la direction du jet de façon que son centre soit approximativement placé dans l'axe du gicleur.

### 3) EXECUTION DE L'ESSAI

Le liquide étant à la température de  $65 \pm 5^\circ \text{C}$ , et sous la pression de  $70 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$ , on ouvre la vanne commandant le gicleur. On tente d'enflammer le jet pulvérisé à l'aide de la flamme oxyacétylénique. A cet effet, la flamme est déplacée le long du jet, perpendiculairement à celui-ci, la pointe du cône suivant l'axe du jet, à une vitesse aussi uniforme que possible de 0,04 m/sec. depuis le gicleur jusqu'à 1,20 m de ce dernier. Elle stationne 5 secondes à la distance maximale de 1,20 m. La durée totale de l'essai est donc de 35 secondes. 5 essais consécutifs doivent être effectués.

Avant l'exécution d'un nouvel essai sur un autre liquide, il faut rincer le réservoir à liquide et les pièces diverses du gicleur, plusieurs fois avec de l'eau bouillante contenant un produit de nettoyage.

Le dispositif d'expérimentation représenté sur le schéma B doit être rincé soigneusement avec le liquide à essayer.

### 4) EXPRESSION DES RESULTATS

Les résultats devront être indiqués de la manière suivante :

- a) Le jet ne s'enflamme pas = (1)
- b) Le jet s'enflamme, mais la flamme n'atteint pas l'écran = (2)
- c) Le jet s'enflamme et la flamme atteint l'écran = (3)

Nota : Cette méthode est tirée de la méthode américaine AMS-3150 C.

La pression, ainsi que les dimensions du gicleur, sont celles définies dans la méthode AMS-3150 C.



## Essais d'inflammabilité sur jet pulverisé

Schéma A

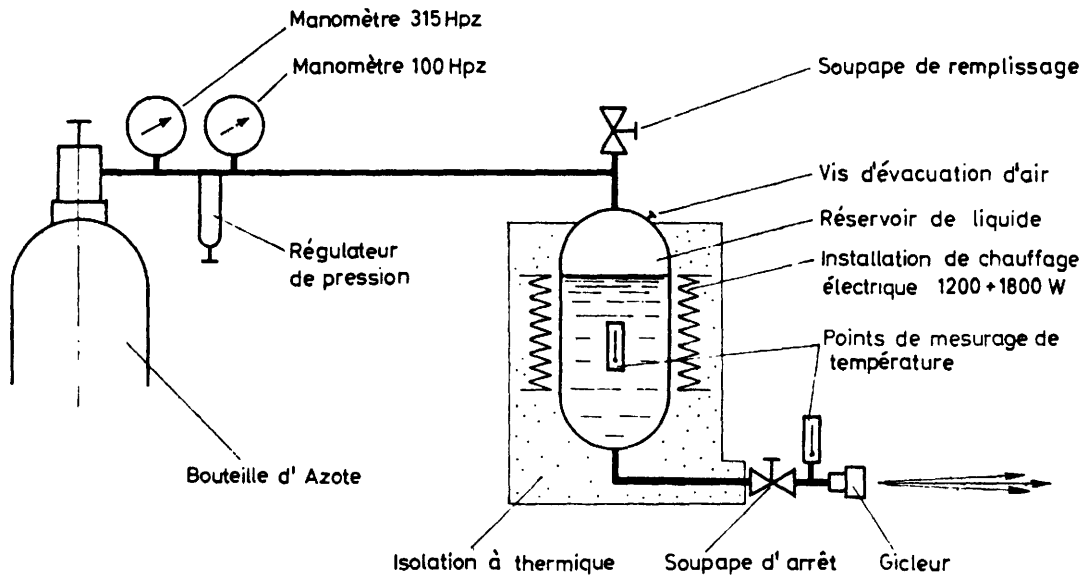
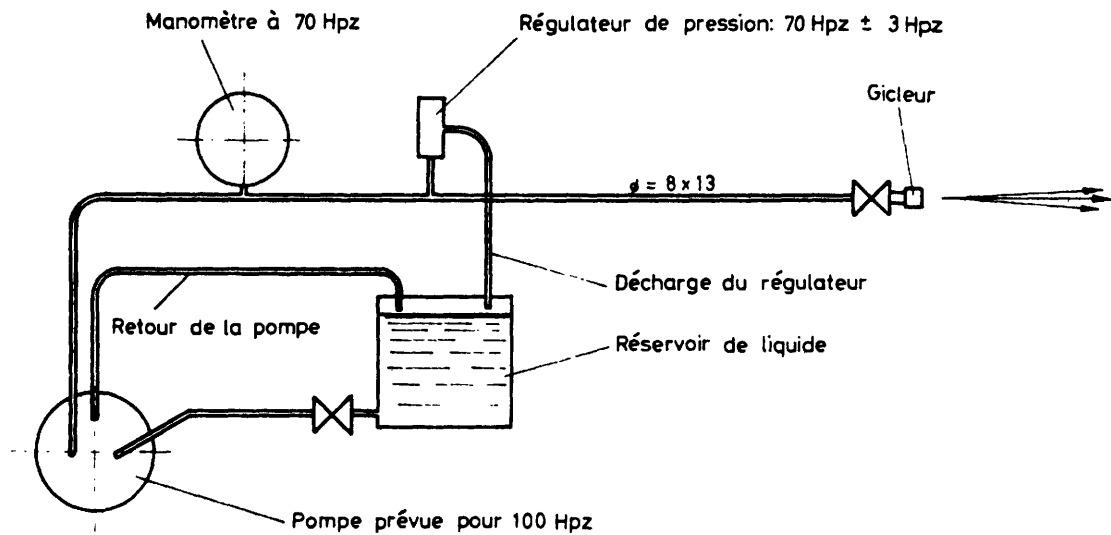


Schéma B





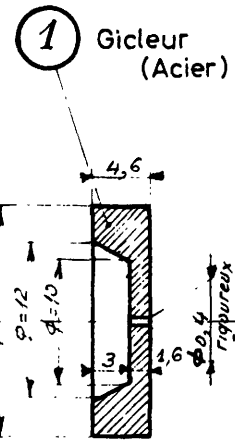
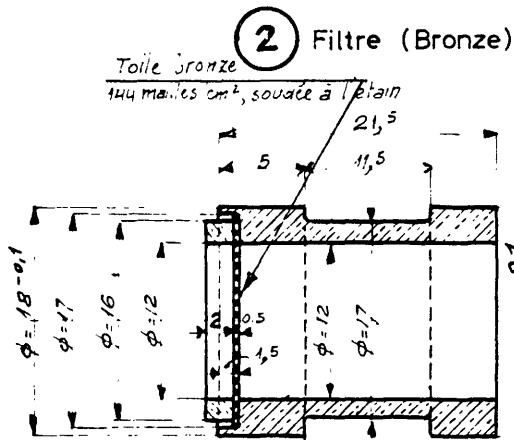
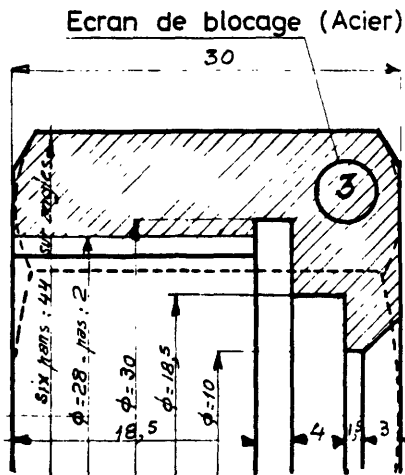
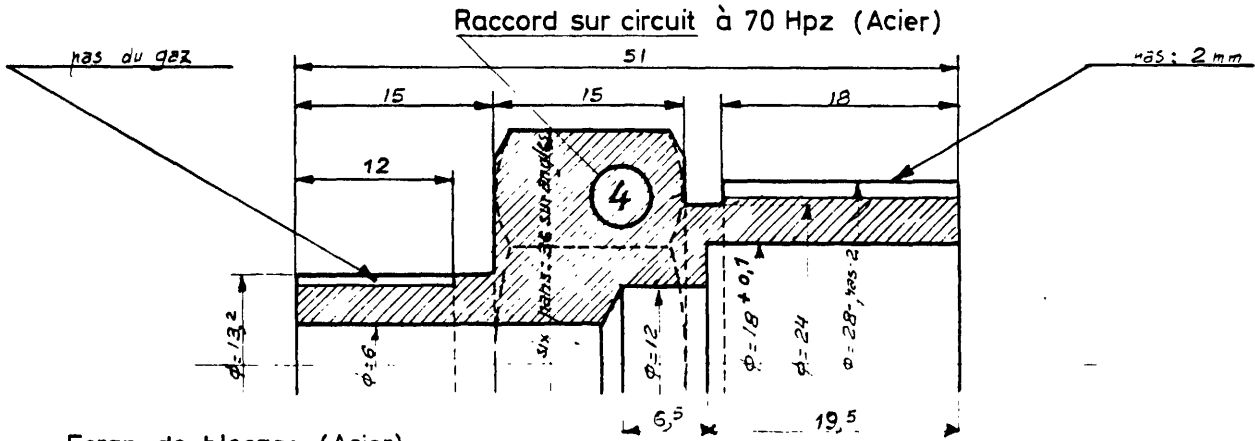


- b -  
**Essais d'inflammabilité sur jet pulverisé**

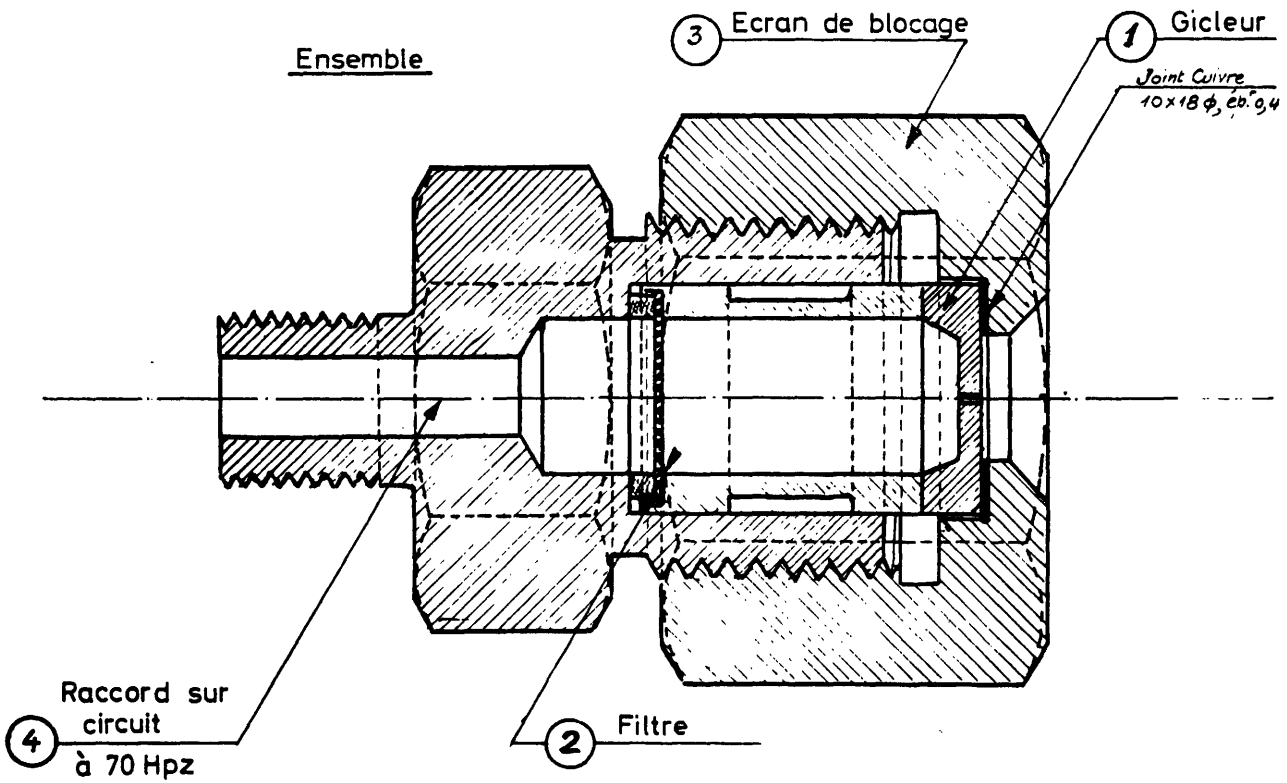
Annexe I

**Montage du gicleur d'essai**

Echelle:  $\frac{2}{1}$



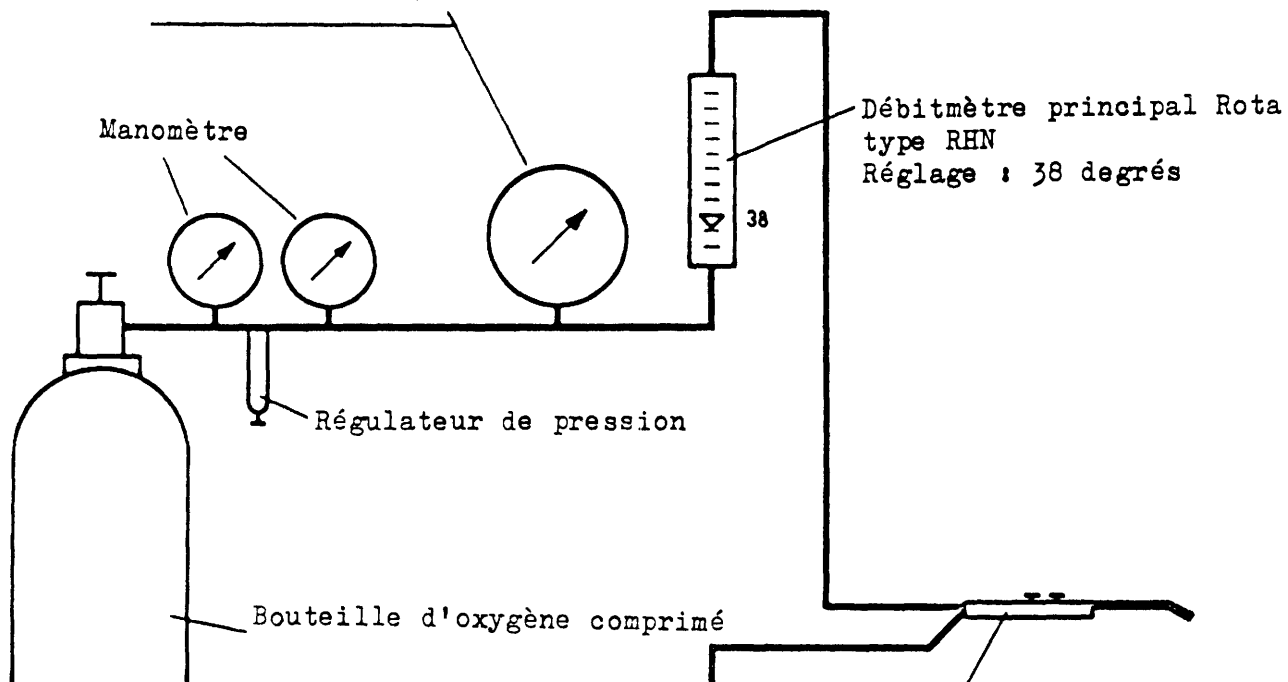
**Ensemble**



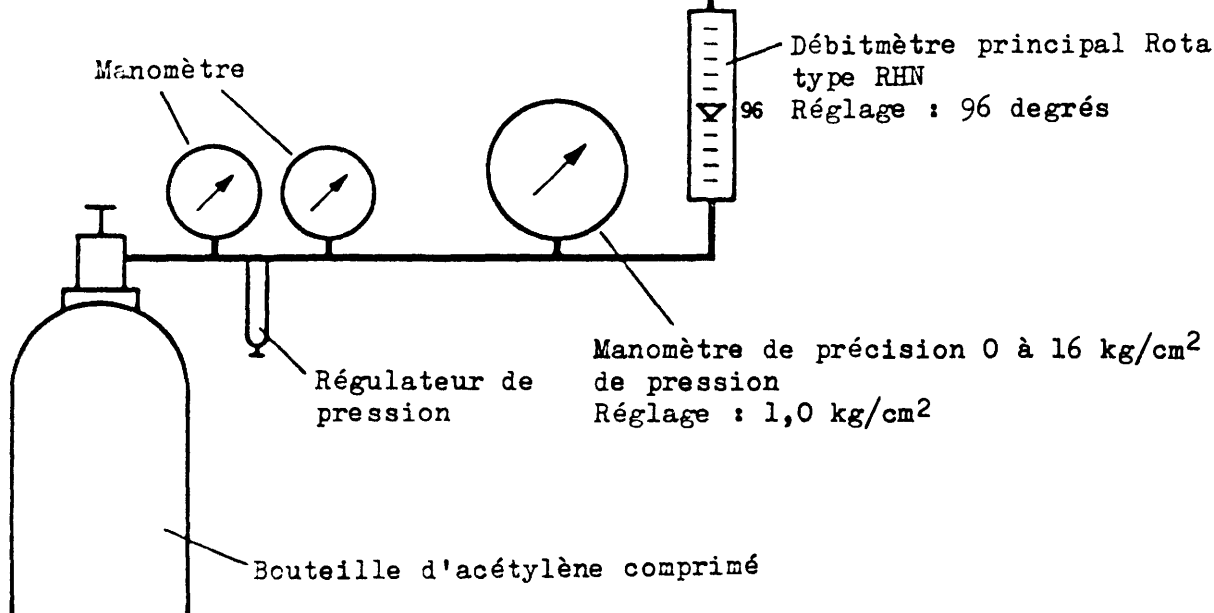


DETERMINATION DE L'INFLAMMABILITE DU  
LIQUIDE PULVERISE SOUS PRESSION

Manomètre de précision 0 à 10 kg/cm<sup>2</sup> de pression  
Réglage : 5,0 kg/cm<sup>2</sup>



Chalumeau oxyacétylénique  
Type Rex no 1 750°C





ESSAIS DE PROPAGATION DE LA FLAMME DANS UN MELANGE COMPOSE DE  
POUSSIERE DE CHARBON ET DE LIQUIDE1. PRINCIPE

On mesure la propagation d'une flamme sur un mélange composé de 75 % en volume de poussières de charbon et 25 % en volume de liquide. L'essai est fait dans une enceinte à température ambiante sans ventilation artificielle.

2. MATERIEL NECESSAIRE pour le montage d'essai et pour les détails  
voir les dessins ci-joints

- (1) Brûleur Bunsen réglable, conforme au dessin joint
- (2) Anneau standard de 140 mm de diamètre moyen
- (3) Plaquette de butée longitudinale
- (4) Support pour les éléments (2) et (3)
- (5) Plaques de tôle pour supporter les éprouvettes
- (6) Couple pyrométrique et pyromètre
- (7) Règle graduée avec support réglable
- (8) Socle métallique pour réalisation des éprouvettes
- (9) Réglottes pour réalisation des éprouvettes
- (10) Chronomètre de laboratoire.

3. REALISATION DES EPROUVETTES

L'éprouvette d'essai doit avoir 250 mm de long, 20 mm de large et 2 mm d'épaisseur. Les plaques de tôle (5) portent un trait de repère, pour définir l'origine de la longueur de l'éprouvette, à 250 mm de l'extrémité. Les dégagements latéraux sont obtenus au moyen des réglottes (9). Le montage pour la fabrication de l'éprouvette est représenté sur le schéma ci-joint lequel donne en outre les dessins de plaques, réglottes et socles métalliques.

L'éprouvette sera constituée d'un mélange de 75 % en volume de poussières de charbon et de 25 % en volume du liquide à essayer. La mesure du volume des poussières de charbon étant effectuée dans un cylindre gradué de 35 mm environ de diamètre et de 155 mm environ de hauteur. La préparation portera sur une quantité suffisante (environ 150 c.c.) pour permettre au moins 5 déterminations. Le mélange s'effectue à la main dans un mortier.

4. POUSSIÈRE DE CHARBON

La poussière de charbon employée pour les essais est tirée du charbon de Montrambert, préparée et fournie par le Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France, à Verneuil en Halatte (Oise). Cette poussière répond aux caractéristiques moyennes suivantes :

Humidité .....	1,4 %	tolérance $\pm$ 20 %
Cendres, sur Sec.....	9,6 %	tolérance $\pm$ 10 %
Matières volatiles, sur Sec....	31 %	tolérance $\pm$ 10 %
Granulométrie.....	60 à 100 microns.	

5. RÉALISATION DE L'ESSAI

Le mélange d'essai est préparé une heure avant la confection des éprouvettes; celles-ci sont réalisées comme décrit ci-dessus, au nombre de 5 pour un produit déterminé. Chaque éprouvette est placée sur un anneau (2), au-dessus de l'orifice d'un brûleur à gaz déterminé. La butée (3) et celles fixées sur l'anneau (2) assurent la position de l'éprouvette.

La flamme du brûleur est réglée pour une hauteur libre approximative de 140 mm. La température de la flamme, mesurée à 5 mm au-dessous de la plaque de tôle (5) est réglée à  $1000^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ .

Le centre du brûleur est placé à l'aplomb de l'origine de l'éprouvette, comme indiqué sur le montage de la page 31 a; la distance entre le sommet du brûleur et le dessous de la plaque de tôle est de 45 mm. Un chronomètre est déclenché à l'instant de la mise en place de la plaque de tôle; après 5 minutes de chauffage, on éteint le brûleur.

On note :

- la plus grande distance que parcourt l'extrémité de la flamme;
- le temps au bout duquel les flammes s'éteignent sur l'éprouvette;
- les anomalies : incandescence succédant aux flammes, extinctions suivies de rallumage, etc...

Chaque essai d'un liquide comprend cinq déterminations, chacune des éprouvettes ne servant qu'à une détermination.

## 6. EXPRESSION DES RESULTATS

Le résultat obtenu est la moyenne arithmétique des cinq distances mesurées selon le point a), article 5. La tolérance entre deux moyennes arithmétiques pour un même opérateur, est de  $\pm 5$  mm.

### OBSERVATIONS

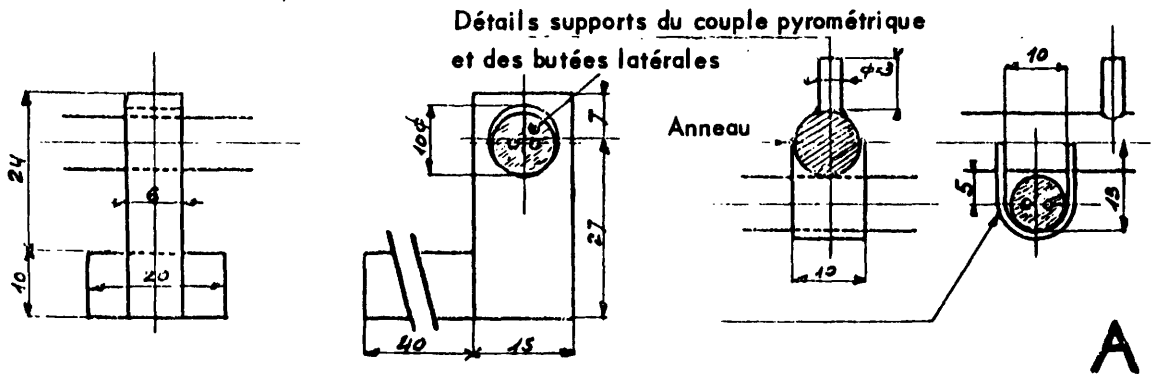
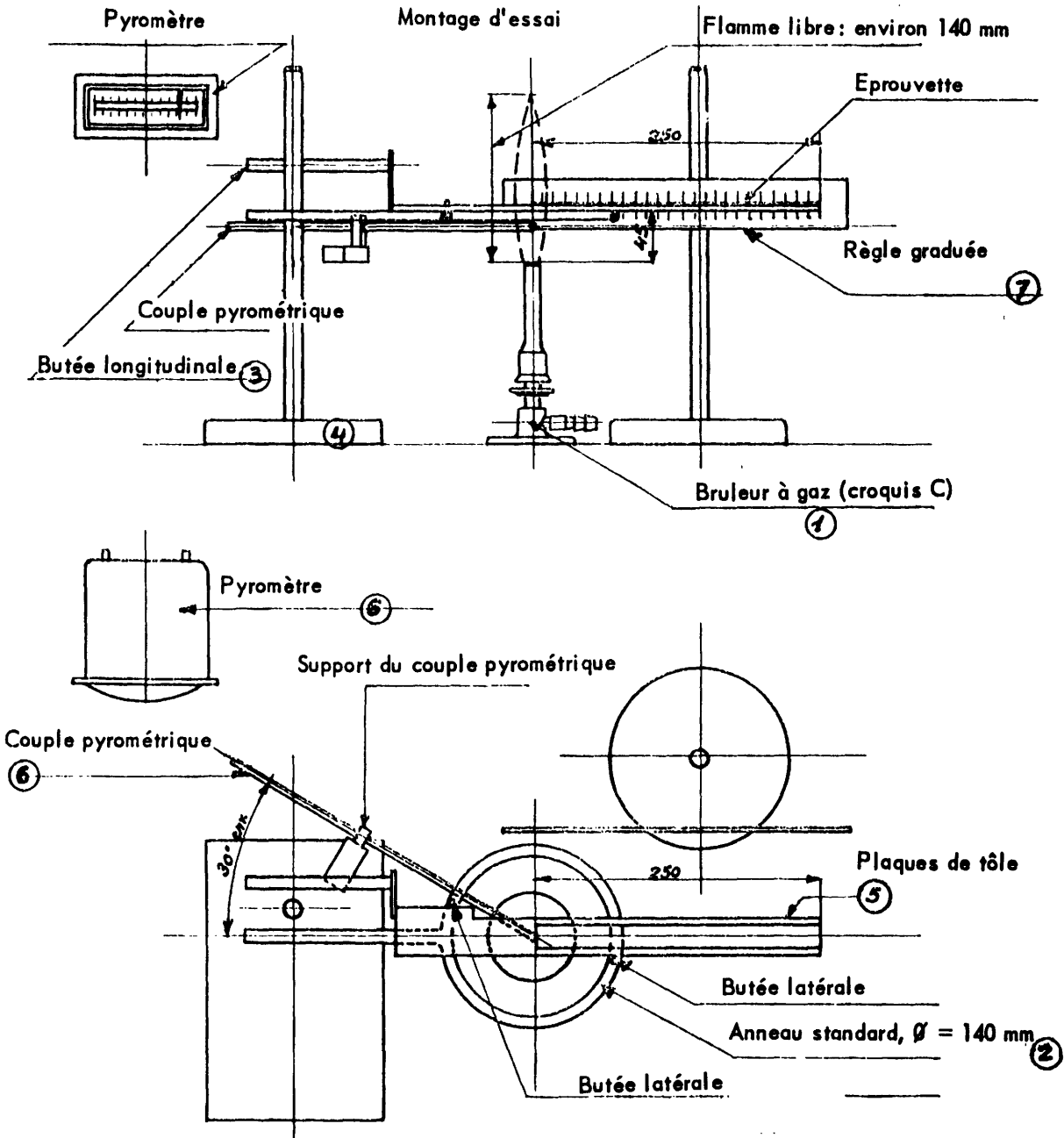
- a) Lors de la fabrication de l'éprouvette, on prendra soin de bien presser la pâte de manière uniforme.
- b) Les plaques de tôle de l'éprouvette sont remises en état de service par grattage et refroidissement. Les traces restantes sont enlevées par passage à la tôle abrasive n° 0.
- c) Après une dizaine de déterminations sur chaque support, il sera prudent de retracer le trait de repère, au moyen d'une pointe à tracer.





ESSAI DE PROPAGATION DE FLAMME DANS UN  
MELANGE CHARBON-LIQUIDE

Echelle: 1/5 environ

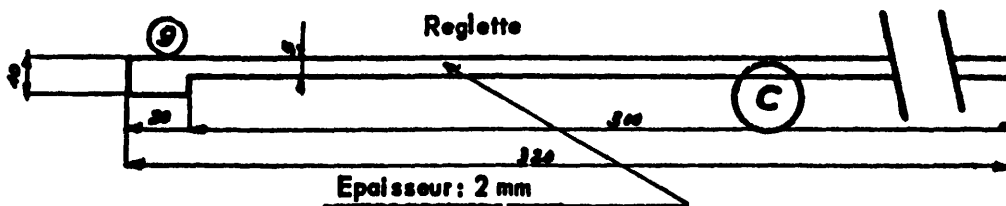
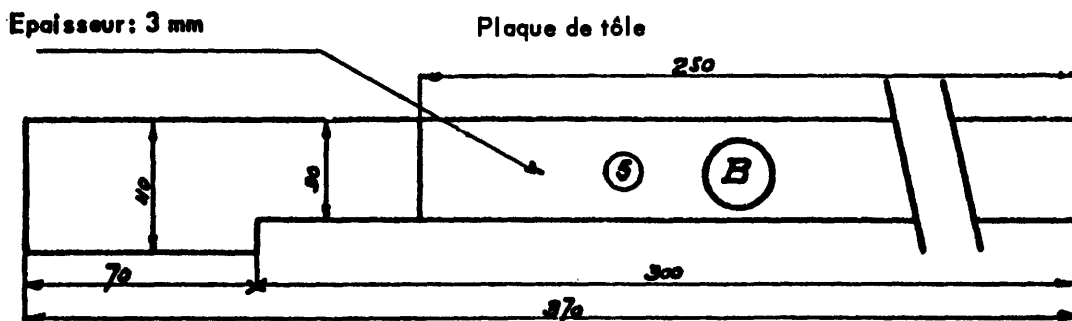
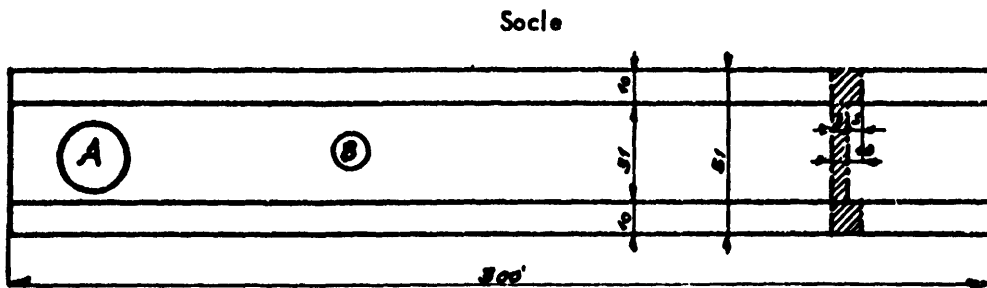
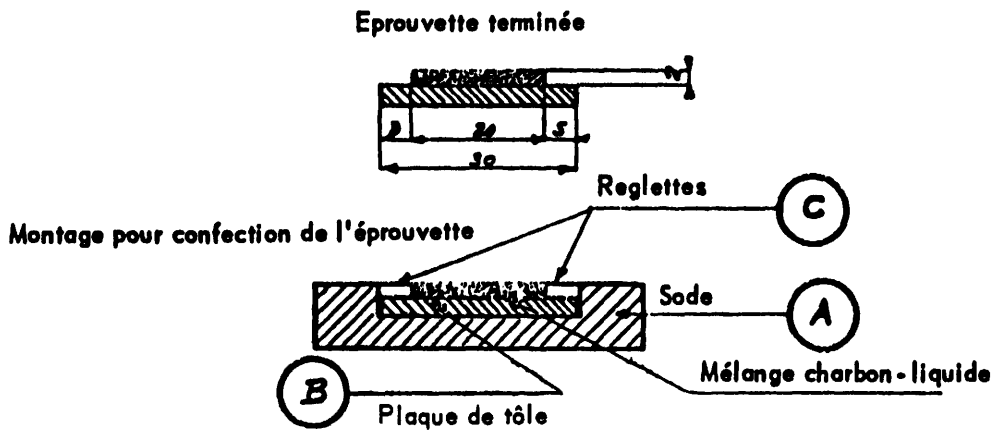


A



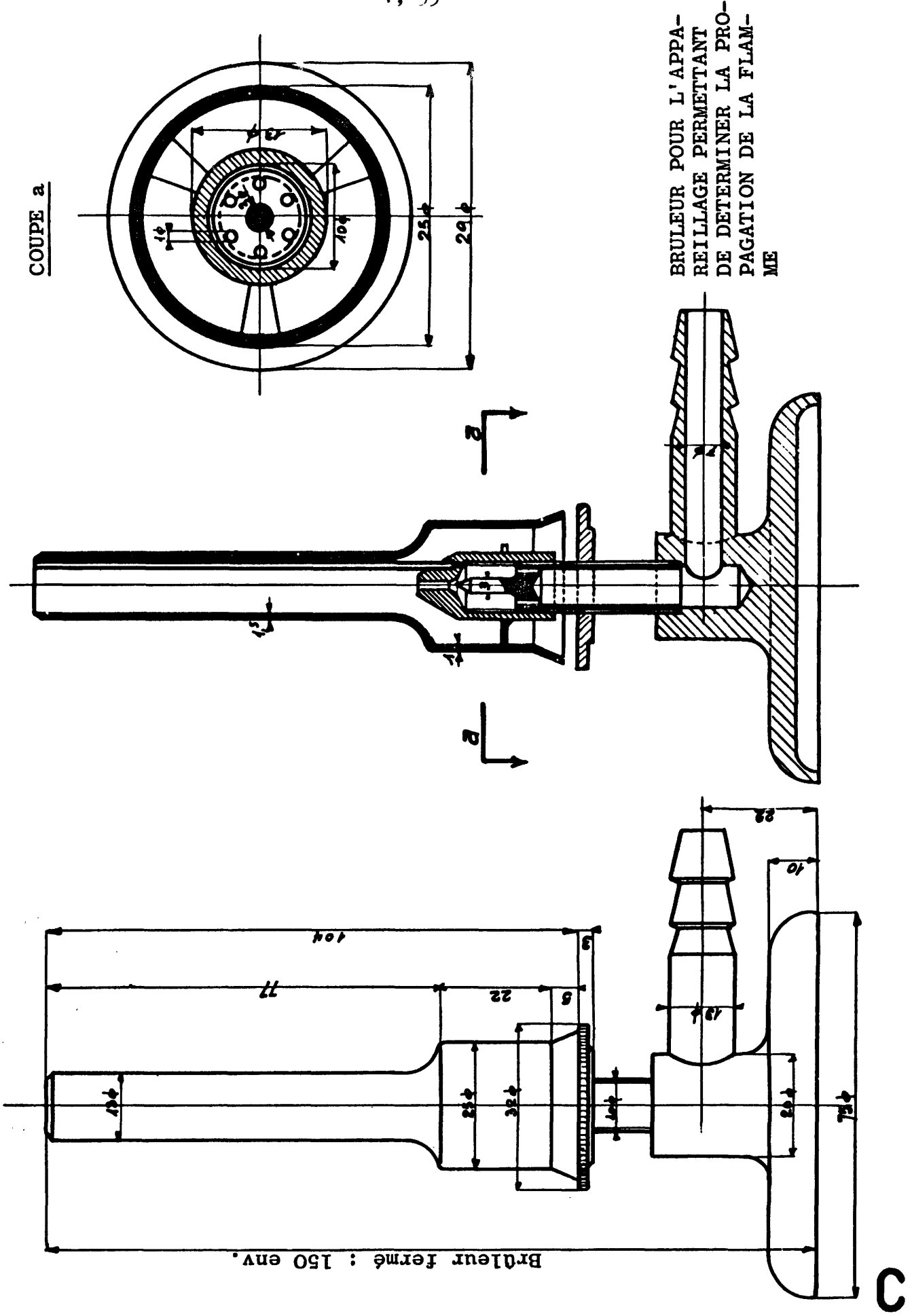
FABRICATION DE L'ÉPROUVETTE

Echelle: 1:1 & 1:2



B





BRULEUR POUR L'APPAREIL-  
 REILLAGE PERMETTANT  
 DE DETERMINER LA PRO-  
 PAGATION DE LA FLAM-  
 ME



PROJET D'ESSAI POUR LA DETERMINATION DE L'INFLAMMABILITE PAR AUTO-OXYDATION

1. PRINCIPE

Vérifier qu'un lubrifiant liquide chaud, projeté à travers un orifice sous forme d'une lame de faible épaisseur, ne s'enflamme pas au contact de l'air en l'absence de toute flamme ou point chaud préexistants, l'essai étant fait dans les conditions définies de température et de pression.

L'essai tend essentiellement à reproduire le cas de la libération de la force vive d'un lubrifiant chaud lors de la fusion d'un bouchon de sécurité. Il ne s'applique, en principe, qu'aux liquides exempts d'eau; éventuellement, on peut l'appliquer aux émulsions du type eau dans l'huile.

2. APPAREILLAGE

L'appareillage se compose essentiellement d'un cylindre chauffé contenant le liquide à essayer (250 cm<sup>3</sup> environ). Une extrémité du cylindre est fermée par un piston étanche, derrière lequel est admis un fluide, sous pression de 7 kg/cm<sup>2</sup>. L'autre extrémité du cylindre est fermée par une pastille fusible constituée par un alliage fondant vers 140° C. Le col de sortie est constitué par deux cônes concentriques dont les génératrices sont parallèles et distantes de 1 mm au maximum. Le cône central est maintenu par une bague en matière isolante dans laquelle sont ménagés 8 passages de 1 mm x 6 mm environ.

L'ensemble des surfaces coniques est amené à la même température que le liquide contenu dans le cylindre, au moyen d'une résistance électrique. La surface du cône extérieur est reliée à la terre, et celle du cône central est isolée électriquement de la précédente.

L'ensemble ci-dessus est complété par :

- un dispositif de remplissage pour le liquide d'essai,
- une tuyauterie d'évacuation d'air,
- un régulateur de pression avec dispositif d'évacuation,



Annexe III

- deux pyromètres pour mesurer la température du liquide d'essai et celle du col de sortie ,
- les résistances de réglage des réchauffeurs électriques ,
- le dispositif d'amenée du fluide sous pression, avec manomètre de contrôle.

L'appareillage est représenté schématiquement sur le croquis ci-joint. Sur cette feuille est donnée la coupe du col de sortie.

3. PREPARATION DE PASTILLES METALLIQUESa) Composition

Alliage Bismuth-Etain, contenant 60 % de bismuth et 40 % d'étain en poids. Le point de fusion est de 140/142°C pour le métal coulé, non écroui par martelage.

b) Fabrication

Le mélange de poudres métalliques est coulé sous forme de bandes de 10 mm de largeur sur 1 mm d'épaisseur, dans le moule métallique figurant au croquis, le volume d'une de ces bandes est d'environ 1,7 cm<sup>3</sup>.

Pour la coulée de l'alliage, la plaque de coulée sera posée sur une plaque chauffante et réchauffée jusque vers 100°C. Après la coulée la plaque sera retirée de la plaque chauffante pour permettre le refroidissement lent de l'alliage.

c) Ré coupe des pastilles

Celui-ci s'opère au moyen de l'enclume et du poçon figurant au croquis. Une bande permet de découper 6 pastilles.

4. PREPARATION DE L'ESSAIa) Nettoyage

Le col de sortie est démonté et ses éléments nettoyés avec soin. Le fond du cylindre supportant le col de sortie est également démonté pour permettre le nettoyage du cylindre. Pour exécuter cette

opération, le piston sera repoussé à fond de course vers l'arrivée du fluide sous pression; cette opération s'effectue, vanne fermée, en desserrant le bouchon de vidange du circuit du fluide sous pression, de façon à créer une fuite de liquide sans pour autant permettre une rentrée d'air derrière le piston.

Les tuyauteries de remplissage et d'évacuation d'air sont rincées avec du tétrachlorure de carbone. Il est préférable de rincer avec de dernier solvant.

#### b) Montage

Le bouchon de vidange du circuit du fluide sous pression est soigneusement resserré. On remonte le fond du cylindre côté col de sortie, puis on met en place la pastille fusible. Le col de sortie est remonté, puis remis en place; il emprisonne la pastille fusible, en venant buter sur elle vers la fin du serrage. La résistance de chauffage de col est raccordée électriquement et le couple pyrométrique est remis en place.

#### c) Remplissage

On ouvre la vanne d'évacuation d'air, puis celle de remplissage; la vanne d'arrivée du fluide sous pression est fermée et le piston à fond de course pour permettre le remplissage. On verse le liquide à essayer par l'entonnoir, lentement, jusqu'à ce qu'il commence à couler par la tuyauterie d'évacuation d'air. On ferme la vanne de remplissage, puis celle d'évacuation d'air. L'ensemble est prêt pour l'essai. La contenance du cylindre est voisine de  $250 \text{ cm}^3$ ; compte tenu des tuyauteries, la prise d'essai sera de  $350 \text{ cm}^3$ .

### 5. EXECUTION DE L'ESSAI

On ouvre la vanne d'arrivée du fluide sous pression, en s'assurant :

- a) que la pression du circuit est bien de  $7 \text{ kg/cm}^2$
- b) que le régulateur de pression ne laisse pas passer de liquide d'essai.

Ensuite, on met en service le réchauffeur électrique du cylindre d'essai, puis on règle le chauffage pour obtenir une montée en température d'environ 3°C par minute. Le chauffage du col est ensuite mis en service et réglé sensiblement sur la même allure de chauffe. Il est bon d'observer un léger décalage de température entre le col et le liquide d'essai, de manière à bien s'assurer que la fusion de la pastille est le fait du liquide d'essai; un retard d'environ 20°C dans le chauffage du col est suffisant.

Lorsque la température du liquide d'essai atteint 120°C, l'allure de chauffe doit être ramenée à 2° par minute pour permettre la mise en équilibre continue de température de l'ensemble. L'observation de l'ensemble se fera plus attentive à partir de 140:145° C, de façon à permettre de noter la température à laquelle se produit l'éjection du liquide d'essai.

Le jet liquide ne doit pas s'enflammer au contact de l'air, dans le cas des lubrifiants ininflammables. Le phénomène s'amorce, pour les huiles minérales, à une distance du col de sortie variant de 0,20 à 0,30 m. L'observation du phénomène se fera de préférence sur fond noir, de manière à pouvoir noter éventuellement les manifestations dues à l'électrisation par frottement, au passage du col de sortie.

Dès la fusion de la pastille, on coupera l'alimentation des réchauffeurs électriques.

L'auto-inflammation ne se réalise pas systématiquement (90 % des cas pour l'huile minérale), il est nécessaire de répéter l'essai cinq fois.

## 6. REMARQUES

### a) Mesure de l'électrisation par frottement

Eventuellement, on peut brancher un voltmètre, d'une part sur l'axe maintenant le cône central et, d'autre part, sur la bride du col de sortie. Les bornes sont prévues, le voltmètre sera gradué jusque 10 kilovolts.

b) Alliages fusibles

Il est possible d'employer des alliages plus aisément fusibles que celui renseigné en III - 1; ce dernier correspond à l'alliage utilisé pour la fabrication des fusibles de coupleurs hydrauliques.

Le tableau ci-dessous donne les compositions de quelques alliages simples dont le point de fusion se situe entre 140 et 183° C.

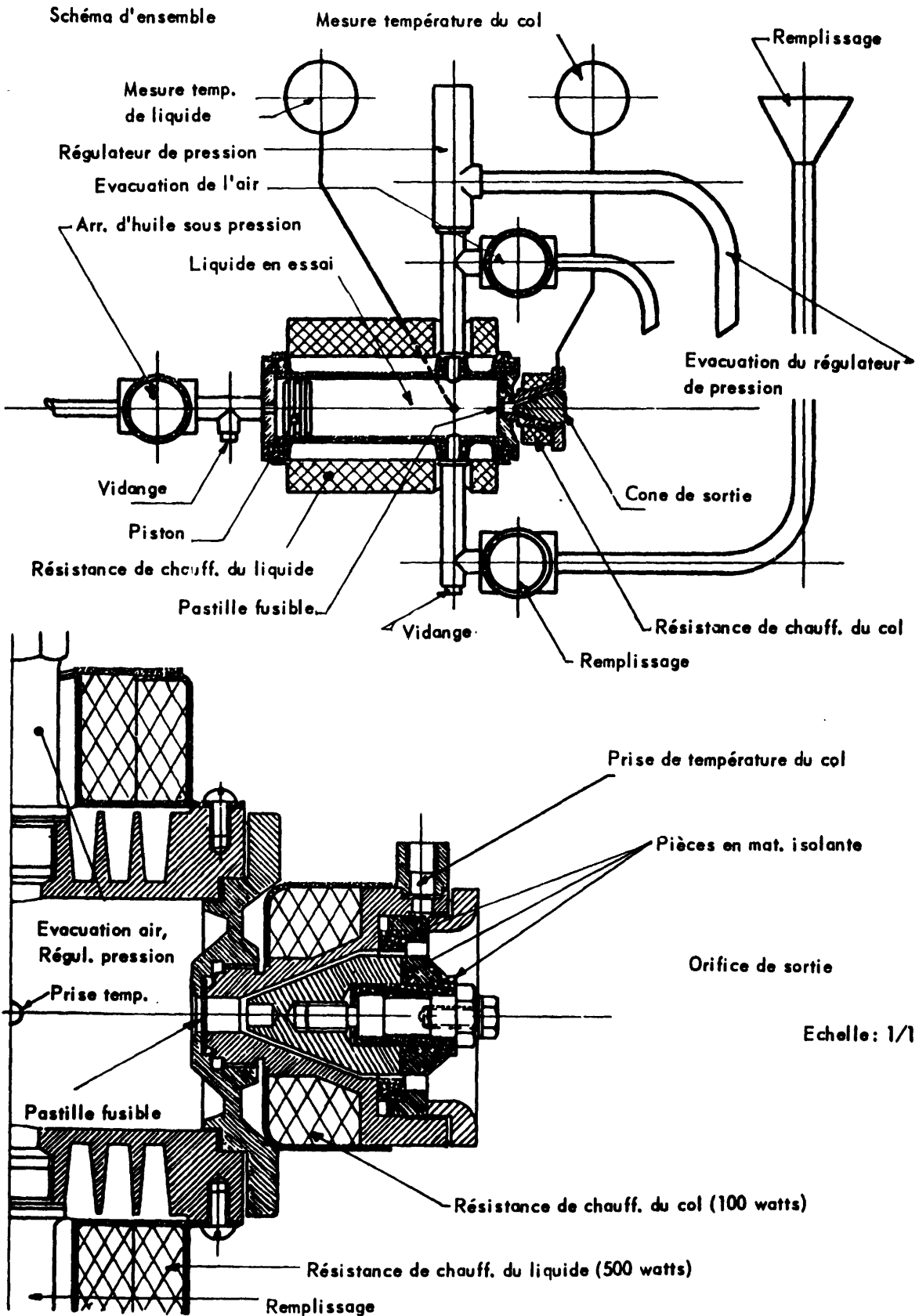
Température de fusion	Composition des alliages			
	Etain	Plomb	Biszuth	Zinc
140/142°	2	-	3	-
144°	3	1	-	-
151°	1	1	-	-
166°	9	2	-	1
183°	1	2	-	-

### THEORY

The first part of the paper discusses the theoretical background of the study. It covers the basic concepts of the research and the methods used. The second part of the paper discusses the results of the study. It covers the findings of the research and the implications of the study. The third part of the paper discusses the conclusions of the study. It covers the main findings of the research and the implications of the study.



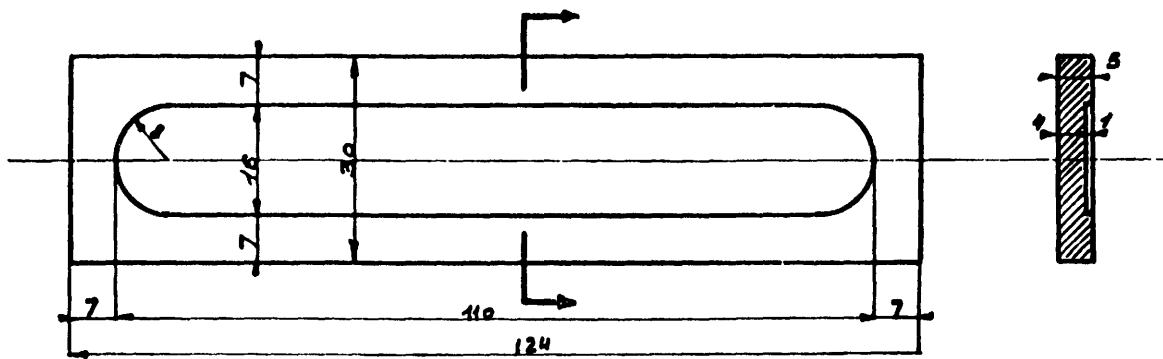
PROJET  
ESSAI D'AUTO-INFLAMMATION



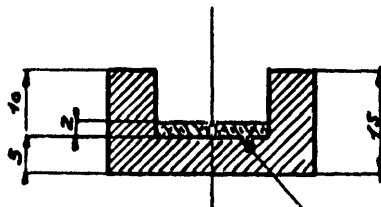


OUTILLAGE POUR LA FABRICATION DES PASTILLES FUSIBLES

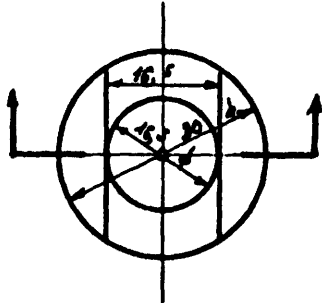
Plaque de coulée



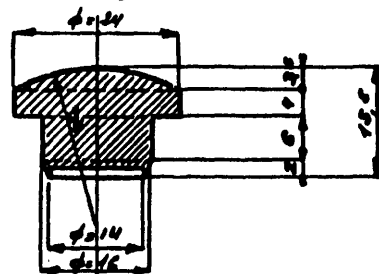
Enclume



Rondelle en cuivre rouge



Poinçon



Echelle 1:1





DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DE FLUAGE

(Basée sur la norme française NF T 60 - 122 - juin 1956) (°)

1) OBSERVATIONS PRELIMINAIRES

L'appareil utilisé pour déterminer la température de fluage permet d'opérer sur une couche de liquide mince, précaution rendue nécessaire en raison de la mauvaise conductibilité des matières solidifiées; on effectue l'essai au sein même d'un bain liquide de température exactement connue et dans des conditions thermiques telles qu'il soit tenu compte des phénomènes de trempe et de recuit et que les irrégularités pouvant résulter de ces phénomènes soient évitées. Les écarts entre essais successifs ne dépassent généralement pas quelques dixièmes de degré centigrade.

L'attention est attirée sur le point que les essais de viscosité aux basses températures et de température de fluage sont des essais essentiellement différents. Chacun d'eux est un essai particulier et les indications obtenues ne s'appliquent qu'au type d'essai correspondant.

2) PRINCIPE

La température de fluage est la température à laquelle le liquide, ayant été solidifié rapidement à fond après une préparation thermique déterminée, puis soumis à un réchauffement progressif, perd sa rigidité d'une manière suffisante pour libérer, sous une charge constante, une pièce mobile, bloquée par le liquide au moment de sa solidification.

3) APPAREILLAGE

L'appareil reproduit en annexe comporte un réservoir annulaire A (représentant le corps mobile), destiné à recevoir le produit à étudier. Il a pour dimensions : 15 mm de diamètre intérieur inférieur, 21 mm de diamètre intérieur supérieur, 3 mm de largeur radiale intérieure, 0,4 mm d'épaisseur de paroi, 11 mm de profondeur et enfin 1,5 mm d'épaisseur de fond. Ce réservoir est fixé par un disque percé d'une ouverture B sur une tige métallique creuse C

---

(°) Edité par l'Association française de normalisation (AFNOR), Paris.

terminée par une pointe blanche D. Cette tige verticale peut être enfilée dans un tube en laiton formant manchon E de 15 mm de diamètre intérieur, de 16 mm de diamètre extérieur et de 234 mm de longueur, à la base duquel se trouve une pièce cylindrique en laiton F de 17 mm de diamètre intérieur, de 18 mm de diamètre extérieur et de 31,5 mm de hauteur, devant former plongeur en pénétrant dans le réservoir annulaire A. Deux fenêtres G, diamétralement opposées, de 12 mm de hauteur et de 5 mm de largeur, percent la pièce F; leur base est à 13,5 mm au-dessus de la base de cette pièce. La tige C est centrée et guidée, avec un jeu de l'ordre de 0,1 mm à la partie inférieure et à la partie supérieure du manchon E par une pièce H et une tête I. Pour réduire la conductibilité du métal et empêcher la formation de givre, le manchon E est percé, comme le montre la figure, de six rangées de deux trous de 10 mm de diamètre : de son côté, la tige C est elle-même percée de dix-sept rangées de trous de 2,5 mm de diamètre. Le milieu de la zone perforée de la tige C correspond à la partie supérieure de la tête I. Une goupille J peut être enfilée dans le trou de la tige C tangente à la partie supérieure de la tête I et peut, par conséquent, bloquer l'équipage mobile dans le manchon; un bras rigide M terminé par une pince à vis fixe verticalement le manchon E tout en laissant libre la tige C et le réservoir A. L'équipage mobile est taré exactement à 20 g; il peut tomber si rien ne le retient. Au début de l'essai, le réservoir A plein de liquide solidifié reste fixe à la pièce F, qui a été plongée dans le liquide avant que celui-ci ne soit soumis au froid. Lorsque le fluage se manifeste, l'équipage mobile glisse et finit par atteindre le bout de sa course, limitée par la goupille J qui a été retirée de sa position première après la solidification et introduite dans le dernier trou de la tige C.

L'appareil plonge dans un vase à double paroi renfermant 130 ml d'acétone. Un thermomètre à pentane donne la température de ce bain. Un palpeur L, très mobile, peut être posé sur l'extrémité de C; il ferme un circuit électrique au moment où la tige commence à glisser et permet ainsi d'actionner un signal d'avertissement sonore.

#### 4. MODE OPERATOIRE

a) L'échantillon à essayer doit avoir la température du laboratoire.

b) Remplir de liquide à essayer, qui est à la température du laboratoire, la cuvette annulaire A de l'appareil, introduire la tige C dans le manchon E, manoeuvre qui se trouve facilitée par la pointe terminale de C, et immerger l'extrémité inférieure du manchon dans la cuvette annulaire jusqu'à ce que cette extrémité touche le fond de la cuvette.

Essuyer le liquide en excès ayant débordé de la cuvette annulaire. Bloquer l'équipage mobile en introduisant la goupille J dans le trou de la tige C placé au ras de la tête I.

c) Préparer dans un vase de Dewar de 250 cm<sup>3</sup> de capacité (Ø intérieur 50 mm, profondeur 150 mm), un bain réfrigérant à - 78° obtenu en mélangeant de la neige carbonique en excès à de l'acétone. Refroidir jusqu'à solidification le liquide à essayer en immergeant progressivement mais sans arrêt dans la descente, la partie inférieure de l'appareil dans le bain réfrigérant.

Il est indispensable d'arrêter l'immersion lorsque le niveau du bain réfrigérant est à 5 mm en-dessous du bord supérieur des fenêtres G qui précèdent immédiatement la cuvette.

Laisser l'appareil pendant 30 minutes dans ce bain réfrigérant.

d) Dans le vase à double paroi fourni avec l'appareil et muni d'un trait de niveau qui indique une contenance de 130 cm<sup>3</sup>, on prépare un autre bain réfrigérant qui doit avoir une température de 20° en-dessous de la température de fluage du liquide à essayer. Ce bain réfrigérant est obtenu en ajoutant de la neige carbonique aux 130 cm<sup>3</sup> d'acétone que doit contenir le vase intérieur. La base du vase intérieur doit être à 20 mm de la base du vase extérieur.

3) Après 30 minutes d'immersion dans le vase Dewar, enlever ce dernier, le remplacer rapidement par le vase à double paroi et immerger progressivement et sans arrêt dans la descente la partie inférieure de l'appareil muni de son thermomètre dont le réservoir est à la hauteur de la cuvette annulaire.

L'immersion est arrêtée lorsque la base de la cuvette est à 42 mm de la base du vase intérieur.

Retirer la goupille (J) et la placer dans le trou situé à la partie supérieure de (C). Laisser le bain se réchauffer spontanément.

Il n'est pas nécessaire d'agiter le bain d'acétone, le dégagement des bulles de gaz carbonique étant suffisant pour assurer d'une façon continue une répartition uniforme de la température.

f) A un moment donné, la cuvette annulaire, sollicitée par sa masse, commence à s'éloigner du manchon fixe, ce mouvement de descente établit dès le début le contact électrique avec l'avertisseur sonore.

La chute de l'équipage mobile est arrêtée par la goupille qui vient porter sur la tête (I) du manchon.

#### 5. EXPRESSION DES RESULTATS

La température à laquelle la cuvette annulaire se sépare complètement du manchon est prise comme température de fluage normal. Toutefois, le temps de réchauffement doit être de 10 minutes minimum. On fera trois essais de fluage et la moyenne des trois essais constituera la température de fluage.

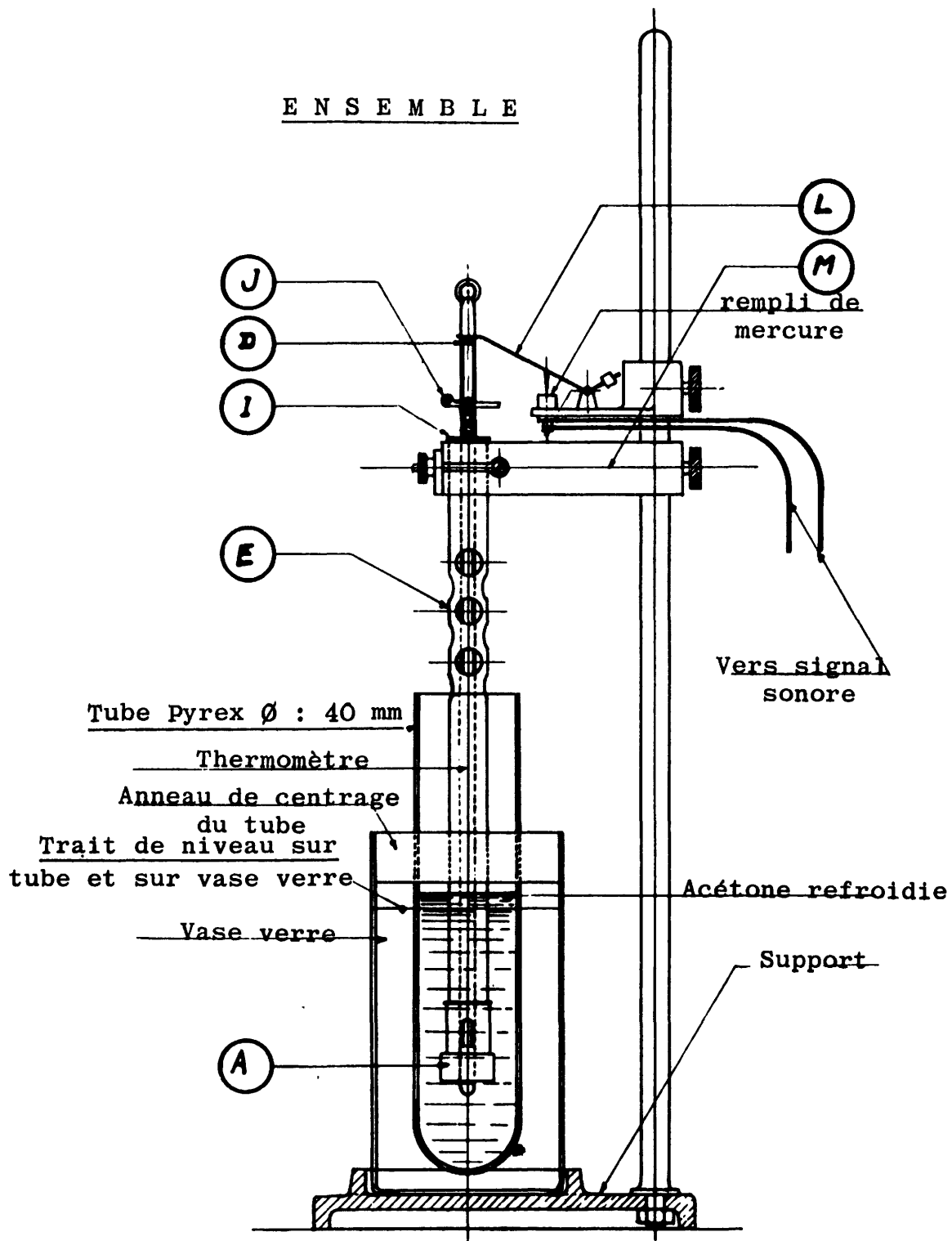
#### 6. CAS PARTICULIERS DES PRODUITS DONT LA TEMPERATURE DE FLUAGE EST SUPERIEURE A 0° C.

Quand la température de fluage du produit essayé est supérieure à 0° C, le réchauffage du bain d'acétone est lent à partir de cette température. Pour parer à cet inconvénient, et pour permettre, d'autre part, la détermination des points de fluage supérieurs à la température ambiante, disposer une plaque chauffante entre le support de l'appareil et le vase extérieur. Régler, au moyen de résistances, l'intensité du courant envoyé dans la spirale chauffante disposée sous la plaque, pour que la température de l'acétone s'élève régulièrement de 0,8° C environ par minute.

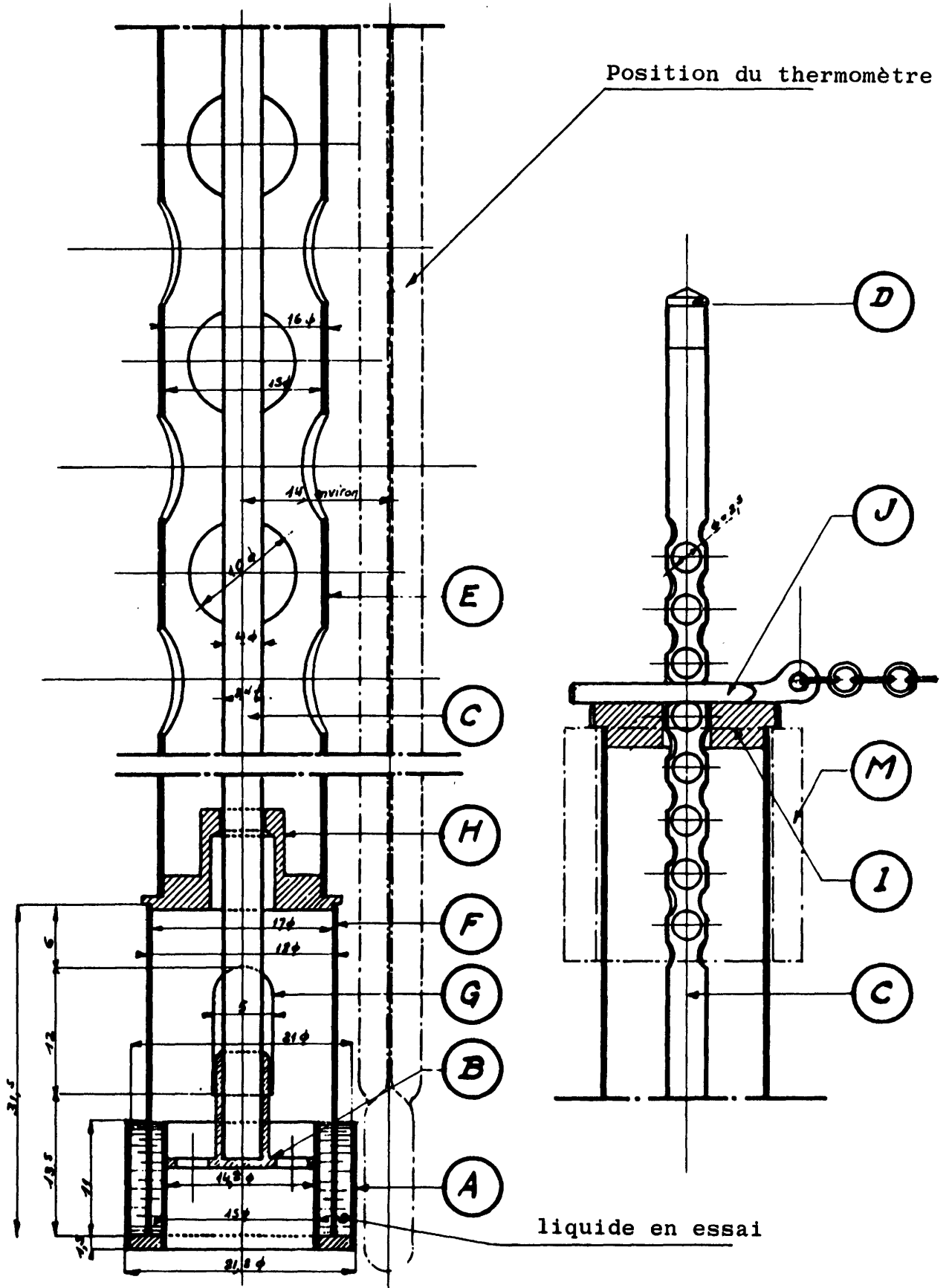
Le mode opératoire est analogue au précédent. Mais, quand la température atteint 0° C dans le bain d'acétone, envoyer le courant dans la plaque chauffante; poursuivre l'essai et noter, comme précédemment, la température à laquelle la cuvette annulaire, sollicitée par son poids, se détache complètement du manchon.

ESSAI DE DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DE FLUAGE

(Norme Française NF T 60 - 122 - juin 1956)











DETERMINATION DES VISCOSITES CINEMATIQUES1) PRINCIPE

Un tube calibré, sur lequel sont tracés deux repères, est rempli du liquide à l'étude. On mesure le temps que met une bille calibrée, introduite dans le tube, pour parcourir la distance séparant les repères. La viscosité est déterminée sur la base de ce temps à l'aide du calcul simple ci-dessous :

$\eta_a$  = la viscosité absolue du liquide, en centipoises

$\eta_c$  = la viscosité cinématique du liquide, en centistokes

K = la constante d'étalonnage de l'ensemble tube/calibré/bille employée

T = le temps de chute mesuré en secondes

D = la densité du corps constituant la bille, à la température de la mesure

d = la densité du liquide étudié, à la température de la mesure.

On a :  $\eta_a = T \times (D - d) \times K$

$$\eta_c = \frac{\eta_a}{d} = T \times \frac{D - d}{d} \times K$$

2) DENSITE

Les densités introduites dans le calcul sont celles à la température de la mesure; les densités sont habituellement données à + 15° C, par rapport à l'eau à + 4° C. Les corrections nécessaires ne peuvent s'effectuer que pour les corps homogènes, ce qui ne concerne que quelques cas particuliers des fluides difficilement inflammables. Pour ces fluides, la détermination directe de la densité sera nécessaire.

## Conversion de la densité

c = le coefficient de correction de la densité, pour un écart de 1° C

d<sub>0</sub> = la densité à + 15° C

e = l'écart entre la température de mesure et + 15° C en degrés centigrades

$$\text{On a : } d = d_0 \pm c \times e$$

La correction est positive quand la température de mesure est inférieure à + 15° C et négative dans le cas contraire.

3) APPAREILLAGEa) Viscosimètres

Les mesures peuvent s'effectuer avec deux types d'appareils reposant sur le même principe, mais d'exécutions différentes :

- aa) Viscosimètre Höppler, type BH, pour lequel la mesure s'effectue avec le tube incliné à 20° sur la verticale;
- bb) Viscosimètre I F C, pour lequel la mesure s'effectue avec le tube incliné à 30° sur la verticale.

L'étendue des possibilités de mesure est fonction du nombre de billes équipant chaque type d'appareil, les gammes possibles de mesures étant indiquées dans le tableau ci-dessous:

Billes	Höppler, type B H	I F C
1	0,3 à 3 cst	1 à 50 cst
2	3 à 30 cst	50 à 2 500 cst
3	25 à 250 cst	2 500 à 25 000 cst
4	250 à 2 500 cst	
5	2 500 à 25 000 cst	
6	8 000 à 80 000 cst	

Les billes sont en acier pour l'appareil I F C; elles sont soit en acier, soit en verre pour l'appareil Höppler, type B H.

b) Thermostats

La précision des mesures dépend de la précision et de la constance de la température d'essai. Il est pratiquement nécessaire d'opérer avec un thermostat, dont la température sera maintenue constante à :

- aa)  $\pm 0,05^{\circ}$  C pour températures de mesure inférieures à  $+ 20^{\circ}$  C;
- bb)  $\pm 0,10^{\circ}$  C pour températures de mesure supérieures à  $+ 20^{\circ}$  C.

Pour une gamme de mesure allant de  $- 20^{\circ}$  C à  $+ 100^{\circ}$  C, il est préférable d'employer pour le bain deux fluides différents suivant les températures de mesure :

- Kérosène purifié (ou carburéacteur) pour températures inférieures à  $+ 20^{\circ}$  C.
- Glycérine pure ou huile de vaseline blanche pour températures supérieures à  $+ 20^{\circ}$  C.

c) Description des appareils et modes d'emploi

Les appareils Höppler type BH et I F C sont schématisés sur le croquis. Pour leurs descriptions détaillées, il y a lieu de se reporter aux notices d'emploi des constructeurs, à la norme française (AFNOR - T 42-011) et à la norme allemande correspondante (DIN 53015).

4) EXECUTION DES MESURES

Le liquide est introduit dans le tube calibré; la bille d'essai est introduite à son tour, et l'appareil refermé, après évacuation des bulles d'air qui pourraient se former lors du remplissage. Le liquide est amené à la température de mesure; on fait six mesures successives. Le temps T figurant dans la formule donnée précédemment est la moyenne arithmétique des temps relevés pour ces six mesures. Ces temps devront être compris entre 25 et 500 secondes.

Cette condition nécessitera l'emploi de billes différentes pour un même liquide, notamment pour les mesures aux températures inférieures à  $50^{\circ}$  C. Chaque changement de bille entraînera la vidange du tube calibré (40 ml dans le cas de l'Höppler B H et 30 ml dans le cas de l'I F C); dans ce cas particulier, il ne sera pas nécessaire de nettoyer l'intérieur du tube calibré.

5) REMARQUESa) Constantes K

Les constantes K sont indépendantes de la température d'essai. Elles sont établies pour un tube calibré déterminé et une inclinaison définie ( $30^{\circ}$  pour l'appareil I F C et  $20^{\circ}$  pour l'appareil Höppler B H); en cas de remplacement du tube calibré ou des billes ainsi que pour mesures à un angle différent de  $30^{\circ}$  (cas de l'I F C), ces constantes sont à rétablir, à partir d'un liquide étalon.

Elles figurent dans les procès-verbaux d'essais de chaque appareil.

b) Cas de produits thixotropiques

Dans ces cas, les temps de chute mesurés vont en décroissant, à partir de la première mesure, pour atteindre à la fin de l'opération de mesure un minimum stable. Le temps à adopter est le temps minimum qui caractérise la disparition du gel. L'écart entre le premier temps de chute et le temps minimum est une caractéristique de mesure de la thixotropie du corps étudié.

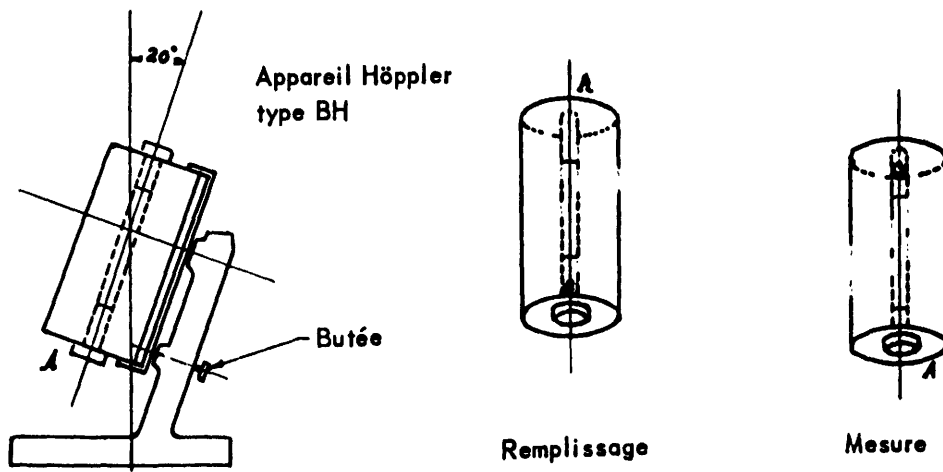
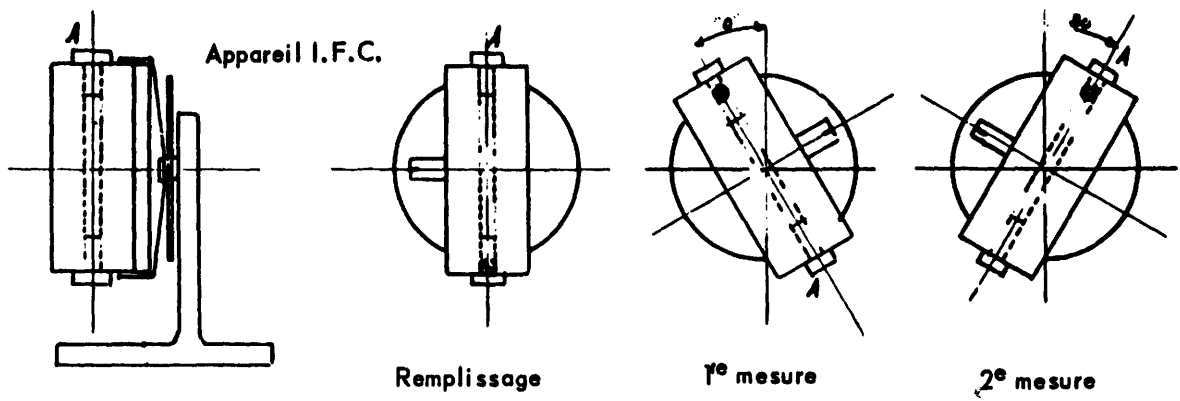
On fera 5 mesures consécutives avec les produits de forme B, chaque résultat sera indiqué.

c) Nettoyage du tube calibré et des billes

Le tube sera nettoyé au moyen de solvants et rincé à l'éther pur. Dans le cas de solutions aqueuses, dégraisser avec une solution de soude caustique contenant 5 % d'ammoniaque concentrée, rincer à l'eau distillée.

Les billes seront nettoyées aux solvants, puis à l'éther, et manipulées avec des pinces propres, pour éviter le contact des doigts.

MESURE DE LA VISCOSITE CINEMATIQUE





DETERMINATION DE LA PRESSION DE VAPEUR1) PRINCIPE

Déterminer, dans des conditions définies, la pression de vapeur des fluides du groupe D, de la température ambiante à la température limite d'emploi. La température limite de détermination est de 200° C. Les pressions de vapeur sont exprimées en kg/cm<sup>2</sup>.

2. APPAREILLAGE

- a) une bombe démontable,
- b) un manomètre à mercure,
- c) un bain thermostatique,
- d) un dispositif de mesure de la température.

a) Bombe démontable

Dérivée de la bombe de Reid, mais réalisée pour permettre le nettoyage facile. La bombe se compose de deux chambres raccordées l'une à l'autre et conformes aux spécifications ci-après:

aa) chambre recevant le liquide d'essai :

- diamètre intérieur : 54 mm
- hauteur de la partie cylindrique intérieure : 60 mm;

bb) chambre à air:

- diamètre intérieur : 54 mm
- hauteur de la partie cylindrique intérieure : 250 mm



Les deux chambres sont reliées par une pièce intermédiaire qui comporte un trou latéral servant d'évent lors du remplissage, et de niveau pour le liquide d'essai. La chambre à air est surmontée d'une tubulure de liaison avec le manomètre à mercure. Cette tubulure sert également à maintenir le dispositif de mesure de température; un dispositif d'étanchéité est aménagé pour le passage de ce dispositif. La liaison avec le manomètre à mercure comprend un robinet étanche, pour permettre l'isolement de la bombe.

Le rapport volumétrique entre les chambres à air et à liquide est très voisin de 4. L'ensemble de la bombe est représenté sur le croquis donné en annexe.

b) Manomètre à mercure

Ce manomètre est conforme au croquis, donné en annexe. Il comprend, à sa base, un robinet étanche, permettant l'ajustage du niveau du mercure au zéro du manomètre. Le manomètre est raccordé à la chambre à air par un tube de caoutchouc renforcé, résistant aux agents chimiques, d'environ 3 mm de diamètre intérieur. L'échelle du manomètre est graduée en millimètres.

c) Bain thermostatique

Le bain thermostatique doit être de dimensions telles que la bombe entièrement assemblée puisse être immergée de manière que le sommet de la chambre à air se trouve au moins à 30 mm au-dessous du niveau du liquide constituant le bain.

Ce liquide sera de préférence de l'huile, pour permettre d'atteindre la température de 200° C.

Le dispositif de chauffage sera constitué de telle manière qu'il permette la stabilisation de la température à chacun des paliers de mesure.

d) Dispositif de mesure de la température

- Bain

La mesure de la température du bain dans le thermostat sera faite par l'intermédiaire d'un thermomètre gradué en degrés centigrades.

- Liquide d'essai

Le dispositif de mesure de la température sera de préférence un thermo-élément contenu dans une gaine cylindrique de 8 mm de diamètre extérieur, au maximum.

e) Précaution préliminaire

L'étanchéité de toute bombe nouvelle sera vérifiée en la soumettant à une pression d'air de  $7 \text{ kg/cm}^2$ . Plongée dans l'eau, la bombe ne doit déceler aucune fuite d'air.

3) MODE OPERATOIRE

a) Préparation de l'essai

Les différentes parties de la bombe seront nettoyées soigneusement, rincées et séchées, puis maintenues à une température de  $25^{\circ} \text{ C}$ .

Le volume nécessaire de liquide d'essai (environ 160 ml) sera maintenu à  $25 \pm 1^{\circ} \text{ C}$ , pendant une heure au moins.

b) Remplissage de la chambre recevant le liquide

Cette chambre sera remplie, étant démontée. On fixe ensuite la pièce de raccordement avec la chambre à air, en prenant soin d'enlever la vis qui ferme l'évent, puis on complète le remplissage de la chambre inférieure jusqu'à ce que le liquide affleure le trou d'évent. A ce moment, on ferme ce trou avec la vis correspondante, puis on met en place la chambre et la fermeture supérieure, le robinet de prise de pression étant ouvert, pour éviter toute surpression dans la bombe.

Le dispositif de mesure de température est alors mis en place, le bulbe de mesure devant se situer à 30 mm au fond de la chambre inférieure, au sein du liquide d'essai.

c) Exécution de l'essai

La bombe est immergée dans le bain thermostatique maintenu à  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  et raccordée au manomètre à mercure. Le robinet de prise de pression étant ouvert, le manomètre à mercure doit être exactement à zéro. Le chauffage est mené par paliers de  $25^{\circ}\text{C}$ , les mesures étant faites à 50, 75, 100, 125, 150, 175 et  $200^{\circ}\text{C}$ ; l'allure sera réglée de telle sorte que la température s'élève de  $1^{\circ}\text{C}$  par minute, dans chacun des intervalles de  $25^{\circ}\text{C}$ . A chaque palier, le dispositif de régulation thermostatique devra pouvoir maintenir la température constante à  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  près, pendant cinq minutes au moins; la pression sera lue au manomètre à mercure au début et à la fin de ce délai.

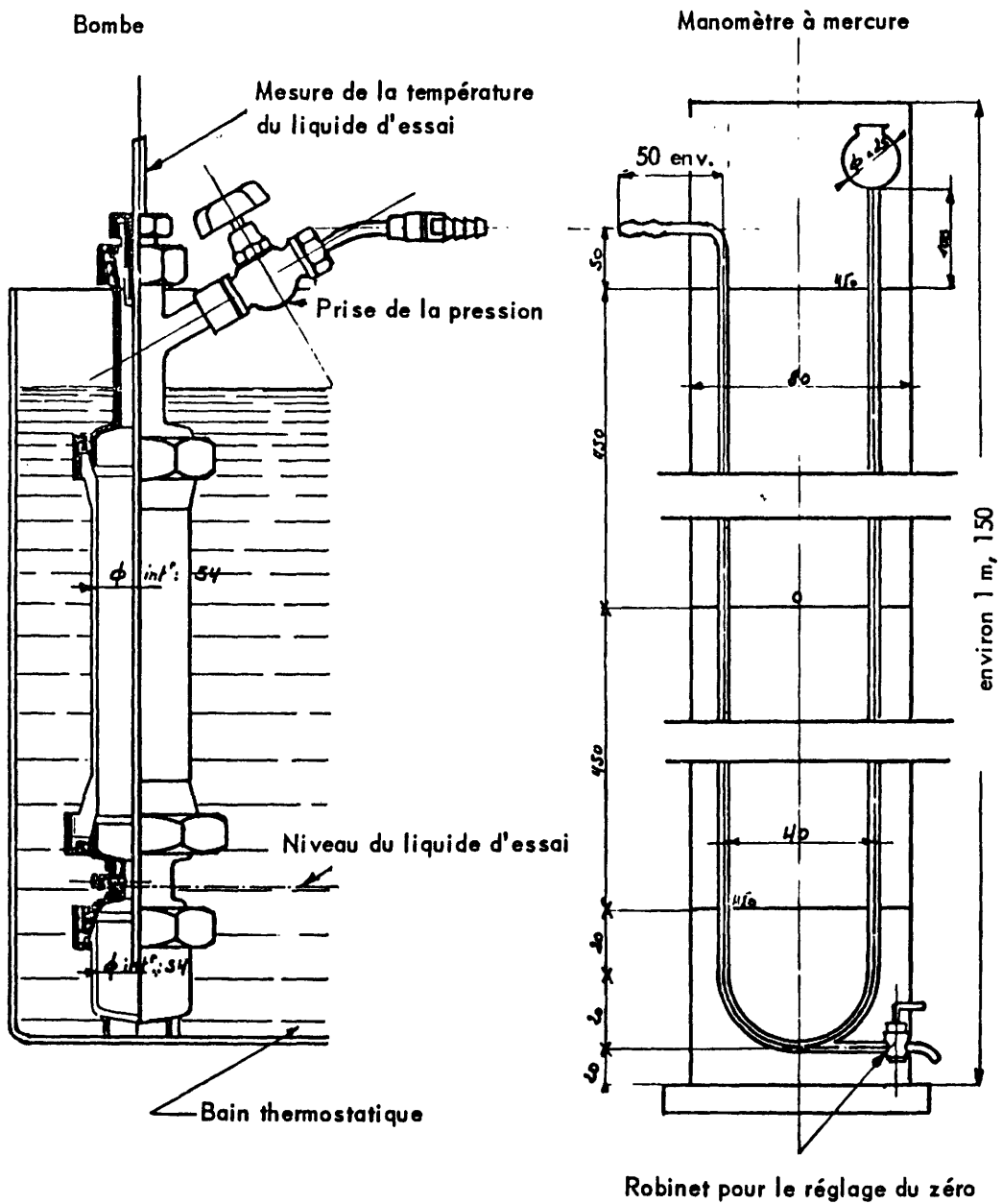
d) Expression des résultats

Des corrections doivent être apportées aux dénivellations lues sur le manomètre à mercure. La table ci-annexée (VI -b-) donne les valeurs de ces corrections, exprimées en millimètres de mercure, pour différentes valeurs de la pression atmosphérique régnant dans le local d'essai; elles sont établies pour l'intervalle de températures  $+20^{\circ}$  à  $+200^{\circ}\text{C}$ . Les corrections relatives à des pressions atmosphériques comprises entre les valeurs de la table, seront obtenues par interpolation.

Les calculs ont été faits en prenant pour base un air à  $+25^{\circ}\text{C}$ , état hygrométrique 0,6. Ils sont valables pour un état hygrométrique compris entre 0,5 et 0,7, la différence maximale avec les chiffres de la table étant inférieure à 0,8 millimètre de mercure, à  $+200^{\circ}\text{C}$ .

La valeur corrigée doit être convertie en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

## ESSAI DE PRESSION DE VAPEUR





- b -

ANNEXE VI

Table des corrections exprimées en mm de mercure

Températures ° C	Pressions atmosphériques, mm mercure				
	740	750	760	770	780
+ 20	+ 12,7	+ 12,9	+ 13	+ 13,2	+ 13,3
+ 25	0	0	0	0	0
+ 30	- 12,6	- 12,6	- 12,8	- 13,1	- 13,3
+ 35	- 24,5	- 24,7	- 25	- 25,3	- 25,7
+ 40	- 37,1	- 37,6	- 38,1	- 38,6	- 39,1
+ 45	- 49,8	- 50,4	- 51	- 51,8	- 52,5
+ 50	- 62,5	- 63,3	- 64,1	- 64,9	- 65,8
+ 55	- 75,1	- 75,9	- 77,2	- 78,1	- 79,2
+ 60	- 86,9	- 88	- 89,2	- 90,4	- 91,6
+ 65	- 99,9	- 101,2	- 102,5	- 103,8	- 105,2
+ 70	- 112,2	- 113,7	- 115,2	- 116,8	- 118,4
+ 75	- 124,8	- 126,5	- 128,2	- 129,9	- 131,6
+ 80	- 136,5	- 138,4	- 140,3	- 142,2	- 144,1
+ 85	- 149,3	- 151,3	- 153,3	- 155,3	- 157,3
+ 90	- 162,2	- 165,3	- 167,5	- 168,7	- 170,9
+ 95	- 174,9	- 177,2	- 179,6	- 182	- 184,4
+ 100	- 187,4	- 189,9	- 192,5	- 195	- 197,6
+ 110	- 211,2	- 214	- 216,8	- 219,6	- 222,5
+ 120	- 236,1	- 239,3	- 242,5	- 245,7	- 248,9
+ 130	- 260,4	- 263,9	- 267,5	- 271	- 274,5
+ 140	- 285,3	- 289,1	- 293	- 297	- 300,9
+ 150	- 309,8	- 314	- 318,2	- 322,4	- 326,6
+ 160	- 334,6	- 339,1	- 343,6	- 348,2	- 352,8
+ 170	- 359,4	- 364,2	- 369	- 373,8	- 378,7
+ 180	- 383,9	- 388,9	- 393,9	- 399	- 404,1
+ 190	- 408,8	- 414,3	- 419,8	- 425,3	- 430,9
+ 200	- 432,9	- 438,7	- 444,5	- 450,4	- 456,3

DETERMINATION DE LA VALEUR DU pH1) CHAMP D'APPLICATION

La méthode sert à établir le degré d'acidité ou l'alcalinité des liquides aqueux des groupes A et C devant être utilisés dans des appareils hydrauliques.

2) PRINCIPE

On établit la valeur du pH en déterminant, par la voie électrométrique, la différence de potentiel entre deux électrodes plongées dans le liquide à étudier. Pour les électrodes, on utilise la combinaison verre-calomel. La mesure a lieu à 18° C.

3) APPAREILLAGE ET PRODUITS

- a) valeur du pH - appareil de mesure
- b) électrode de verre (électrode de mesure, résistant aux alcalis)
- c) électrode de calomel saturée (électrode de référence)
- d) solution-tampon

I solution-tampon pH = 7

- 1) 1,1876 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  dans 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$  dist.
- 2) 2,1008 g  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$  (acide citrique) dans 20 ml 1/1 n - NaOH + 80 ml  $\text{H}_2\text{O}$  dist.

Mélange : 32,94 ml de solution <sup>1</sup> + 7,06 ml de solution <sup>2</sup>.

II solution-tampon pH = 10

- 1) 1,91 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10 \text{H}_2\text{O}$  (borax) dans 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$  dist.
- 2) 1/10 n - NaOH

Mélange : 59,5 ml solution <sup>1</sup> + 40,5 ml solution <sup>2</sup>.

#### 4) PREPARATION

Les deux électrodes sont branchées sur l'appareil de mesure, puis plongées l'une après l'autre dans les solutions-tampon I et II tempérées à 18° C. Les valeurs théoriques sont comparées aux valeurs indiquées par l'appareil. Si les valeurs théoriques (pH 7 et pH 10) ne coïncident pas avec l'indication fournie par l'appareil, les valeurs indiquées sont réglées conformément au mode opératoire de l'appareil.

#### 5) EXECUTION DES ESSAIS

Le liquide qu'il s'agit d'examiner est porté à une température de 18° C dans un gobelet en verre. Ensuite, les électrodes soigneusement nettoyées à l'eau distillée sont plongées dans le liquide et la valeur du pH est relevée sur l'appareil de mesure.

#### 6) INDICATION DES RESULTATS

Les résultats sont indiqués en unités de pH à 0,1 près.



DETERMINATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT1) CHAMP D'APPLICATION

La méthode sert à déterminer la résistance au cisaillement mécanique des liquides devant être utilisés dans les circuits hydrauliques. Elle peut s'appliquer à toutes les sortes de liquides hydrauliques (liquides synthétiques), à l'exception des fluides de forme A d'une viscosité inférieure à 10 centistokes à 20° C.

2) PRINCIPE

Un volume déterminé de liquide est soumis à un nombre défini de passages à travers un injecteur. Les caractéristiques de viscosités, fluage, pH, indice de neutralisation pour les liquides de forme D, teneur en eau (sauf pour les liquides de forme D) sont déterminées avant et après l'essai pour connaître leurs variations éventuelles.

3) APPAREILLAGE ET SOLVANTS

- 3.1. L'appareillage est conforme au schéma donné en annexe. L'injecteur est un injecteur Bosch, type KD 45 SA 53/1, muni d'un gicleur du type DW O SD 211. Le gicleur doit être réglé à 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- 3.2. Récipients en verre avec couvercle non étanche repérés 3 et 3<sup>a</sup>.
- 3.3. Robinet à 3 voies et flexibles de raccordement au récipient (3a) et à la pompe d'injection.
- 3.4. Chronomètre.
- 3.5. Bechers de 400 ml.
- 3.6. Solvants pour le nettoyage des parties en verre : benzène cristallisable ou essence de pétrole pour les huiles de pétrole et les liquides de forme B, eau pour les liquide de forme A et C, trichloréthylène ou monochlorobenzène pour les liquides de forme D, alcool éthylique pur pour séchage après nettoyages à l'eau.

4) PREPARATION DE L'ESSAI

- 4.1. Verser 250 ml du liquide à essayer dans le vase repère 3, le robinet à 3 voies étant à la position repérée 6.
- 4.2. Dévisser la vis repère 13 pour permettre l'évacuation de l'air contenu dans la pompe 14; dès que le liquide commence à couler en continu, bloquer la vis 13.

5) EXECUTION DE L'ESSAI

- 5.1. Mettre le moteur en marche.
- 5.2. Déclencher le chronomètre dès que le liquide commence à couler par le tube repère 2.
- 5.3. S'assurer que la pression dans le circuit de roulement est comprise entre 100 et 110 kg/cm<sup>2</sup>, au moyen du manomètre 11, en agissant sur le robinet 12. Celui-ci doit être refermé après la vérification.
- 5.4. Après 30 minutes de fonctionnement correspondant à 50 passages au moins, arrêter le moteur. Placer le robinet à 3 voies dans la position repérée 5, et recueillir le liquide dans un bécber propre, en verre pyrex, (la température du liquide recueilli est généralement supérieure à 55). Achèver de vider le circuit en remettant le moteur en marche pendant quelques instants jusqu'à ce que cesse l'écoulement par le tube 2.

NOTE

Le tube 8 ne doit pas donner lieu à un écoulement important; un retour appréciable de liquide par le tube 8 pourra s'observer dans le cas d'essai de liquides visqueux (viscosité 120 centistokes à + 50° C).

6) NETTOYAGE

6.1. Nettoyage du circuit. Comme il ne peut être question de démontages, même partiels, le nettoyage s'effectuera préalablement à chaque essai en faisant circuler 100 à 150 ml du liquide que l'on veut essayer, pendant une dizaine de minutes; si les essais successifs portent sur des liquides d'une même forme physique, un seul cyclage suffira. Si les essais doivent porter sur un liquide de forme différente de celle du dernier liquide essayé, il sera nécessaire de procéder à deux cyclages au moins en éliminant chaque fois la charge de nettoyage.

6.2. Nettoyage des verreries et des tuyauteries souples. Celui-ci s'effectue avec les solvants et produits appropriés aux liquides essayés (voir § 3.6)

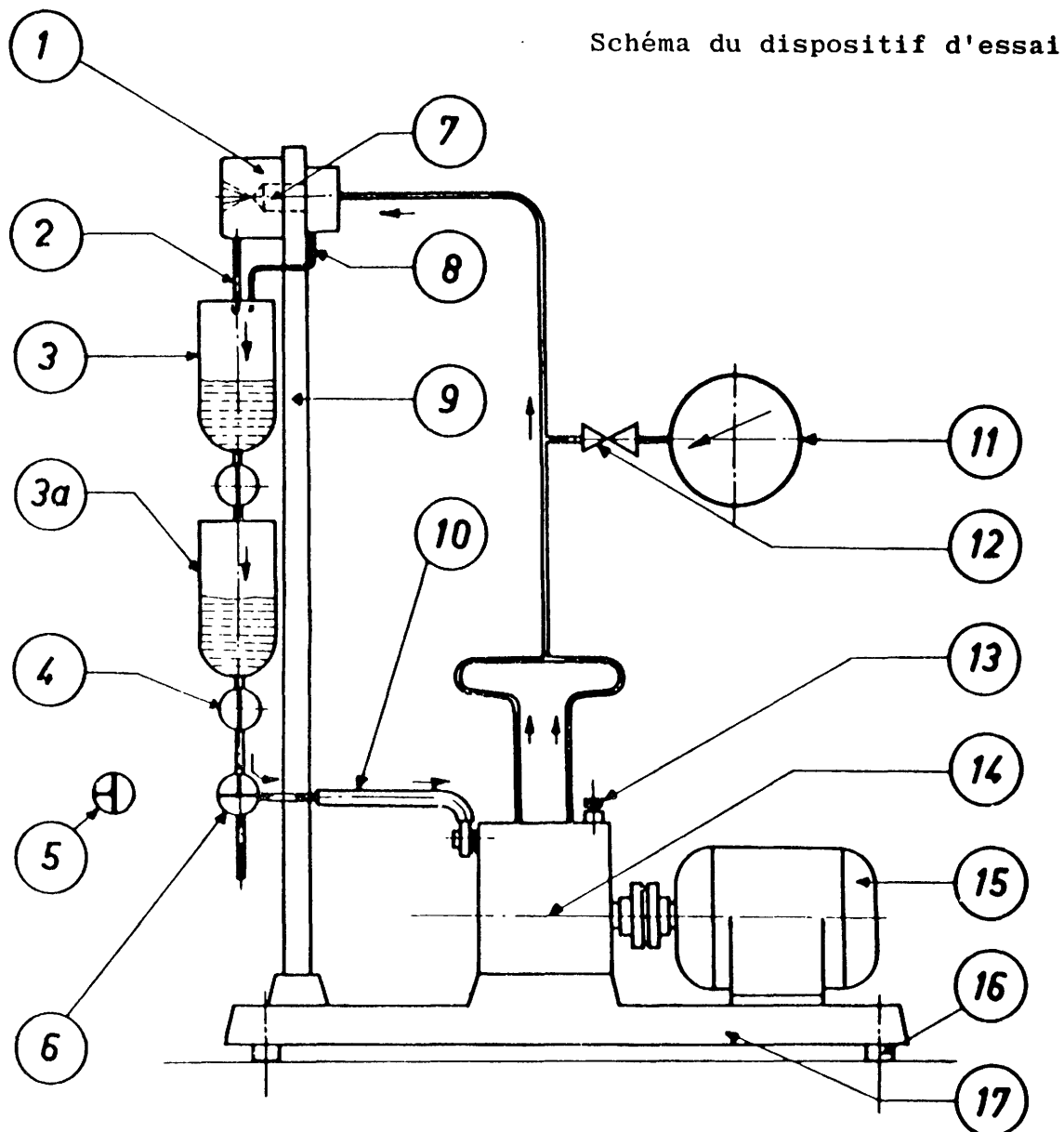
7) EXPRESSION DES RESULTATS

7.1. Sur le liquide recueilli après l'essai de cisaillement, les déterminations suivantes sont à faire :

- viscosités : à - 20, + 0, + 20, + 50 pour les formes C et D, à + 20 et + 50 pour les formes A et B.
- température de fluage pour les formes A, B, C et D.
- pH : pour les formes A et C, et indice de neutralisation pour les formes B et D.
- teneur en eau, pour les formes A, B et C.

7.2. Les résultats de ces déterminations seront comparés à ceux obtenus pour les mêmes déterminations faites sur les liquides avant cisaillement.

## ESSAI DE DETERMINATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT



Légende :

- |   |   |
|---|---|
| ① Chambre de pulvérisation                  | ⑩ Liaison avec l'aspiration de la pompe |
| ② Sortie liquide pulvérisé                  | ⑪ Manomètre 0/250kg/cm <sup>2</sup>     |
| ③ Récipient verre avec couvercle de 600 ml  | ⑫ Robinet du manomètre                  |
| ③a idem                                     | ⑬ Vis d'évacuation d'air de la pompe    |
| ④ Robinet d'arrêt                           | ⑭ Pompe d'injection à 2 cylindres       |
| ⑤ Robinet à 3 voies, en fin d'essai         | ⑮ Moteur électrique, 1,1 kw à 920T/min  |
| ⑥ Robinet à 3 voies, en cours d'essai       | ⑯ Tampons caoutchouc                    |
| ⑦ Injecteur, réglé à 100 kg/cm <sup>2</sup> | ⑰ Socle                                 |
| ⑧ Retour du liquide en excès                | ← Trajet du liquide en essai            |
| ⑨ Support                                   |   |



DETERMINATION DU POUVOIR ANTICORROSIF1) CHAMP D'APPLICATION

Cette méthode sert à déterminer le pouvoir anticorrosif de liquides devant être employés dans les systèmes hydrauliques. Elle peut s'appliquer à toutes les formes de liquides hydrauliques (huiles minérales, liquides synthétiques, émulsions).

2) PRINCIPE

Des tôles d'essai de matériaux divers sont pendant un temps déterminé partiellement plongées dans le liquide hydraulique à contrôler. L'altération des surfaces des matériaux et les changements de couleur de la solution à contrôler doivent être déterminés en fonction du temps.

3) APPAREILS ET PRODUITS CHIMIQUES

- a) Bechers, contenance 500 ml (forme haute);
- b) verre de montre à placer sur le becher;
- c) crochets de verre permettant de suspendre la tôle d'essai dans le becher tout en la laissant librement flotter;
- d) bain de chauffage thermostatiquement réglable permettant de maintenir le liquide à contrôler dans le becher à une température de  $35 \pm 1^{\circ}$  C. Le bain de chauffage doit être équipé d'un dispositif d'agitation assurant une température uniforme du bain; au lieu du bain thermostatique, on peut utiliser une étuve réglée pour les mêmes températures;
- e) papier au corindon (à l'émeri) n° 0;
- f) ouate;
- g) essence normale, ébullition de  $65$  à  $95^{\circ}$  C;
- h) benzène pur;
- i) tôles d'essai de 100 mm de long sur 20 mm de large et de 1 mm d'épaisseur dont un des plus petits côtés est pourvu près du bord supérieur d'un trou de 4 mm de diamètre permettant de fixer les tôles au crochet de verre.

Pour les essais on utilisera les matières suivantes :

Acier, résistance 50 à 60 kg/cm<sup>2</sup>

Cuivre électrolytique

Zinc pur

Aluminium pur

Acier cadmié (acier recouvert d'une couche de cadmium  
d'au moins 25 microns d'épaisseur)

Laiton (70 % Cu et 30 % Zn)

NOTA :

Il est possible de faire les mêmes essais sur tous les métaux et alliages qui entrent dans la construction du matériel minier.

4) PREPARATION

Les tôles d'essai doivent être polies avec le papier au corindon (à l'émeri) approprié jusqu'à ce que l'on obtienne avec le papier au corindon (à l'émeri) n° 0 utilisé en dernier, une pureté de surface optimale. Les tôles d'essai seront ensuite prises avec une pincette et frottées tout d'abord avec de la ouate sèche puis avec de la ouate imbibée d'essence normale. Les restes de ouate seront lavés avec de l'essence pure puis avec du benzène. Dès que les restes de dissolvant sur la tôle se sont évaporés, il faut mettre les tôles d'essai en place pour les expériences de corrosion.

Pour la totalité des essais, il faut remplir dix bechers, chacun avec 250 ml du liquide. Les bechers sont ensuite placés dans le bain de chauffage à thermostat et la température du bain est réglée pour que le liquide à contrôler atteigne une température de  $35 \pm 1^\circ \text{C}$ . 0,2 77

Dans six bechers, on suspend une tôle d'essai préalablement préparée d'acier, de cuivre, de zinc, d'aluminium, d'acier cadmié et de laiton de façon à ce qu'environ 60 mm de la tôle d'essai plongent dans le liquide à contrôler. Pour étudier le comportement du liquide en présence de deux métaux, on plonge dans les bechers restants les métaux suivants :

Acier - acier cadmié;

Cuivre - zinc;

Aluminium - zinc;

Acier - aluminium.

Les deux tôles d'essai doivent être écartées d'environ 1 mm.

Dans tous les cas, les bœchers seront recouverts d'un verre de montre pour limiter l'évaporation.

#### 5) REALISATION

Pendant les essais il faut veiller à ce que la température du bain de chauffage reste constante. On doit tous les sept jours examiner les tôles d'essai. Le déroulement complet de l'expérience doit s'étendre sur une période d'au moins 28 jours.

#### 6) EXAMEN

Il convient de décrire les altérations des surfaces des tôles d'essai en ce qui concerne les teintes d'oxydation, les corrosions et les dépôts. On doit en outre, pour chaque analyse de la surface du métal, faire état de la couleur et de l'aspect de la solution à contrôler, ainsi que des dépôts.



METHODE DE DETERMINATION DU VIEILLISSEMENT  
DES LIQUIDES EXEMPTS D'EAU

---

REMARQUE

Cette méthode utilise l'appareillage et les conditions de vieillissement décrites dans la méthode ASTM D 943-54. L'examen de l'échantillon vieilli a été modifié en fonction du champ d'application des liquides non aqueux.

1) CHAMP D'APPLICATION

Cette méthode sert à la détermination des particularités de vieillissement des liquides non aqueux et difficilement inflammables utilisés dans les systèmes hydrauliques.

2) PRINCIPE

L'échantillon est soumis, en présence d'eau et d'oxygène ainsi que de fer et de cuivre agissant comme catalyseurs, à une température de 95° C.

3) APPAREILLAGE ET PRODUITS CHIMIQUES

- a) Cellule oxydante (fig. 1)
- b) Un bain de chauffage thermostatiquement réglable qui assure à l'échantillon dans la cellule oxydante une température de  $95 \pm 0,2^\circ \text{C}$  avec un dispositif d'agitation approprié garantissant une température de bain uniforme.

Les dimensions du bain doivent être telles que le nombre de cellules oxydantes nécessaires d'une hauteur de 350 mm soient entourées du liquide du bain.

- c) Débitmètre avec une capacité minima de 3 l/h et une exactitude de  $\pm 0,1 \text{ l/h}$ .
- d) Un dispositif pour enrouler les bobines (fig. 2).
- e) Thermomètre, portée de 75 à 125° C.

- f) Un catalyseur constitué d'un fil d'acier faiblement allié, n° 16, de Washburn et Moen (fil d'acier faiblement allié, matériel type A, spécification ASTM A 129, 1ère partie, Standards ASIM de 1955 pour plaques de foyer découvertes métalliques de qualité ordinaire) d'un diamètre de 1,59 mm et un fil de cuivre électrolytique, n° 14, de American Wire d'un diamètre de 1,625 mm.
- g) Acide chlorhydrique, industriel concentré ( $\gamma = 1,18$ ).
- h) Acide fluorhydrique, industriel concentré (environ 50 %).
- i) Essence normale, ébullition de 65 à 95° C.
- j) Acide nitrique, industriel concentré ( $\gamma = 1,42$ ).
- k) Oxygène avec régulateur de pression assurant un courant uniforme de gaz. Il est opportun d'employer une bouteille d'oxygène avec un régulateur à deux degrés.

#### 4) PREPARATION DE L'APPAREILLAGE

##### a) Nettoyage du catalyseur

Le jour fixé pour le début de l'expérience, on nettoie respectivement 3 m de fil de fer et 3 m de fil de cuivre avec un tampon de coton absorbant imbibé de l'essence normale, on polit ensuite la surface du fil avec du papier au corindon (à l'émeri) n° 100 (CO). Puis l'on enlève avec un tampon de coton sec les particules de métal ou d'émeri qui ont pu se détacher. Dans les manipulations ultérieures, on prendra le fil avec du coton ou des gants de coton pour lui éviter tout contact avec la peau.

##### b) Préparation des bobines de fil

On fixe les deux fils ensemble à un bout en faisant six torsions environ et on les enroule parallèlement sur un fuseau fileté (fig. 2). Puis on fixe ensemble les bouts libres du fil de fer et du fil de cuivre également avec six torsions, on enlève les bobines du fuseau et on diminue leur longueur pour que le bord supérieur des bobines, lorsque celles-ci seront amenées sur l'ouverture d'admission du tuyau d'arrivée de l'oxygène, se trouve, avant distribution de l'eau, 13 mm au-dessous de la surface limite de séparation avec l'eau.

La détermination des longueurs permet le prélèvement périodique d'échantillons à l'intérieur de la cellule d'oxydation en vue d'analyse sans que le rapport des volumes à étudier par rapport à la surface active de catalyse en soit essentiellement altéré (fig. 1).

c) Nettoyage de la cellule d'oxydation

On nettoie les tuyaux d'arrivée et les récipients à réaction par rinçage avec de l'acétone, de l'eau du robinet, de l'acide sulfo-chromique et de l'eau du robinet, jusqu'à ce que cette dernière ne contienne plus d'acide. On rince ensuite deux fois avec de petites quantités d'acétone et trois fois avec de l'eau distillée. Finalement, on remplit le récipient à réaction avec de l'eau distillée, on met en place le tuyau d'arrivée d'oxygène et le réfrigérant et on laisse reposer ainsi au moins 24 heures jusqu'au début de l'expérience. Peu de temps avant le début de l'expérience on vide et on sèche les récipients à réaction et on sèche la paroi extérieure des tuyaux d'arrivée et du réfrigérant avec du coton.

d) Nettoyage des récipients à réaction après usage

Les récipients à réaction sont, après usage, lavés avec de l'essence normale et essuyés avec une brosse à long manche. On répète le nettoyage avec de l'acétone au lieu d'essence, puis on remplit les tuyaux avec un mélange oxydant composé de trois parties de HCl et d'une partie de HNO<sub>3</sub> et on laisse reposer pendant 24 heures au moins à la température de la pièce. On rince avec de l'eau du robinet pour enlever toute trace d'acide et l'on éloigne avec de l'acétone les produits organiques de la réaction. S'il reste un cercle à l'intérieur, on rince avec un mélange à part égale d'acide fluorhydrique et d'acide chlorhydrique. On laisse ce mélange d'acides dans le récipient jusqu'à ce que le cercle soit détruit ou dissout et on enlève les acides avec beaucoup d'eau du robinet. Le nettoyage ultérieur se fait comme décrit au paragraphe c).

5) REALISATION DE L'ANALYSE

- a) On chauffe le bain à une température assez élevée pour assurer au liquide d'essai contenu dans le nombre nécessaire de récipients à réaction la température prescrite de  $95 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$ .
- b) Puis on laisse glisser les bobines catalysatrices sur l'ouverture d'admission du tuyau d'arrivée d'oxygène et l'on centre bobine et tuyau. On verse sur la bobine jusqu'à trempage complet 300 ml du liquide d'essai. Le récipient à réaction est alors plongé dans le bain de chauffage de façon à ce que le liquide du bain surmonte d'au moins 75 mm la surface du liquide d'essai. On pousse ensuite le réfrigérant sur le tuyau d'arrivée et l'on établit la communication avec l'eau de refroidissement (la température de l'eau de refroidissement ne doit pas au cours de l'expérience dépasser  $35^{\circ} \text{C}$ ).
- c) On relie le tuyau d'arrivée d'oxygène à la bouteille d'oxygène en passant par le débitmètre, on règle la quantité de gaz à  $3 \pm 0,5 \text{ l/h}$  et on laisse le courant de gaz passer pendant 30 minutes avant de verser 60 ml d'eau distillée dans la cellule d'oxydation. On note alors l'heure.  
Il est nécessaire de régler le volume d'oxygène au moins deux fois par jour conformément à la tolérance prescrite.
- d) Trois heures au moins après le début de l'expérience, il faut contrôler toutes les heures la température du mélange dans le récipient à réaction jusqu'à ce que l'on ait relevé deux fois de suite une température constante de  $95 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$ . Il faut ensuite contrôler une fois par jour que la température du bain reste constante pendant toute la durée de l'expérience.
- e) On maintient, par un apport continu d'eau distillée, le niveau du liquide dans la cellule d'oxydation à un niveau constant. Dans certaines conditions, on raison de dépôts ou de formation d'émulsions, on ne peut pas surveiller le liquide. C'est pourquoi l'on marque avant le début de l'expérience le niveau du liquide. Si, grâce à des apports d'eau périodiques, ce niveau du liquide est maintenu, le volume d'eau dans la cellule reste constant. Si

L'on prélève des prises d'essai dans la cellule, on marque le volume total ainsi diminué et l'on règle le volume d'eau exactement d'après cette marque.

6) DETERMINATION ANALYTIQUE DU PROCESSUS DE VIEILLISSEMENT

- a) Au cours du vieillissement, on prélève environ tous les huit jours au milieu du liquide dans le récipient à réaction une prise d'essai d'environ 10 ml en vue d'analyse, en ayant soin de couper l'arrivée d'oxygène.
- b) La prise d'essai de 10 ml est partagée en deux parties, l'une (environ 5 g) servant à la détermination du coefficient de neutralisation et l'autre à la mise en évidence des matières (particules de boue) non solubles dans le benzène.

c) Détermination du coefficient de neutralisation

La détermination est réalisée selon la méthode utilisée dans le commerce avec le bleu d'alcali comme indicateur coloré.

d) Détermination de la proportion de particules non solubles dans le benzène

Dans un bécher, on dissout environ 5 g de la prise d'essai dans dix fois plus de benzène pur. Cette solution est filtrée avec une faible dépression, sur un filtre à membrane préalablement pesé (type : diamètre moyen des pores 0,4 micron, diamètre du filtre 40 mm). Il faut veiller à ce que le filtre n'aspire pas à sec, car alors les pores se bouchent. Ensuite on lave avec du benzène pur jusqu'à ce que le filtrat soit parfaitement clair. Après avoir laissé reposer une heure, le benzène est complètement évaporé du filtre. Le filtre à membrane est alors mis à sécher pendant une demi-heure dans un dessiccateur puis pesé. Il est recommandé de faire un essai à blanc de filtration avec du benzène pur, le filtre pouvant accuser une perte de poids de 1 à 2 mg lors du traitement au benzène.

- e) La durée de l'expérience ne doit pas dépasser 600 heures de vieillissement. Lorsque le vieillissement est terminé, on peut procéder, si on le juge bon, à d'autres essais les plus divers.

METHODE DE DETERMINATION DU VIEILLISSEMENT DES LIQUIDES EXEMPTS D'EAU

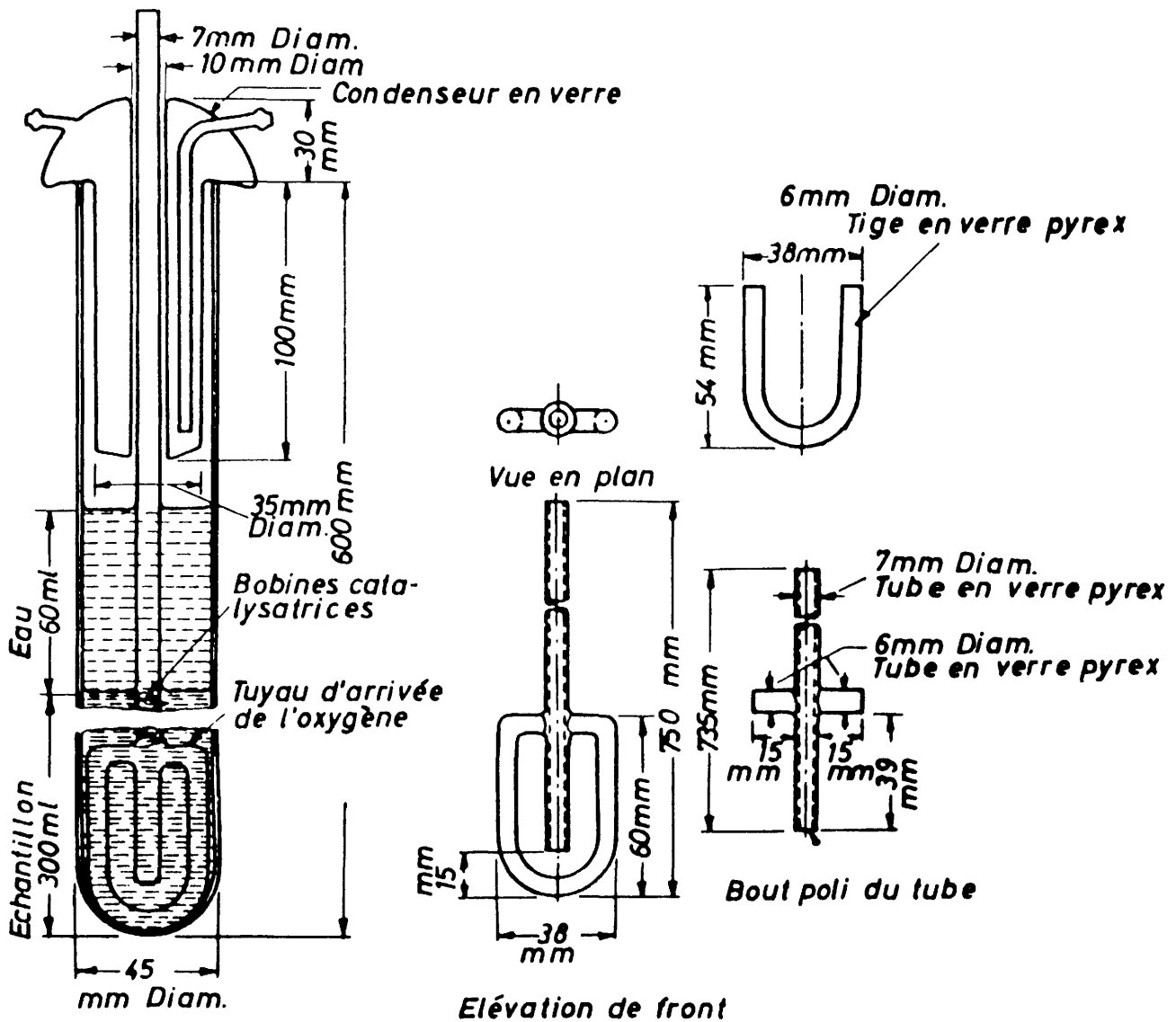


Fig.1.- Cellule oxydante



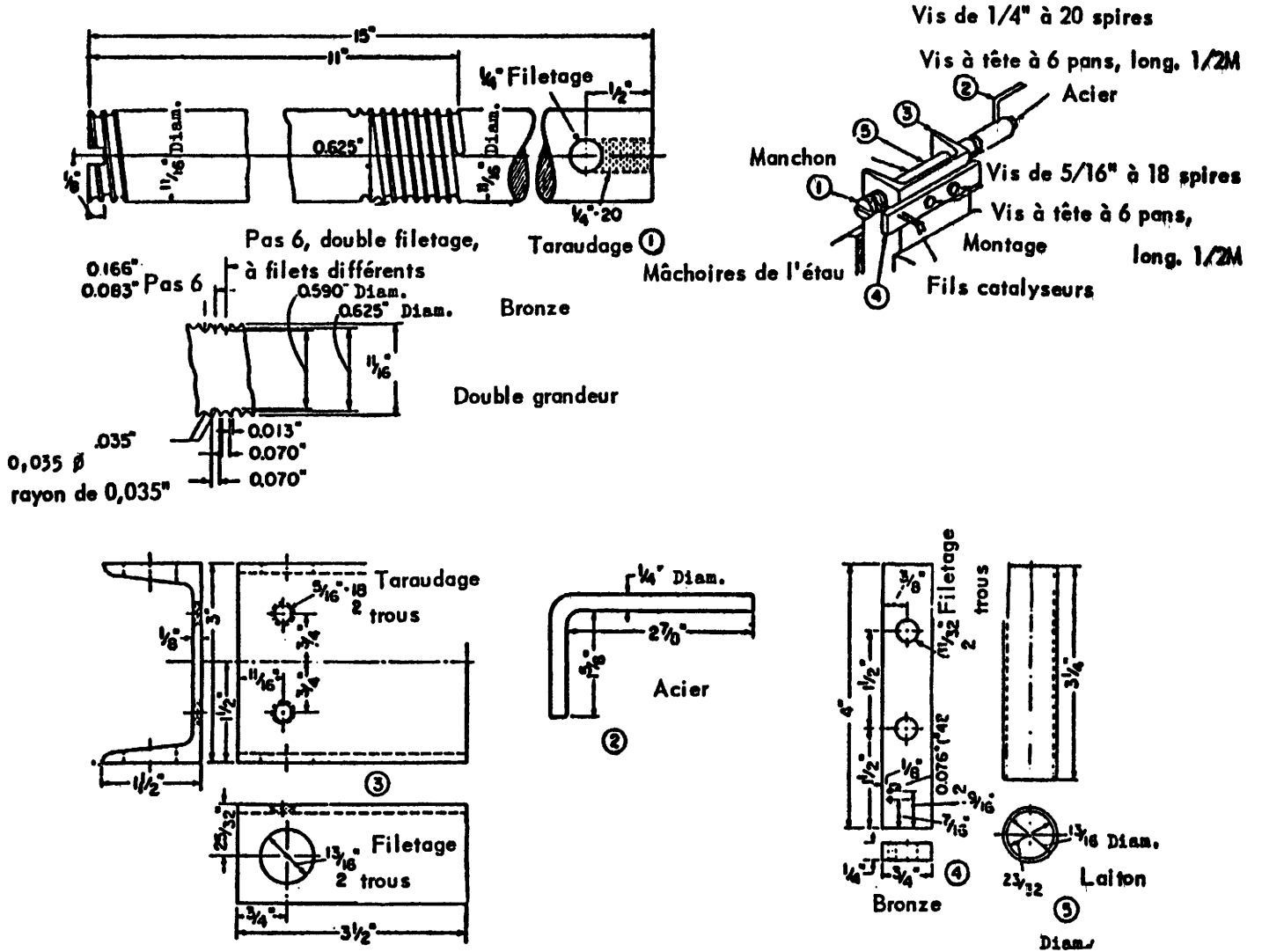


Fig. 2: MANDRIN POUR L'ENROULEMENT DE BOBINES CATALYSATRICES





METHODE DE DETERMINATION  
DU VIEILLISSEMENT DES LIQUIDES AQUEUX

OBSERVATIONS

La méthode se sert de l'appareillage et applique les conditions de vieillissement définies par la méthode ASTM D 943-54. L'appareillage, la détermination du vieillissement et l'examen des échantillons usés ont été modifiés en rapport avec le champ d'application pour les liquides aqueux.

1) CHAMP D'APPLICATION

Cette méthode sert à déterminer les caractéristiques de ce vieillissement de liquides aqueux à utiliser dans les dispositifs hydrauliques.

2) PRINCIPE

Le liquide essayé, traité à l'oxygène et additionné de fer et de cuivre, comme catalyseurs, est exposé à une température de 95° C.

3) APPAREILS ET PRODUITS CHIMIQUES

a) Cellule d'oxydation (fig. 1).

Le réfrigérateur de la cellule d'oxydation, à la différence de celui de la cellule d'oxydation de l'annexe X (A), n'a pas une enveloppe d'une longueur de 100 mm, mais de 200 mm (fig. 1).

b) Un bain chauffant thermostatique et réglable qui maintient le liquide dans la cellule d'oxydation à une température de  $95 \pm 0,2^\circ$  C, pourvu d'un mécanisme de brassage qui garantit une température uniforme dans le bain. Les dimensions de ce dernier devront être telles que le nombre nécessaire de cellules d'oxydation soient entourées du liquide du bain chauffant jusqu'à une hauteur de 350 mm.

c) Un débitmètre avec une capacité minimum de 3 l/h et une précision de  $\pm 0,1$  l/h.

d) Un dispositif de bobinage (fig. 2).

- e) Un thermomètre enregistrant les températures de 75 à 125° C.
- f) Un catalyseur consistant en un fil d'acier faiblement allié n° 16 de Washburn et Moen (fil d'acier faiblement allié, type de matériaux A, spécifications ASTM A 129, 1ère partie, normes ASTM 1955 pour les plaques de fer pour foyer ouvert de qualité simple) ayant un diamètre de 1,59 mm et un fil de cuivre électrolytique n° 14 de American Wire avec un diamètre de 1,625 mm.
- g) Des acides chlorhydriques, conc. techn. ( $\gamma = 1,18$ ).
- h) Des acides fluorhydriques, conc. techn. (environ 50 %).
- i) De l'essence ordinaire, zone d'ébullition de 65 à 95° C.
- j) Des acides sulfuriques, conc. techn. ( $\gamma = 1,42$ ).
- k) De l'oxygène avec un régulateur de pression qui permet d'assurer un flux constant de gaz. Il est indiqué d'utiliser un régulateur à deux étages sur une bouteille d'oxygène.

#### 4) PREPARATION DE L'APPAREILLAGE

##### a) Nettoyage du catalyseur

Le jour de l'essai, on nettoie les fils de fer et de cuivre par tronçons de 3 mètres à l'aide d'un tampon de coton absorbant humecté avec de l'essence ordinaire et on les frotte ensuite au papier de corindon (papier émeri) jusqu'à ce que la surface du fil soit claire (papier de corindon (papier émeri) n° 100 (00)). On enlève ensuite les particules libres de métal ou d'émeri avec un tampon de coton sec. Dans la suite de l'opération il y a lieu de prendre le fil avec un tampon ou des gants de coton pour éviter tout contact cutané.

##### b) Préparation des bobines de fil

Les deux fils sont solidement torsadés à l'une des extrémités par environ 6 spires, et on les enroule ensuite régulièrement, l'un à côté de l'autre, sur une broche filetée (fig. 2). Puis les extrémités libres du fil de fer et du fil de cuivre sont également torsadées par environ 6 spires; on en enlève les bobines de la broche et on diminue leur longueur de manière que, lorsque les bobines sont glissées sur la bouche

d'entrée de la canalisation d'oxygène, leur extrémité supérieure se trouve, après addition de l'échantillon, à 13 mm au-dessous de la surface exposée à l'air. La détermination de la longueur permet le prélèvement périodique d'échantillons dans la cellule d'oxydation, aux fins d'examen, sans que le rapport entre le volume du liquide essayé et la surface active du catalyseur se détériore de manière sensible.

c) Nettoyage de la cellule d'oxydation

On nettoie la canalisation et les récipients à réaction en les rinçant à l'acétone, à l'eau courante, à l'acide sulfo-chromique et à l'eau courante jusqu'à ce que cette dernière soit exempte d'acides. On opère ensuite un dernier rinçage, deux fois avec de faibles quantités d'acétone et trois fois avec de l'eau distillée. Finalement, on remplit le récipient à réaction avec de l'eau distillée, on met en place la canalisation d'oxygène et le réfrigérateur et on laisse ainsi l'ensemble pendant 24 heures au moins jusqu'au début de l'expérience. Peu avant l'essai on vide les récipients à réaction et on sèche avec un tampon de coton les faces extérieures des canalisations et du réfrigérateur.

d) Nettoyage des récipients à réaction utilisés

Les récipients à réaction utilisés sont rincés à l'essence normale puis essuyés avec une brosse à long manche. On reprend le nettoyage en utilisant l'acétone au lieu de l'essence; on remplit ensuite les canalisations avec un mélange oxydant comprenant 3 parties de HCl et une partie de HNO<sub>3</sub> et on les laisse ainsi pendant 24 heures au moins à la température ambiante. Un rinçage à l'eau courante les débarrasse des acides, tandis que les produits organiques des réactions sont enlevés avec de l'acétone.

S'il reste des dépôts à l'intérieur du récipient à réaction, celui-ci est rincé avec un mélange composé à parties égales d'acide fluorhydrique et d'acide chlorhydrique. On laisse cet acide mixte dans le récipient jusqu'à ce que les dépôts aient disparu ou soient dissous, puis on les enlève avec de l'eau courante. La suite du nettoyage est effectuée comme décrit au point c).

5) LA DETERMINATION DU VIEILLISSEMENT

- a) On porte le bain chauffant à une température suffisamment élevée pour maintenir le liquide essayé dans le nombre nécessaire de récipients à réaction à la température prescrite de  $95 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$ .
- b) On glisse ensuite les bobines de catalysation sur l'orifice d'entrée des canalisations d'oxygène et on procède au centrage de la bobine et du tuyau. On déverse sur la bobine 360 ml du liquide essayé jusqu'à ce qu'elle soit complètement mouillée. Le récipient à réaction est immergé dans le bain chauffant de manière que le liquide du bain se trouve au moins à 75 mm au-dessus du niveau du liquide d'essai. On glisse ensuite le réfrigérateur sur la canalisation et on le met en contact avec l'eau réfrigérante (pendant l'essai la température de l'eau réfrigérante qui s'écoule ne doit pas être supérieure à  $35^{\circ} \text{C}$ ).
- c) La canalisation d'oxygène est raccordée à la bouteille d'oxygène à travers un débitmètre; le débit du gaz est réglé à  $3 \pm 0,5 \text{ l/h}$  et on laisse le gaz s'écouler pendant 30 minutes. Puis on marque le temps. Il est nécessaire de vérifier au moins deux fois par jour la quantité d'oxygène pour voir si la tolérance prescrite est respectée.
- d) Pendant 3 heures au moins, à partir du début de l'essai, il faut contrôler toutes les heures la température du mélange dans le récipient à réaction jusqu'à ce qu'on ait enregistré deux fois de suite une température constante de  $95 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$ . Au moyen de contrôles journaliers, maintenir la température du bain à un niveau constant pendant la période d'essai.
- e) Par un apport régulier du liquide essayé on maintient au même niveau le liquide de la cellule d'oxydation lorsque des pertes se produisent par évaporation.

Dans certains cas, il n'est pas possible d'examiner le liquide par suite de dépôts ou de son caractère d'émulsion. C'est pourquoi le niveau du liquide est marqué avant le début de l'expérience. Si l'on prélève des échantillons dans la cellule on note la diminution du volume global et on maintient éventuellement le niveau du liquide essayé jusqu'à cette marque par un apport complémentaire.

**6) ETUDE ANALYTIQUE DU VIEILLISSEMENT**

- a) Pendant le processus de vieillissement on prélève, aux fins d'examen, par intervalles d'environ 2 jours, un échantillon d'environ 10 ml au milieu du liquide dans le récipient à réaction après l'arrêt de l'apport d'oxygène.
- b) L'échantillon de 10 ml est subdivisé, une partie (environ 5 gr) étant destiné à déterminer l'indice de neutralisation pour les liquides de la forme B et le pH (pour les liquides de forme A et C) et le reste de l'échantillon servant à déterminer les substances non solubles éliminées (évacuations de boue). La détermination de ces déchets se limite aux liquides de forme C et n'est pas applicable aux émulsions.

**c) Détermination de l'indice de neutralisation et du pH**

S'il n'est pas possible d'établir l'indice de neutralisation selon la méthode courante dans le commerce à l'aide du bleu alcalin comme indicateur coloré, le titre doit être établi d'après un procédé potentiométrique. Dans ce cas, il faut déterminer soit le total acid number (TAN) ou le total base number (TBN) d'après la méthode ASTM D 664-54. La mesure du pH s'effectue à l'aide d'une électrode de verre combinée résistant aux alcalins.

**d) Détermination de la teneur en composants insolubles**

Environ 5 gr du liquide sont filtrés par une faible dépression au moyen d'un filtre à membrane pesé à l'avance (type : diamètre moyen des pores 0,4 micron, diamètre du filtre 40 mm). Il faut veiller à ce que le filtre n'aspire pas à sec, sinon les pores se ferment. On procède ensuite à un lavage à l'eau distillée jusqu'à ce que le filtrat soit parfaitement clair.

Le filtre à membrane est alors placé pendant une heure dans un dessiccateur puis pesé. Il est recommandé d'effectuer une filtration avec de l'eau distillée, comme essai à blanc, et de déterminer la variation de poids.

- e) La durée de l'examen devra comporter au moins 200 heures de vieillissement. Lorsque l'essai de vieillissement est terminé on peut procéder, à discrétion, à d'autres études de tous ordres.



METHODE DE DETERMINATION DU VIEILLISSEMENT DES LIQUIDES AQUEUX

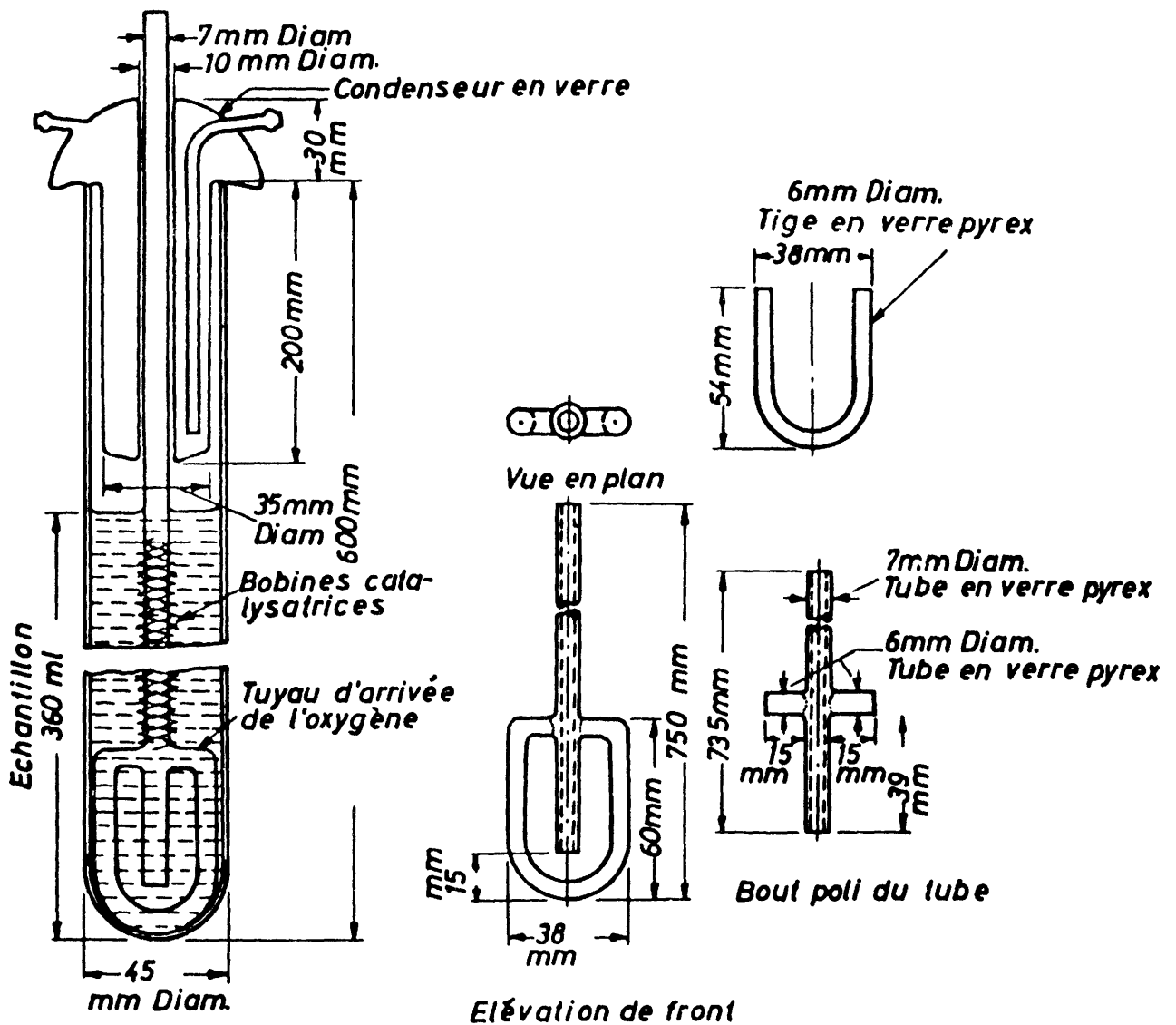


Fig.1.- Cellule oxydante





ANNEXE X (B)

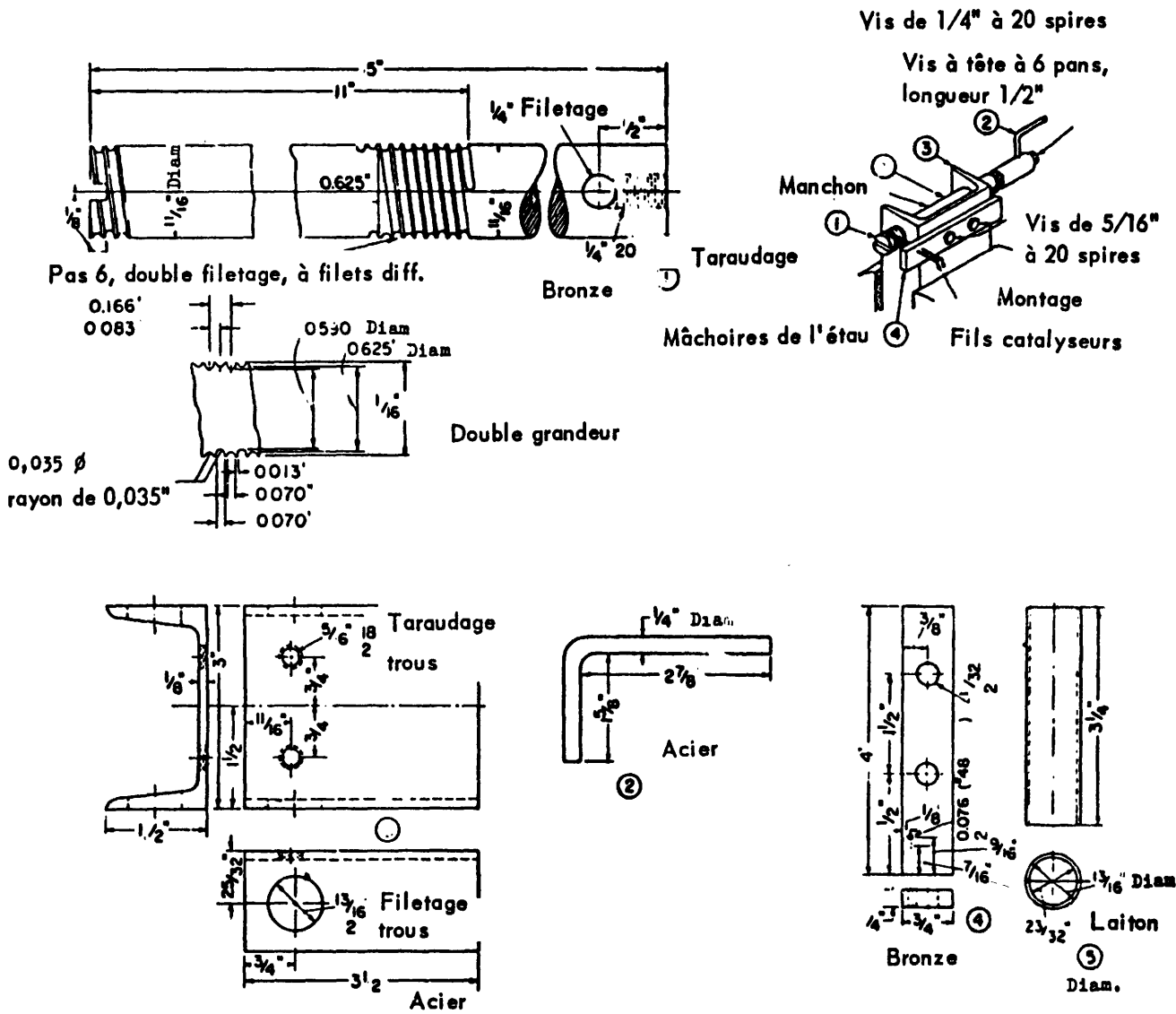


Fig. 2: MANDRIN POUR L'ENROULEMENT DE BOBINES CATALYSATRICES



METHODE POUR LA DETERMINATION DU  
COMPORTEMENT DES JOINTS

---

1) CHAMP D'APPLICATION

La méthode tend à déterminer le comportement des matériaux d'étanchéité au contact des liquides difficilement inflammables des formes A, B, C et D. Ces liquides sont examinés à 70° C, les liquides de forme D devant en outre être essayés à une température de 150° C.

2) PRINCIPE

Des éprouvettes du matériau d'étanchéité sont suspendues dans le liquide à examiner dans des conditions bien déterminées. On mesure le volume et la dureté Shore avant et après l'essai.

3) EQUIPEMENT

- a) Des bechers profonds d'une contenance de 250 ml;
- b) Des ballons Erlenmyer d'une contenance de 500 ml;
- c) Un réfrigérant à boule d'une longueur de 250 mm;
- d) Un bain à température réglable par thermostat pour une température de bain de  $70 \pm 1^\circ \text{C}$  et le cas échéant 150° C.

Le bain doit avoir des dimensions telles que deux bechers ou ballons Erlenmeyer au moins soient entourés sur 70 mm de hauteur par le liquide du bain;

- e) Une balance;
- f) Un appareil pour essai de dureté Shore avec une graduation de 5 unités de dureté étalonnée de 0 à 100 (0 correspond à la plus faible dureté, 100 à la plus forte). Le pénétrateur est constitué par un tronc de cône. L'appareil doit répondre aux conditions de l'ASTM D 676-55 T.

4) MODE OPERATOIRE

On découpe dans le matériau d'étanchéité des éprouvettes circulaires de 40 mm de diamètre et 6 mm d'épaisseur. A chaque essai, on prépare deux éprouvettes pour une même qualité de matériau.

Les éprouvettes d'essai sont nettoyées à l'aide d'un chiffon trempé dans de l'alcool anhydre. Pour déterminer le volume des éprouvettes, on pèse d'abord celles-ci à l'air libre puis dans l'eau. Les éprouvettes sont ensuite séchées et portées à une température de  $20 \pm 2^{\circ} \text{C}$  avant de procéder à la mesure de la dureté S.

Celle-ci se fera en 3 endroits différents des éprouvettes. Les points de mesure doivent être distants les uns des autres de 5 mm et se trouver à 13 mm des arêtes des éprouvettes. L'appareil pour essai de dureté est pressé sans à-coup sur la pointe d'essai avec la surface d'appui entourant la pointe jusqu'à ce qu'il appuie bien contre l'éprouvette. La dureté sera lue sur la graduation après un contact de 3 secondes entre la surface d'appui de l'appareil pour essai de dureté Shore et l'éprouvette.

Pour les liquides difficilement inflammables de la catégorie D, on verse une quantité de liquide dans le gobelet telle que le rapport entre le volume de l'éprouvette et le volume de liquide soit de l'ordre de 1 à 15 (5 g de l'éprouvette nécessitent à peu près 100 ml de liquide).

Pour les liquides difficilement inflammables des catégories A, B et C, on remplace le becher par un ballon Erlenmeyer, sinon une trop grande quantité de liquide s'évaporerait pendant la durée de l'attaque chimique. Après dépôt de l'éprouvette dans le liquide, on place sur le ballon Erlenmeyer un réfrigérateur à boule qui est refroidi à l'eau.

Le ballon Erlenmeyer avec réfrigérateur peut, le cas échéant, remplacer le becher pour les liquides de forme D.

Le becher ou le ballon Erlenmeyer est maintenu pendant 168 heures de suite (7 jours) à une température de  $70 \pm 1^{\circ} \text{C}$  et le cas échéant à  $150^{\circ} \text{C}$ . Ensuite, les éprouvettes sont nettoyées à l'aide d'alcool anhydre et séchées entre deux couches de papier filtre. Cinq minutes après le séchage, les volumes et les duretés shore des éprouvettes doivent être déterminées de la manière exposée ci-dessus.

5) INDICATION DES RESULTATS

L'augmentation proportionnelle du volume, servant de critère de gonflement, peut être établie au moyen de la formule suivante :

$$V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

dans laquelle :

V = augmentation proportionnelle du volume de l'éprouvette;

V<sub>1</sub> = volume de l'éprouvette avant immersion;

V<sub>2</sub> = volume de l'éprouvette après immersion.

Si les différentes valeurs s'écartent de plus de 1 % (valeur absolue) de la valeur moyenne, il y a lieu de recommencer l'essai.

Les mesures de la dureté Shore doivent être exprimées en unités de dureté. On calcule la modification de la dureté Shore selon la formule suivante :

$$H = H_1 - H_2$$

dans laquelle :

H = différence de la dureté Shore avant et après l'immersion

H<sub>1</sub> = dureté Shore avant l'immersion

H<sub>2</sub> = dureté Shore après l'immersion.

Les différentes valeurs ne doivent pas s'écarter de leur moyenne de plus de 2 unités de dureté Shore.

DETERMINATION DU POUVOIR DE PROTECTION CONTRE L'USURE1. BUT

Au moyen de cette méthode on détermine le pouvoir de protection contre l'usure d'un liquide par comparaison au pouvoir de protection contre l'usure d'un liquide de référence défini en 7. d).

On entend par pouvoir de protection contre l'usure d'un liquide son aptitude à maintenir un bon état de fonctionnement des pièces mécaniques, sans perte de puissance ni d'usure anormale dues au frottement; la capacité de charge du film formé par le liquide constitue l'un des éléments du pouvoir de protection contre l'usure.

2. PRINCIPE

Un échantillon de liquide est soumis à une série d'essais de durée définie, sous des charges croissantes, dans la machine à 4 billes, jusqu'à la charge produisant la soudure. Le pouvoir de protection contre l'usure est exprimé par deux nombres :

- a) la charge moyenne de Hertz, ou charge moyenne corrigée,
- b) la charge limite de soudure.

3. APPAREILLAGE

- a) Machine à 4 billes, modèles Royal Dutch-Shell, étalonnée selon les indications de la Shell Refining and Marketing Co. Ltd. (Londres).
- b) Lunette binoculaire pour la mesure des empreintes sur éprouvettes, permettant un grossissement minimum de 15 à 20, et munie d'un micromètre oculaire. L'échelle du micromètre oculaire sera étalonnée sur une échelle micrométrique convenablement réglés. L'emploi d'un porte objet spécial comportant une cuvette hémisphérique de 13 mm de diamètre est recommandé.
- c) Eprouvette d'essai: Billes de roulement en acier, 12,7 mm III, matière 105 Cr 2 (W1), dureté  $64 \pm 2$  HRC, de la firme SKF à Schweinfurt.
- d) Chronomètre donnant le 1/10 de seconde.

4. PRODUITS DE NETTOYAGE

a) Les solvants de nettoyage destinés aux éprouvettes d'essai ne devront pas posséder de qualités d'extrême pression, ce qui exclut pour cet usage les produits tels que le tétrachlorure de carbone, par exemple. On emploiera, soit un distillat léger de pétrole ou heptane s'évaporant complètement (éther de pétrole), soit du benzène cristallisable ( $C_6H_6$ ).

b) Les solvants de nettoyage destinés à la cuvette porte-billes, au bicône de centrage et au mandrin varieront selon la nature du liquide mis en essai. Il n'existe pour eux aucune restriction ayant trait aux éventuelles qualités d'extrême pression.

Dans le cas des huiles de pétrole, on emploiera, soit un distillat léger de pétrole (éther de pétrole ou heptane), soit du benzène cristallisable ( $C_6H_6$ ).

Dans le cas des émulsions de formes A et B, on utilisera d'abord du benzène cristallisable ou de l'essence de pétrole, puis de l'alcool éthylique ou méthylique à 95 %.

Dans le cas des produits de forme C, on rincera soigneusement à l'eau pure, puis on emploiera l'alcool éthylique ou méthylique à 95 % pur pour sécher.

Dans le cas des produits de forme D, on recherchera le solvant convenable, notamment parmi les corps tels que le monochlorobenzène, le trichloréthylène, le sulfure de carbone, l'alcool éthylique à 95 % par exemple, benzène cristallisable.

5. PREPARATION DE L'ESSAIa) Nettoyage des billes

Pour chaque essai, il faut un jeu de 4 billes neuves. On les nettoie avec un des solvants indiqués au paragraphe 4 a) ci-dessus.



b) Nettoyage de l'appareil

La cuvette porte-billes, le bicoûne de centrage, le mandrin contenant la bille tournante, seront nettoyés avec des solvants choisis parmi ceux indiqués au paragraphe 4 b) ci-dessus, compte tenu de la forme du liquide essayé, puis séchés avant de procéder au montage.

Au cours des essais successifs d'un même liquide, on pourra se contenter de vider la cuvette porte-billes, sans la nettoyer aux solvants; néanmoins, il est recommandé d'essuyer les divers organes avec un chiffon propre et sec avant de passer à un nouvel essai. Le nettoyage complet sera fait obligatoirement à la fin de chaque série d'essais concernant un liquide déterminé.

c) Assemblage

Une bille neuve tournante, est pressée à la main dans le mandrin, qui est placé dans le porte-mandrin et bloqué dans celui-ci.

Trois billes semblables sont placées dans la cuvette porte-billes, et centrées par la mise en place du bicoûne. L'ensemble est bloqué par serrage de l'écrou vissé sur le filetage extérieur de la cuvette porte-billes.

Le liquide à essayer est versé dans la cuvette porte-billes, son niveau devant dépasser les sommets des billes d'environ 3 mm.

L'ensemble est alors mis en place sous la bille tournante et centré sous celle-ci par l'intermédiaire du bloc d'appui. Le levier portant les poids est libéré du système de calage, et les billes fixes sont pressées sous la bille tournante, sous l'action de la charge d'essai.

d) Remplacement du liquide d'essai

Pour les faibles charges (jusque 40 kg); il n'est pas absolument nécessaire de remplacer le liquide d'essai, pour chacune des charges successives, dans le cas d'huile de pétrole ou de liquide exempt d'eau.

Dans le cas des émulsions de formes A et B, comme dans celui des liquides de forme C, il est préférable de renouveler le volume total de liquide d'essai pour chaque charge, l'évaporation de l'eau pouvant prendre quelque importance.

Au-dessus de la charge de 40 kg, il faut remplacer la totalité du liquide d'essai, et prendre soin de refroidir la cuvette porte-billes pour la ramener à la température du laboratoire, après chaque essai.

## 6. CONDUITE DE L'ESSAI

### a) Méthode

Pour chacune des charges choisies, il est effectué un essai d'une durée de 3 minutes.

L'essai commence par la charge de 12 kg. Les charges successives s'accroîtront de :

aa) 6 kg jusque 42 kg,

bb) 10 kg à partir de 50 kg jusqu'à la charge produisant la soudure.

### b) Charge limite de soudure

La soudure s'observera dans un délai variant entre 2 et 30 secondes environ. Si elle s'observe dans un délai de 2 secondes, il y a lieu de faire un essai de contrôle sous la même charge, laquelle est admise comme charge limite de soudure.

Si elle s'observe dans un délai plus long, il y a lieu de faire un essai à une charge supérieure de 10 kg à la précédente, si celle-ci est inférieure à 400 kg, et de 20 kg si cette charge est supérieure à 400 kg, pour obtenir la soudure dans un délai voisin de 2 secondes. La charge limite de soudure sera celle provoquant la soudure dans un délai de 2 secondes environ.

### c) Mesure des empreintes

Les empreintes d'usure formées sur chacune des billes seront mesurées dans deux directions perpendiculaires, l'une de ces directions étant parallèle à celles des stries de la surface de l'empreinte. Le diamètre d'usure retenu sera la moyenne arithmétique des six mesures faites sur les empreintes des trois billes.

7. EXPRESSION DES RESULTATSa) Charge corrigée

Pour chacune des charges d'essai, la charge corrigée se calcule suivant la formule ci-dessous :

$$P_c = P \times \frac{d_H}{d}$$

$P_c$  = charge corrigée, en kg

$P$  = charge d'essai, en kg

$d_H$  = diamètre de l'empreinte d'usure (en mm) mesuré sur la ligne de Hertz pour la charge  $P$  kg

$d$  = diamètre de l'empreinte mesurée sur les billes, en mm.

Le tableau I donné en annexe précise les valeurs du facteur  $P \times d_H$  pour les différentes charges d'essai possibles.

b) Charge moyenne corrigée

La charge moyenne corrigée résulte de la moyenne arithmétique des charges corrigées calculées pour chacune des charges d'essai, à l'exception de la charge produisant la soudure.

c) Pouvoir de protection contre l'usure

Celui-ci s'exprime par deux charges :

- a) la charge moyenne corrigée,
- b) la charge limite de soudure.

d) Liquide de référence

Le liquide de référence choisi est le mélange de deux bases d'origine paraffinique; les valeurs de sa viscosité sont les suivantes :

48,8 centistokes à + 50°C  
9 centistokes à + 100°C

Il est obtenu en partant des huiles de pétrole ci-dessous :

Base fluide : 27 centistokes à + 50°C  
Base visqueuse : 236 centistokes à + 50°C

Pour ce liquide de référence mentionné ci-dessus, il y a un diagramme d'usure qui est ajouté à l'annexe.



## T A B L E A U I

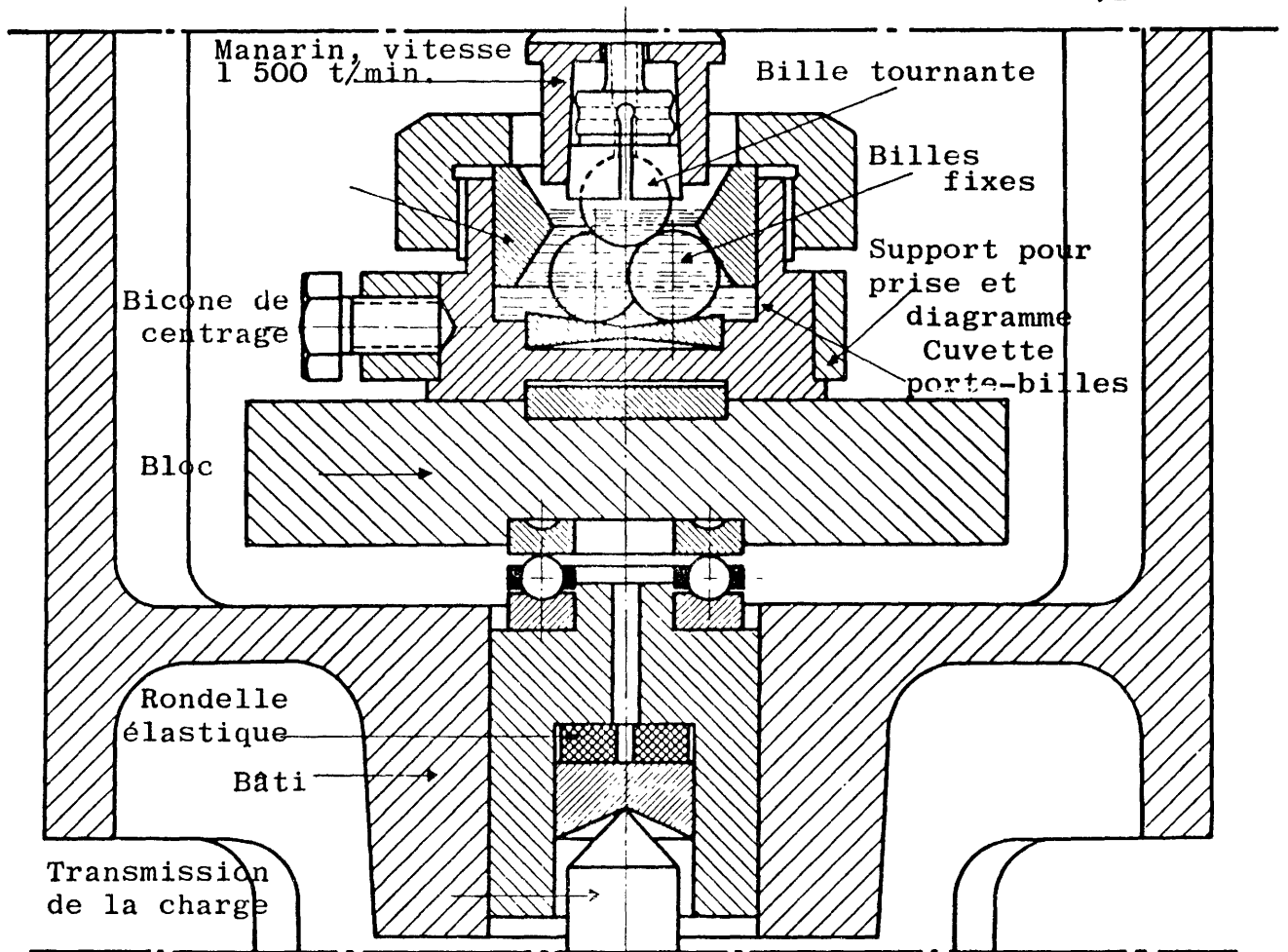
VALEURS DU FACTEUR  $P \times d_H$ 

Charge P kg	Diamètre de Hertz $d_H$ /mm	Facteur de cor- rection $Pxd_H$	Charge P kg	Diamètre de Hertz $d_H$ /mm	Facteur de cor- rection $Pxd_H$	Charge P kg	Diamètre de Hertz $d_H$ /mm	Facteur de cor- rection $Pxd_H$
10	0,188	1,880	190	0,502	95,380	400	0,643	257,200
12	0,200	2,400	200	0,511	102,200	420	0,654	274,680
18	0,229	4,122	210	0,519	108,990	440	0,664	292,160
24	0,252	6,048	220	0,527	115,940	460	0,674	310,040
30	0,271	8,130	230	0,535	123,050	480	0,684	328,320
36	0,288	10,368	240	0,543	130,320	500	0,693	346,500
40	0,299	11,942						
42	0,303	12,726	250	0,550	137,500	520	0,702	365,040
50	0,322	16,100	260	0,557	144,820	540	0,711	383,940
60	0,342	20,520	270	0,564	152,280	560	0,720	403,200
70	0,360	25,200	280	0,571	159,880	580	0,728	422,240
80	0,376	30,080	290	0,578	167,620	600	0,736	441,600
90	0,391	35,190	300	0,584	175,200	620	0,744	461,280
100	0,405	40,500	310	0,591	183,210	640	0,752	481,900
110	0,418	45,980	320	0,597	191,040	660	0,760	501,600
120	0,431	51,720	330	0,603	198,990	680	0,768	522,240
130	0,442	57,460	340	0,609	207,060	700	0,775	542,500
140	0,453	63,420	350	0,615	215,250	720	0,783	563,760
150	0,464	69,600	360	0,621	223,560	740	0,790	584,600
160	0,474	75,840	370	0,627	231,990	760	0,797	605,720
170	0,484	82,280	380	0,632	240,160	780	0,804	627,120
180	0,493	88,740	390	0,638	248,820	800	0,810	648,000

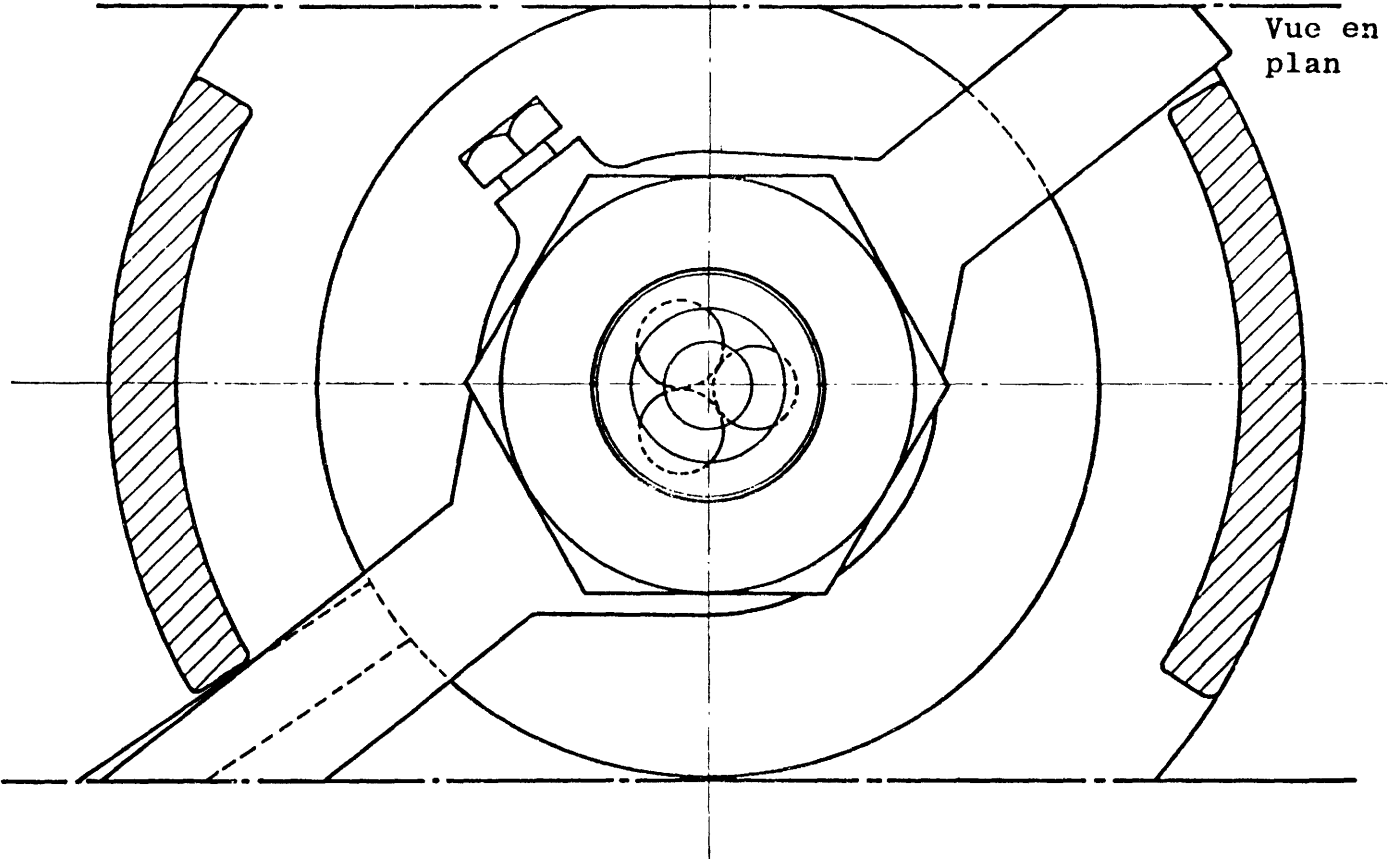
## DETERMINATION DU POUVOIR CONTRE L'USURE

Machine à 4 billes

Echelle 1:1



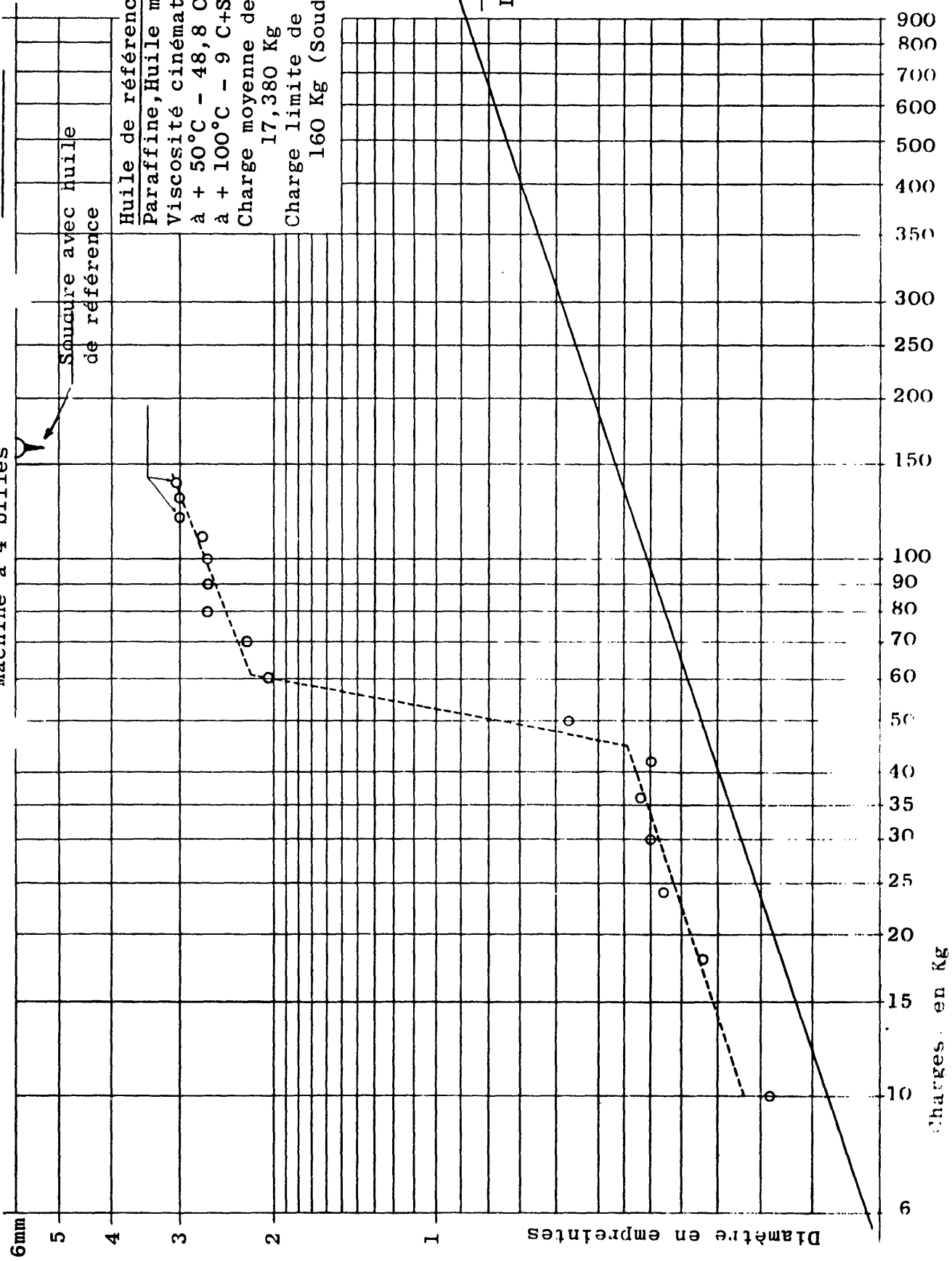
Vue en plan





Annexe XII

Machine à 4 billes



Soudure avec huile de référence

Huile de référence:  
 Paraffine, Huile minérale  
 Viscosité cinématiques  
 à + 50°C - 48,8 C+S  
 à + 100°C - 9 C+S  
 Charge moyenne de Hertz  
 17,380 Kg  
 Charge limite de grippage  
 160 Kg (Soudure)

Ligne de Hertz





DETERMINATION DE LA TENDANCE A FORMER DE LA MOUSSE

(Extrait de ASTM 892 - 58 T)

1) CHAMP D'APPLICATION

Liquides hydrauliques avec ou sans adjonction d'eau (formes A, B, C et D).

2) PRINCIPE

Déterminer le volume de la mousse formée par l'introduction dans le liquide, à des températures variées, d'un courant d'air bien diffusé.

3) APPAREILS

a) Cylindre de mesure de 1 000 ml.

Pour ce volume, l'échelle de graduation pour 1 000 ml doit comporter  $365 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$ .

b) Tube d'entrée d'air avec pierre de diffusion en alundum (Norton Company, Refract. Division, Worcester, 6, Mass., USA désignation n° ME-46239, Grade fine).

Le tube d'entrée d'air est en laiton et d'une longueur d'au moins 450 mm. A son extrémité inférieure est fixée la pierre de diffusion sphérique et poreuse, en oxyde d'aluminium concrétionné d'un diamètre de 25 mm.

c) Thermostat composé d'un récipient de verre rempli d'eau, muni d'un système de chauffage, d'un dispositif de réglage automatique de la température et d'un agitateur. Le récipient de verre doit être assez grand pour permettre d'y plonger le cylindre de mesure jusqu'à la graduation 900 ml. La température du bain doit pouvoir être réglée soit à  $25^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ}$  soit à  $95^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ}$ .

d) Fluxmètre pour le réglage du courant d'air prescrit : on peut employer les rotamètres usuels ou les fluxmètres qui comportent un tube en U rempli de liquide en amont et en aval d'un tube capillaire placé dans le courant d'air, pour indiquer la différence de pression.



- b) Le tube d'entrée d'air est alors introduit par l'ouverture d'un bouchon de caoutchouc percé en deux endroits et qui doit obturer le cylindre de mesure, de sorte que la pierre de diffusion soit juste en contact avec le fond du cylindre de mesure.
- c) A ce moment, 200 ml environ de l'échantillon sont chauffés dans un récipient de verre propre jusqu'à une température de  $50^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ}$ , puis refroidis à  $25^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ}$ . De plus, le bain est porté à la température de  $25^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ}$ . Avec l'échantillon préparé, on remplit le cylindre de mesure jusqu'au niveau 190 ml, puis celui-ci est introduit ainsi dans le bain, de telle façon que l'eau monte au moins jusqu'au niveau 900 ml.
- 6) EXECUTION DE L'ESCAI
- a) Dès que le liquide dans le cylindre de mesure a atteint la température du bain, le bouchon de caoutchouc dans lequel a été passé le tube d'entrée d'air est mis en place sur le cylindre de mesure (la pierre de diffusion étant en contact avec le fond du cylindre) et l'on attend 5 minutes pour que la pierre soit saturée de liquide. Après cette opération, le tube est relié à l'arrivée d'air et un courant d'air de  $94 \text{ ml} \pm 5 \text{ ml}$  par minute y est établi. (L'air doit être sec et exempt d'huile. S'il le faut, le courant d'air passera sur des filtres contenant du chlorure de calcium, du charbon actif, de l'ouate). Lorsque 5 minutes  $\pm$  10 secondes se sont écoulées après l'apparition des premières bulles d'air à la surface de la pierre de diffusion, le courant d'air est interrompu. Le volume de mousse qui s'est formé entre le bord supérieur de la mousse (chiffre moyen) et la couche de liquide qui se trouve en dessous est immédiatement mesuré en ml. Sans enlever le tube d'entrée d'air, on laissera le cylindre de mesure encore 10 minutes  $\pm$  10 secondes dans le bain d'eau, après quoi on mesurera à nouveau le volume de mousse.

- b) Pour un essai similaire, mais effectué à  $95^{\circ}\text{C}$ , les préparatifs sont identiques à ceux qui ont été décrits au chapitre 5, mais le bain sera porté à  $95^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$ .

Pour faire pénétrer l'air, on utilise un tube d'entrée d'air venant d'être nettoyé et pourvu d'une pierre de diffusion.

La mesure s'effectue comme au chapitre 6.a) après écoulement du temps nécessaire à la formation des bulles ou du temps de décantation, selon les cas.

- c) On fera ensuite retomber la mousse qui reste après l'essai effectué selon le chapitre 6.b) en la remuant légèrement. On refroidit le liquide en dessous de  $40^{\circ}\text{C}$  en exposant le cylindre de mesure à l'air ambiant. On attend ensuite que le liquide ait atteint la température du bain ( $25^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), puis on introduit un tube d'entrée d'air nettoyé auparavant et muni d'une pierre de diffusion. On procède ensuite à nouveau comme au chapitre 6.a) et l'on mesure le volume de la mousse après écoulement du temps nécessaire à la formation des bulles et à la décantation.

#### 7) INDICATION DES RESULTATS

Tableau

<u>Température des échan- tillons de liquide</u>	<u>Volume de la mousse mesuré immédiatement après l'interruption de l'air</u>	<u>Volume de la mousse au bout de 10 minutes</u>
$25^{\circ}\text{C}$	..... ml	..... ml
$95^{\circ}\text{C}$	..... ml	..... ml
$25^{\circ}\text{C}$ (après l'essai à $95^{\circ}\text{C}$ )	..... ml	..... ml

DETERMINATION DE LA STABILITE D'EMULSION1) PRINCIPE

Vérifier que l'émulsion prête à l'emploi demeure stable au stockage, à deux températures : + 20° C et + 40° C.

2) APPAREILLAGE

- deux éprouvettes cylindriques de 250 ml environ fermées par un bouchon émeri; celles-ci doivent avoir un diamètre extérieur d'environ 40 mm et une hauteur d'environ 240 mm pour 250 ml;
- thermostats pour température de + 20° C et 40° C à  $\pm 1^{\circ}$  C près.

3) EXECUTION DE L'ESSAIa) Préparation des échantillons

Le volume de l'échantillon sera d'environ 600 ml. Deux cas peuvent se présenter :

- aa) l'émulsion est prête à l'emploi
- bb) seul le concentré est fourni et l'émulsion prête à l'emploi est à réaliser.

Dans le second cas, l'émulsion sera réalisée avec une eau d'un degré hydrotimétrique total de  $40 \pm 5$ , degré français par agitation mécanique d'au moins cinq minutes.

b) Exécution

L'échantillon est réparti entre les deux éprouvettes de 250 ml. Celles-ci, bien bouchées, sont placées dans les conditions de température définies plus haut, soit : l'éprouvette dans le bain thermostaté à + 20° C, l'éprouvette dans celui thermostaté à 40° C.

c) Observations

Les échantillons sont examinés toutes les 24 heures.  
Aucune remontée d'huile ne devra se manifester après :

1 000 heures pour les émulsions du type huile dans l'eau  
600 heures pour les émulsions du type eau dans l'huile.

Seule une couche crémeuse d'épaisseur n'excédant pas 5 mm  
sera tolérée.

Aucune séparation d'huile et d'eau ne sera tolérée.

\*

\* \*

DETERMINATION DE LA TOXICITE DES LIQUIDES DIFFICILEMENT  
INFILTRABLES MISCIBLES AVEC L'EAU, FORMES A ET C

I - CONTROLE D'IDENTITE A L'AIDE DE LA SPECTROPHOTOMETRIE I.R.

Un échantillon de liquide, pesé, est placé dans un dessiccateur à anhydride phosphorique, chauffé à 70° C et laissé jusqu'à poids constant.

Le liquide résiduel est extrait dix fois par son volume d'éther éthylique exempt de peroxydes.

Les éthers rassemblés sont évaporés dans le vide.

L'absorption I.R. de 3 à 15 microns de longueur d'onde du résidu ainsi obtenu est déterminée de façon à obtenir un spectre dont les maxima d'absorption soient compris entre 0 et 1,5 unités de densité optique.

Les spectres ainsi obtenus ne sont pas analysés mais servent de référence d'identité du produit.



II - TOXICITE AIGUE ABSOLUE

La détermination de la toxicité absolue (LD 50), c'est-à-dire la dose qui provoque la mort de 50 % des animaux, doit se faire sur des souris blanches mâles; il est à exprimer en grammes par kg de poids de l'animal.

Le liquide hydraulique à examiner (le cas échéant dilué dans de l'eau) se fait par sonde buccale sur des souris blanches mâles et adultes. Le temps d'observation sera de 48 heures.

La sonde buccale est fixée comme une canule sur une seringue pour tuberculine. L'extrémité antérieure de la sonde est arrondie et plus grosse pour ne pas blesser l'animal.

Chaque souris est pesée, et la quantité de produit introduite dans l'estomac est rapportée au poids de la souris.

On procède à une première approximation du LD 50 sur un nombre assez restreint d'animaux. A quatre d'entre eux on administre une dose P. Aux quatre animaux suivants on administre une dose de 2 P, à quatre autres 4 P, etc. Si la dose d'information P s'avère trop élevée, on revient pour les expériences ultérieures à des fractions de P.

Après cette première approximation, le champ d'action du LD 50 est à peu près délimité. On recommence alors l'essai sur des groupes de souris, dont le nombre résulte de la certitude statistique des valeurs déterminées (limite de tolérance de 20 %). Chaque groupe reçoit 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,4, etc. des LD 50 déterminés grossièrement.

On exprime, pour chaque dose, le nombre de décès en %; on porte ces résultats sur un diagramme logarithmique (réseau de probabilité). On détermine ensuite graphiquement - à partir de la courbe - la dose qui provoque 50 % de décès.

III - DETERMINATION DU POUVOIR TOXIQUEA. Toxicité globale

Dans un récipient peu profond (contenance de 2'1) et à la température du laboratoire, des dilutions d'un volume final de 1 litre à la concentration de :

1.10<sup>-1</sup>  
 1.10<sup>-2</sup>  
 1.10<sup>-3</sup>  
 1.10<sup>-4</sup>  
 1.10<sup>-5</sup>

du liquide sont pratiquées avec de l'eau de fontaine; on place dans chaque récipient trois cyprins dorés (*Carassius Auratus*) d'un poids de 5 à 10 g. On note le temps de survie de chaque lot d'animaux pendant une durée totale de 120 heures. Si des animaux meurent dans ce délai, on note les symptômes présentés avant leur décès : phénomènes hémorragiques ou incoordination motrice.

Les résultats sont cotés de la façon suivante :

Tous les animaux survivent	:	0
Les animaux soumis à la concentration de 1.10 <sup>-1</sup> meurent	en plus de 1 heure :	1
idem	en moins de 1 heure :	2
Les animaux soumis à la concentration de 1.10 <sup>-2</sup> meurent	en plus de 1 heure :	3
idem	en moins de 1 heure :	4
Les animaux soumis à la concentration de 1.10 <sup>-3</sup> meurent	en plus de 1 heure :	5
idem	en moins de 1 heure :	6
Les animaux soumis à la concentration de 1.10 <sup>-4</sup> meurent	en plus de 1 heure :	7
idem	en moins de 1 heure :	8
Les animaux soumis à la concentration de 1.10 <sup>-5</sup> meurent	en plus de 1 heure :	9
idem	en moins de 1 heure :	10

B<sub>1</sub>) Essai de pouvoir irritant sur l'oeil

Au moyen d'un compte-gouttes normalisé pour oeil, une goutte du liquide à essayer est placée, une fois par jour et pendant trois jours consécutifs, dans le sac conjonctif de l'oeil droit de deux lapins albinos mâles d'un poids minimum d'un kilogramme. Après avoir mis la troisième goutte, on observe l'état de l'oeil droit et de ses annexes en comparaison à l'oeil gauche, et cela au bout de 10 minutes, 1 heure, 6 heures, 24 heures, 48 heures et 5 jours.

Les animaux doivent être isolés pendant toute la période des essais (9 jours).

En dehors de toute infection microbienne, les résultats seront cotés comme suit :

Aucune réaction observée	:	0
Erythème de la conjonctive et larmolement disparaissent au bout de	10 minutes	: 1
idem	1 heure	: 2
idem	6 heures	: 3
idem	24 heures	: 4
idem	5 jours	: 5
Lésions définitives sans perte de la vision	:	6 à 9
Perte de la vision	:	10

B<sub>2</sub>) Essai de pouvoir irritant sur la peau

Sur des animaux qui ont fait l'objet du test B<sub>1</sub>, l'irritation cutanée doit être constatée suivant le "patch test", établi comme suit :

24 heures avant l'essai, la peau du flanc est épilée sur une surface de 8 x 8 cm au moyen d'une pâte contenant du sulfure de sodium.

L'emplâtre lui-même se compose d'un morceau de coton hydrophile de 4 x 4 cm, qui est recouvert d'une feuille inerte et qui ne laisse pas diffuser le fluide à tester, de façon que le contact direct avec la peau ne puisse se faire que sur une surface de 2 x 2 cm.

Après avoir imbibé le coton hydrophile de 2 ml de la solution à tester, l'emplâtre est posé sur la peau et fixé moyennant un sparadrap adhésif de 8 x 8 cm.

Après un temps de contact de 24 heures, l'emplâtre est enlevé et la peau est examinée immédiatement et 5 jours plus tard.

En dehors de toute infection microbienne, les résultats seront cotés comme suit :

aucune réaction observée	:	0
érythème, suivant étendue et durée	:	1 à 3
érythème et oedème cutané	:	4
érythème, oedème, phlyctènes	:	5
lésions compliquées de la peau (phlyctènes, ulcérations, nécroses), selon l'étendue et la durée	:	6 à 10

### C. Aérosol

L'essai se fait à la température ambiante pour les fluides de forme A, et à 50° pour les fluides de la forme C.

Le liquide dilué au demi, avec de l'eau distillée, est versé dans un générateur d'aérosol débitant, avec un courant d'air de 15 litres/minute, 20 ml de mélange à l'heure, sous forme d'un aérosol dont au moins 90 % des particules auront un diamètre de plus de 3 microns.

Le mélange ainsi créé est envoyé dans un cylindre d'un volume de 100 litres, d'un diamètre intérieur de 50 cm. Le cylindre tourne sur son axe à la vitesse d'un tour par minute.

Trois rats mâles, adultes de souche Wistar, d'un poids de 150 g, sont exposés à l'aérosol pendant 4 heures. Ils sont ensuite maintenus, s'ils survivent, en observation pendant 5 jours.

En dehors de toute infection microbienne, les résultats sont cotés comme suit :

aucune réaction observée		:	0
sympômes d'irritations ou atteintes nerveuses disparaissant au bout de	1 heure	:	1
idem	6 heures	:	2
idem	5 jours	:	3
mort d'un des animaux dans les	5 jours	:	5
mort de 2 animaux dans les	5 jours	:	6
mort des 3 animaux dans les	5 jours	:	7
mort d'un des animaux pendant l'essai		:	8
mort de 2 animaux pendant l'essai		:	9
mort des 3 animaux pendant l'essai		:	10

#### D. Produits de décomposition thermique

##### 1) Procédé

La décomposition thermique des fluides à tester est effectuée dans une chambre métallique et fermée. A une extrémité de cette chambre, le fluide est projeté sur une plaque chauffée au moyen d'un injecteur, type Diesel, (gicleur à cône et angle de pulvérisation de 30° minimum). A l'autre extrémité on aspire un mélange de vapeurs et d'air. Cet air est aspiré par des orifices se trouvant au milieu de la chambre. Une paroi de séparation entre l'injecteur et l'entrée d'air évitera une aspiration du produit injecté avant qu'il n'ait atteint la plaque chauffante.

L'injecteur permet d'injecter de 0,35 à 3,5 ml par minute.

La température de la plaque de vaporisation est vérifiée au moyen d'un thermocouple.

Les essais doivent être effectués à une température de 200°.

Après la chambre de combustion, un dispositif de condensation est intercalé dans la canalisation d'aspiration. Après le passage à travers celui-ci, une partie du mélange d'air et de gaz est envoyée dans un analyseur chimique et dans un dispositif de test sur des rats.

L'essai se fera avec une injection de 1 ml par minute; si le condensat excède un tiers du volume injecté, l'essai est repris avec un débit de 0,5 ml par minute.

## 2) Analyse chimique des produits de décomposition thermique

Le circuit d'analyse permet, d'une part l'analyse, si possible quantitative, des produits oxydants de décomposition au moyen d'iodure de potassium ou d'une solution acétonique d'iodure de sodium, et d'autre part l'analyse des halogénures de carbonyle au moyen d'une solution aqueuse d'aniline, après passage sur du coton ioduré.

En outre, le condensat est analysé pour détecter les halogénures de carbonyle.

## 3) Examen toxicologique des produits de décomposition thermique

Une partie des gaz aspirés est introduite dans un courant d'air frais sous un rapport de 1 partie de gaz et 2 parties d'air. Ce mélange traverse la cage à rats décrite dans le chapitre C., après avoir été refroidi jusqu'à atteindre la température ambiante. La procédure à adopter ainsi que l'échelle des valeurs sont également décrites dans le chapitre C. à l'exception de la durée de l'exposition, fixée à 3 heures.

E. Cotation et condition d'admission

Chaque produit essayé est affecté d'une note de 0 à 160 déterminée par l'addition des notes obtenues dans chacun des essais ci-dessus affectés d'un coefficient qui sera le suivant :

Pouvoir irritant	oeil	5
	peau	5
Aérosols		2
Essais sur les poissons		2
Décomposition thermique		2

Un produit qui obtient, avant pondération, la note 10 dans l'un quelconque des essais ou après pondération la note 50 est refusé.

DETERMINATION DE LA TOXICITE DES LIQUIDES DIFFICILEMENT  
INFILTRABLES NON MISCIBLES DANS L'EAU, CATEGORIE D

I - CONTRÔLE D'IDENTITE A L'AIDE DE LA SPECTROPHOTOMETRIE I.R.

L'absorption I.R. de 3 à 15 microns de longueur d'onde du produit est déterminée de façon à obtenir un spectre dont les maxima d'absorption soient compris entre 0 et 1,5 unités de densité optique.

Les spectres ainsi obtenus ne sont pas analysés mais servent de référence d'identité au produit.

II - TOXICITE AIGUE ABSOLUE

La détermination de la toxicité absolue (LD 50, c'est-à-dire la dose qui provoque la mort de 50 % des animaux), doit se faire sur des souris blanches mâles; il est à exprimer en grammes par kg de poids de l'animal.

Le liquide hydraulique à examiner (le cas échéant dilué dans de l'huile d'olive) se fait par sonde buccale sur des souris blanches mâles et adultes. Le temps d'observation sera de 48 heures.



La sonde buccale est fixée comme une canule sur une seringue pour tuberculine. L'extrémité antérieure de la sonde est arrondie et plus grosse pour ne pas blesser l'animal.

Chaque souris est pesée, et la quantité de produit introduite dans l'estomac est rapportée au poids de la souris.

On procède à une première approximation du LD 50 sur un nombre assez restreint d'animaux. A quatre d'entre eux on administre une dose P. Aux quatre animaux suivants on administre une dose de 2 P, à quatre autres 4 P, etc. Si la dose d'information P s'avère trop élevée, on revient pour les expériences ultérieures à des fractions de P.

Après cette première approximation, le champ d'action du LD 50 est à peu près délimité. On recommence alors l'essai sur des groupes de souris, dont le nombre résulte de la certitude statistique des valeurs déterminées (limite de tolérance de 20 %). Chaque groupe reçoit 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,4, etc. des LD 50 déterminés grossièrement.

On exprime, pour chaque dose, le nombre de décès en %; on porte ces résultats sur un diagramme logarithmique (réseau de probabilité). On détermine ensuite graphiquement - à partir de la courbe - la dose qui provoque 50 % de décès.

### III - DETERMINATION DU POUVOIR TOXIQUE

#### A<sub>1</sub>) Essai du pouvoir irritant sur l'oeil

Au moyen d'un compte-gouttes normalisé pour oeil, une goutte du liquide à essayer est placée, une fois par jour et pendant trois jours consécutifs, dans le sac conjonctif de l'oeil droit de deux lapins albinos mâles d'un poids minimum d'un kilogramme. Après avoir mis la troisième goutte, on observe l'état de l'oeil droit et de ses annexes en comparaison à l'oeil gauche, et cela au bout de 10 minutes, 1 heure, 6 heures, 24 heures, 48 heures et 5 jours.

Les animaux doivent être isolés pendant toute la période des essais (8 jours).

En dehors de toute infection microbienne, les résultats seront cotés comme suit :

aucune réaction observée			0
érythème de la conjonctive et larmolement disparaissent au bout de	10 minutes	:	1
idem	1 heure	:	2
idem	6 heures	:	3
idem	24 heures	:	4
idem	5 jours	:	5
Lésions définitives sans perte de vision		:	6 à 9
Perte de la vision			10

A<sub>2</sub>) Essai de pouvoir irritant sur la peau

Sur les animaux qui ont fait l'objet du test A<sub>1</sub>, l'irritation cutanée doit être constatée suivant le "patch test" établi comme suit :

24 heures avant l'essai, la peau du flanc est épilée sur une surface de 8 x 8 cm au moyen d'une pâte contenant du sulfure de sodium.

L'emplâtre lui-même se compose d'un morceau de coton hydrophile de 4 x 4 cm, qui est recouvert d'une feuille inerte et qui ne laisse pas diffuser le fluide à tester, de façon que le contact direct avec la peau ne puisse se faire que sur une surface de 2 x 2 cm.

Après avoir imbibé le coton hydrophile de 2 ml de la solution à tester, l'emplâtre est posé sur la peau et fixé moyennant un sparadrap adhésif de 8 x 8 cm.

Après un temps de contact de 24 heures, l'emplâtre est enlevé et la peau est examinée immédiatement et 5 jours plus tard.

En dehors de toute infection microbienne, les résultats seront cotés comme suit :

aucune réaction observée	:	0
érythème, suivant étendue et durée	:	1 à 3
érythème et oedème cutané	:	4
érythème, oedème, phlyctènes	:	5
Lésions compliquées de la peau (phlyctènes, ulcérations, nécroses), selon l'étendue et la durée	:	6 à 10

## B) Essais de toxicité des aérosols

### 1) Aérosol formé à froid

L'huile est placée dans un générateur d'aérosol débitant, avec un courant d'air de 15 litres/minute, 10 cc d'huile à l'heure sous forme d'un aérosol, dont au moins 90 % des particules auraient un diamètre de moins de 3 microns. La température est maintenue à 50°. Cet aérosol est purifié par passage dans un tube de Vigreux et envoyé dans un cylindre de 100 litres, d'un diamètre de 50 cm et tournant à la vitesse de 1 tour/minute. 3 rats mâles de 150 gr, de souche Mistar, sont soumis à l'exposition pendant quatre heures; s'ils survivent ils sont tenus en observation pendant 5 jours dans des cages individuelles, à l'abri des courants d'air.

En dehors de toute infection microbienne, les résultats sont cotés comme suit :

aucune réaction observée	:	0	
symptômes d'irritations ou atteintes nerveuses disparaissant au bout de	1 heure	:	1
idem	6 heures	:	2
idem	5 jours	:	3
mort d'un des animaux dans les	5 jours	:	5

mort de 2 des animaux dans les	5 jours	:	6
mort des 3 animaux dans les	5 jours	:	7
mort d'un des animaux pendant l'essai		:	8
mort de 2 des animaux pendant l'essai		:	9
mort des 3 animaux pendant l'essai		:	10

2) Aérosol formé à chaud

Le même essai que celui décrit précédemment est pratiqué avec de l'huile chauffée à la température de 150°.

En dehors de toute infection microbienne, les résultats sont cotés comme suit :

aucune action observée		:	0
symptômes d'irritation ou atteintes nerveuses disparaissant au bout de	1 heure	:	1
idem	6 heures	:	2
idem	5 jours	:	3
mort d'un des animaux dans les	5 jours	:	5
mort de 2 des animaux dans les	5 jours	:	6
mort des 3 animaux dans les	5 jours	:	7
mort d'un des animaux pendant l'essai		:	8
mort de 2 des animaux pendant l'essai		:	9
mort des 3 animaux pendant l'essai		:	10

C) Produits de décomposition thermique1) Procédé

La décomposition thermique des fluides à tester est effectuée dans une chambre métallique et fermée. A une extrémité de cette chambre, le fluide est projeté sur une plaque chauffée au moyen d'un injecteur type Diesel (gicleur à cône et angle de pulvérisation de 30° minimum). A l'autre extrémité on aspire

un mélange de vapeurs et d'air. Cet air est aspiré par des orifices se trouvant au milieu de la chambre. Une paroi de séparation entre l'injecteur et l'entrée d'air évitera une aspiration du produit injecté avant qu'il n'ait atteint la plaque chauffante.

L'injecteur permet d'injecter de 0,35 à 3,5 ml par minute.

La température de la plaque de vaporisation est vérifiée au moyen d'un thermocouple et peut être fixée jusqu'à 700° C.

Après la chambre de combustion, un dispositif de condensation est intercalé dans la canalisation d'aspiration. Après le passage à travers celui-ci, une partie du mélange d'air et de gaz est envoyée dans un analyseur chimique et dans un dispositif de test sur des rats.

Les essais doivent être effectués à une température de 200° C et à une température de 700° C. Les essais se feront avec une injection de 1 ml par minute. Si le condensat excède un tiers du volume injecté, l'essai est repris avec un débit de 0,5 ml par minute.

## 2) Analyse chimique des produits de décomposition thermique

Le circuit d'analyse permet, d'une part l'analyse, si possible quantitative, des produits oxydants de décomposition au moyen d'iodure de potassium ou d'une solution acétonique d'iodure de sodium, et d'autre part l'analyse des halogénures de carbonyle au moyen d'une solution aqueuse d'aniline, après passage sur du octon ioduré.

En outre, le condensat est analysé pour détecter les halogénures de carbonyle.

3) Examen toxicologique des produits de décomposition thermique

Une partie des gaz aspirés est introduite dans un courant d'air frais sous un rapport de 1 partie de gaz et 2 parties d'air. Ce mélange traverse la cage à rats décrite dans le chapitre B.2), après avoir été refroidi jusqu'à atteindre la température ambiante. La procédure à adopter ainsi que l'échelle des valeurs sont également décrites dans le paragraphe B.2) à l'exception de la durée de l'exposition, fixée à 3 heures.

L'échelle des valeurs s'adresse tant à l'essai à 200° qu'à l'essai à 700°.

D) Cotation et condition d'admission

Chaque produit essayé est affecté d'une note de 0 à 160 déterminée par l'addition des notes obtenues dans chacun des essais ci-dessus affectés d'un coefficient qui sera le suivant :

D		
Pouvoir irritant	oeil	5
	peau	5
Aérosols	froid	2
	chaud	2
Décomposition thermique	200°	1
	700°	1

Un produit qui obtient avant pondération, la note 10 dans l'un quelconque des essais ou après pondération la note 50 est refusé.



LISTE DES MEMBRES

- du Comité d'Experts
- du groupe de travail "Incendies et Feux de Mine"
- de l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille.

VERZEICHNIS DER MITGLIEDER

- des Sachverständigenausschusses
- der Arbeitsgruppe "Offene und verdeckte Grubenbrände"
- des Ständigen Ausschusses für die Betriebssicherheit im Steinkohlenbergbau

\*

\*

\*





LISTE DES MEMBRES DU COMITE D'EXPERTS "LUBRIFIANTS DIFFICILEMENT  
INFLAMMABLES"

---

VERZEICHNIS DER MITGLIEDER DES SACHVERSTAENDIGENAUSSCHUSSES "SCHWER  
ENTFLAMBARE HYDRAULIKFLUESSIGKEITEN"

---

- Herr Dipl.-Ing. Ernst BREDENBRUCH (Président/Vorsitzender)  
Leiter der Hauptstelle für das  
Grubenrettungswesen des  
Steinkohlenbergbauvereins  
E S S E N - K R A Y  
Schönscheidtstr. 28
  
- Monsieur René LEFEVRE  
Chef du Laboratoire des Lubrifiants  
des Houillères du Bassin du Nord  
et du Pas-de-Calais  
S I N - L E - N O B L E / Nord
  
- Herr Dr. chem. Hans Willi THOENES  
m.Br. Technischer Ueberwachungsverein e.V.  
E S S E N  
Steubenstr. 53
  
- Herr Dipl.-Ing. Klaus GRUMBRECHT  
Versuchsgrube "TREMONTA"  
D O R T M U N D  
Tremontastr. 13
  
- Monsieur Edgard DEMELENNE  
Administrateur-Directeur  
de l'Institut National des Mines  
60, rue Grande  
P A T U R A G E S

Suppléants/Stellvertreter:

- a) Monsieur Georges Adrien NENQUIN  
Ingénieur divisionnaire à  
l'Institut National des Mines
  
- b) Monsieur Joseph BRACKE  
Ingénieur principal divisionnaire à  
l'Institut National des Mines

.../...

EXPERTS MEDICAUX / MEDIZINISCHE SACHVERSTAENDIGE

- Herr Direktor Prof. Dr. med. MALORNY  
Pharmakologisches Institut der  
Universität Hamburg  
H A M B U R G

Suppléants/Stellvertreter

- a) Herr Dr. med. BENTHE, Dozent
  - b) Herr Dr. med. FODOR
- } Pharmakologisches  
} Institut der  
} Universität Hamburg
- Monsieur le Dr. CLAEYS  
Centre d'Etudes médicales minières  
Centre Faivre d'Ancoier  
S I N - L E - N O B L E / Nord.
  - Monsieur le Dr. JARRY  
Charbonnages de France  
9, Avenue Percier  
P A R I S 8ème
  - Herr Oberarzt  
Dr. med. habil. PRIMAVESI  
Hygiene-Institut des Ruhrgebietes  
G E L S E N K I R C H E N  
Rotthausenstr. 19

Suppléant/Stellvertreter:

- Herr  
Dr. H. ZIMMERMANN  
Hygiene-Institut des Ruhrgebietes
- Monsieur le Dr. Jean CRISPOUX  
24, Avenue Jean d'Avesnes  
M O N S
  - De Hoogedelgestrenge Heer  
H. ITALIE, Arts  
Inspecteur der Mijnen  
Staatsstoezicht op de Mijnen  
Apollolaan 9  
H E E R L E N (L)

.../...

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL "INCENDIES ET FEUX DE MINE"VERZEICHNIS DER MITGLIEDER DER ARBEITSGRUPPE "OFFENE UND VERDECKTE GRUBENBRAENDE"ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND

Herr Wilhelm LATTEN (Président/Vorsitzender)  
 Ministerialrat im  
 Ministerium für Wirtschaft,  
 Mittelstand und Verkehr  
 Land Nordrhein-Westfalen  
D U E S S E L D O R F  
 Haroldstr. 4

Herr Dipl.-Ing. Ernst BREDEMBRUCH  
 Leiter der Hauptstelle für das  
 Grubenrettungswesen des Steinkohlenbergbauvereins  
E S S E N - K R A Y  
 Schönscheidtstr. 23

BELGIQUE/BELGIEN

Monsieur A. VANDENEUVEL  
 Directeur Général des Mines  
 Ministère des Affaires Economiques  
 6 - 8, rue de la Science  
B R U X E L L E S

Monsieur Georges LOGELAIN  
 Inspecteur Général des Mines  
 Ministère des Affaires Economiques  
 6 - 8, rue de la Science  
B R U X E L L E S

Monsieur Robert STENUIT  
 Directeur Divisionnaire  
 à l'Administration des Mines  
 6 - 8, rue de la Science  
B R U X E L L E S

FRANCE/FRANKREICH

Monsieur CHAMPAGNAC  
 Directeur aux Houillères du  
 Bassin de Lorraine  
M E R L E B A C H (Moselle)

Monsieur Jean CRETIN  
 Ingénieur Divisionnaire  
 Poste Central de Secours  
B E L L E - R O C H E à MERLEBACH (Moselle)

Monsieur MORIN  
 Ingénieur en Chef  
 Chef des Services Généraux  
 du Fond aux Houillères des Cévennes  
A L E S (Gard)

LUXEMBURG / LUXEMBOURG

Monsieur Arthur SCHUSTER  
 Ingénieur-Directeur du Travail et des Mines  
 Inspection du Travail et des Mines  
 19, Avenue Gaston Diderich  
LUXEMBOURG

Monsieur Marcel LEINEWEBER  
 Contrôleur au Service de l'Inspection  
 du Travail et des Mines  
 rue du Stade  
NIEDERCORN

ITALIEN / ITALIA

Ing. Achille PELLATI  
 Via Emanuele Gianturco 1  
R O M A

Ing. Vincenzo BUSONERO  
 Direttore Miniera  
 Società Carbosarda  
CARBONIA (Cagliari)

NIEDERLANDE / PAYS-BAS

De Hoogedelgestrengde Heer  
 Ir. D.J. KNUFFEL  
 Hoofdinspecteur der Mijnen  
 Staatstoezicht op de Mijnen  
H E E R L E N (L)  
 Apollolaan 9

De Hoogedelgestrengde Heer  
 Ir. A. PAULEN  
 Chef van de Veiligheidsdienst  
 van de Staatsmijnen in Limburg  
H E E R L E N (L)

VEREINIGTES KONIGREICH / ROYAUME-UNI

Mr. BELL  
 National Coal Board  
 Production Department  
 Hobart House - Grosvenor Place  
L O N D O N S.W. 1

ORGANE PERMANENT POUR LA SECURITE DANS LES MINES DE HOUILLE

STAENDIGER AUSSCHUSS FUER DIE BETRIEBSSICHERHEIT  
IM STEINKOHLBERGBAU

Composition de l'Organe Permanent  
Zusammensetzung des Ständigen Ausschusses

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Regierungsvertreter

Herr Oberbergat SCHMASE  
Bundesministerium für Wirtschaft  
B O N N

Herr Ministerialdirigent Dr. Ing. HELLER  
Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr  
Land Nordrhein-Westfalen  
D U E S S E L D O R F

Votreter der Arbeitgeber

Herr Dr. Ing. BENTHAUS  
Bergassessor a.D.  
Steinkohlenbergbauverein  
E S S E N

Erichstrasse 2

Votreter der Arbeitnehmer

Herr Karl KRAEMER  
Industriegewerkschaft Bergbau und Energie  
B O C H U M

Alte Hattingerstrasse 19

Berater

Herr Ministerialrat LITTEN  
Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr  
Land Nordrhein-Westfalen  
D U E S S E L D O R F

Haroldstrasse 4

Herr Oberbergat HUEBNER  
Leiter der Unterabteilung Montanwirtschaft  
des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr  
und Landwirtschaft des Saarlandes  
S A A R B R U E C K E N

Hardenbergstrasse

BELGIQUE/BELGIENReprésentants du Gouvernement / Regierungsvertreter

- Monsieur A. VANDENHEUVEL  
Directeur Général des Mines  
Ministère des Affaires Economiques  
6 - 8, rue de la Science  
B R U X E L L E S

- Monsieur Georges LOGELAIN  
Inspecteur Général des Mines  
Ministère des Affaires Economiques  
6 - 8, rue de la Science  
B R U X E L L E S

Représentants des Employeurs / Vertreter der Arbeitgeber

- Monsieur E. DESSALLES  
Administrateur des Charbonnages André Dumont  
et de Houthalen  
Avenue Reine Astrid, 10  
H A S S E L T

Représentants des Travailleurs / Vertreter der Arbeitnehmer

- Monsieur Joseph DEDOYARD  
Secrétaire Général de la Centrale Syndicale des  
Travailleurs des Mines de Belgique  
201, rue de Gilly  
C H A T E L I N E A U

Conseillers Techniques / Technische Berater

Monsieur Mathieu THOMASSEN  
Président National de la Centrale  
des Francs-Mineurs  
145, rue Belliard  
B R U X E L L E S

Monsieur Lucien BOULET  
Directeur Général du Fonds National  
de Retraite des Ouvriers Mineurs  
Ministère du Travail et de la  
Prévoyance Sociale  
6, Place Stéphanie  
B R U X E L L E S

.../...

FRANCE / FRANKREICHReprésentants du Gouvernement/Regierungsvertreter

Monsieur J.N. PROUST  
Ingénieur en Chef des Mines  
Ministère de l'industrie  
97, rue de Grenelle  
P A R I S VII

Monsieur REBIERE  
Chef du Service de l'Hygiène et de la  
Sécurité dans les Mines  
Direction des Mines  
Ministère de l'Industrie  
97, rue de Grenelle  
P A R I S VII

Représentant des Employeurs/Vertreter der Arbeitgeber

Monsieur R. VEDRINE  
La "Pirouette"  
Avenue du Roi Albert  
C A N N E S (A.M.)

Représentants des Travailleurs/Vertreter der Arbeitnehmer

Monsieur CHAUVEAU  
Fédération Nationale des Syndicats Chrétiens des Mineurs  
8, rue de Navarre  
P A R I S (5e)

Conseiller technique/Technischer Berater

Monsieur Roger TOURET  
Force Ouvrière des Mineurs, Miniers et Similaires  
Ingénieur de la Sécurité aux Houillères de Lorraine  
M E R L E B A C H (Moselle)  
41, rue Saint-Nicolas



ITALIE / ITALIEN

Représentants du Gouvernement/Vertreter der Regierung

Dott. COLUCCI  
Direzione Generale dell'Emigrazione  
Ministero degli Affari Esteri  
R O M A

Ing. Giovanni GIROLAMI  
Ispettore generale delle Miniere  
Ministero dell'Industria e Commercio  
Via Veneto, 33  
R O M A

Représentant des Employeurs/Vertreter der Arbeitgeber

Prof. Mario CARTA  
Istituto Arte Mineraria  
Piazza d'Armi  
CAGLIARI

Représentant des Travailleurs/Vertreter der Arbeitnehmer

Giorgio CRIVIOTTO  
Segretario Generale della  
Liberia Federazione Italiana  
Lavoratori Industrie Estrattive  
Via Po, 21  
R O M A

Conseiller du gouvernement/Berater der Regierung

Dott. Rosario PURPURA  
Direttore Generale al  
Ministero del Lavoro  
Via Flavia 6  
R O M A

Conseiller technique/Technischer Berater

Dott. Orazio CARDUCCI ARTEMISIO  
Ispettore Generale  
del Ministero del Lavoro  
e della Previdenza Sociale  
R O M A

LUXEMBOURG / LUXEMBURG

Représentants du Gouvernement/Regierungsvertreter

Monsieur A. SCHUSTER  
Ingénieur-Directeur du Travail et des Mines  
Inspection du Travail et des Mines  
19, Avenue Gaston Diderich  
L U X E M B O U R G

Monsieur Léon SUTTOR  
Conseiller de Légation au  
Ministère des Affaires Etrangères  
L U X E M B O U R G

Représentant des Employeurs/Vertreter der Arbeitgeber

Monsieur Albert RAUS  
Directeur à l'ARBED  
L U X E M B O U R G

Représentant des Travailleurs/Vertreter der Arbeitnehmer

Monsieur Nicolas MENNES  
Président de la Délégation Ouvrière  
près ARBED/MINIS  
Cité Leesberg  
ESCH-SUR-ALZETTE

PAYS-BAS / NIEDERLANDEReprésentants du Gouvernement / Regierungsvertreter

- De Hoogedelgestrenghe Heer  
Ir. A.H.W. MARTENS  
Inspecteur-Generaal der Mijnen  
Staatstoezicht op de Mijnen  
Apollolaan 9  
H E E R L E N (L)
  
- De Hoogedelgestrenghe Heer  
Drs. D.C. VAN DER HOOFT  
Hoofd van de Directie Mijnwezen  
Ministerie van Economische Zaken  
Bezuidenhoutseweg 30  
's - G R A V E N H A G E

Représentant des Employeurs / Vertreter der Arbeitgeber

- De Hoogedelgestrenghe Heer  
Ir. C.E.P.M. RAEDTS  
Directeur Oranje-Nassau Mijnen  
H E E R L E N (L)

Représentant des Travailleurs / Vertreter der Arbeitnehmer

- De Heer J. PALMEN  
Secretaris van de Ned. Katholieke  
Mijnwerkersbond  
Schinkelstraat 13  
H E E R L E N (L)

Conseiller technique / Technischer Berater

- De Heer H.L. GROND  
Katholieke Vereniging  
van Mijnbeambten  
Schelsberg 202  
H E E R L E R H E I D E (L)

.../...

ROYAUME-UNI / VEREINIGTES KONIGREICHReprésentants du Gouvernement / Regierungsvertreter

- Mr. A.M. RAKE, C.B.E.  
Under Secretary  
Safety and Health Division  
of the Ministry of Power  
7, Millbank  
Thames House  
L O N D O N S.W. 1

- Mr. H.S. STEPHENSON  
Chief Inspector of Mines  
Ministry of Power  
7, Millbank  
Thames House  
L O N D O N S.W. 1

Représentant des Employeurs / Vertreter der Arbeitgeber

- Dr. H.L. WILLIOTT  
Deputy Director-General of Production  
National Coal Board  
Hobart House - Grosvenor Place  
L O N D O N S.W. 1

Représentant des Travailleurs / Vertreter der Arbeitnehmer

- Mr. BULLOUGH  
Vice President of the National Union  
of Mineworkers  
c/o Miners' Offices  
B A R N S L E Y / Yorkshire

ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL / INTERNATIONALE ARBEITSORGANISATION

- Monsieur NORTECOTT  
Division de la Sécurité et de  
l'Hygiène du Travail  
G E N E V E

.../...

**APPENDICE:**

**Annexe Va**

**(Doc. 1815/63/1)**

**Appendice**

**au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille**

- Deuxième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage (Etat 1960)**

**APPENDICE:**

**Annexe V a**

(Doc. 1815/63/1)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Deuxième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage (Etat 1960)

RAPPORT SUR LES ORGANISATIONS DE SAUVETAGE DANS LES PAYS DE LA  
COMMUNAUTE ET AU ROYAUME-UNI

(Etat 1960)

I. Introduction

Au cours de sa séance plénière du 20 décembre 1960, l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille avait approuvé le premier rapport du groupe de travail sur les organisations de sauvetage selon l'état de 1959, qui a été publié comme annexe B dans le 2ème Rapport de l'Organe Permanent, sous le titre: "Rapport sur les visites effectuées dans les centrales de sauvetage des pays de la Communauté et du Royaume-Uni".

Le groupe de travail a été chargé de poursuivre l'échange d'expériences et de présenter chaque année à l'Organe Permanent un rapport sur l'évolution du sauvetage.

Le groupe de travail présente ici son 2ème rapport à l'Organe Permanent, selon l'état de 1960.

Il a décidé, par souci de clarté, de ne considérer dans ce rapport que les bassins les plus importants de chaque pays et les questions essentielles relatives au sauvetage. Il attire en même temps l'attention sur le fait que, pour ces motifs et en raison des conditions différentes auxquelles l'organisation du sauvetage doit évidemment s'adapter, on ne peut faire qu'une comparaison relative en chiffre des indications contenues dans le rapport.

C'est ainsi que le rapport a été établi en ce qui concerne la République Fédérale Allemande, pour les bassins de la Ruhr, d'Aix-la-Chapelle et de la Sarre et en ce qui concerne la France, pour le bassin du Nord et du Pas-de-Calais ainsi que pour le bassin de Lorraine.

- En Belgique, l'on a considéré les bassins du Borinage, du Centre, de Charleroi-Namur, de Liège et de Campine.

- Pour l'Italie et les Pays-Bas, figurent les bassins de Sulcis et du Limbourg.

- Les données se rapportant au Royaume-Uni concernent les bassins: Scottish Division, Northern (N & C) et Durham Division, North-Eastern Division, North-Western Division, East Midlands Division, West Midlands Division, South Western Division et South Eastern Division.

Ces données ne sont cependant pas reprises séparément pour chaque bassin, mais globalement pour l'ensemble des bassins.

Le groupe de travail est d'avis que ce rapport permet d'avoir une vue d'ensemble intéressante de l'état respectif des organisations de sauvetage dans les pays de la Communauté et au Royaume-Uni, et que le dépouillement des données qui y sont contenues donnent des indications précieuses pour l'évolution du sauvetage.

Pour le rapport qui suit, ainsi que pour les rapports futurs, on a établi un plan uniforme, sous forme de questionnaire, traitant en détail les points suivants:

A.- Organisation du sauvetage dans les mines:

- 1) Postes de sauvetage et sauveteurs,
- 2) Equipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé.

B.- Interventions:

- 1) Interventions pour le sauvetage du personnel,
- 2) Interventions pour le sauvetage du matériel.

C.- Accidents lors du port d'appareils de protection contre les gaz

D.- Résultats de la recherche et évolution

Des commentaires et des indications complémentaires, ainsi que des modifications importantes par rapport à l'année précédente, suivent en annexe à ces chapitres.



**A.1) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES**

Postes de sauvetage et sauveteurs

Pays	République Fédérale d'Allemagne		France		Belgique				Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	Nombre total		
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord-Pas-de-Calais	Lorraine	Borinage	Centre	Charleroi/Namur					Liège	Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Siège de la centrale de sauvetage (+)	Essen Kray	Höngen Maria-dorf b. Aachen	Friedrichsthal	Lens	Luxembach	Frame-ries	Ressaix	Marcinelle	Glain	Hasselt	Serbarin Seruci			
Nombre de postes de sauvetage (++)	125	9	16	67	10	1	1	1	1	7	4	12	A: 15 B: 15	284
Nombre de sauveteurs	5.542	399	747	776	604	141	135	334	233	390	61	692	4.351	14.405
Nombre total du personnel inscrit au Fond	258.527 (X)	22.096 (XX)	33.335	79.371	23.688	9.005	7.903	18.897	13.592	27.936	2.218	28.159	466.116	990.843
Sauveteurs par 1000 personnes inscrites au Fond	21,82	15,34	22,1	9,8	25,5	15,6	17,0	17,6	17,1	13,9	27,5	24,0	9,3	14,5

) Pour le Royaume-Uni - Il y a une centrale de sauvetage pour chaque mine se trouvant dans un rayon de 15 miles

Il y a une commission de sauvetage pour chaque bassin; en outre il existe un Comité national consultatif auprès de la Direction du National Coalboard

+ ) Pour le Royaume-Uni - Réparti entre les postes du "Plan A" et les postes du "Plan B" (voir 2<sup>e</sup> rapport de l'Organe

) dont 13.287 employés

Permanent, Annexe B, page 45)

x) dont 1.266 employés

A.2) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES  
 Equipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé

Année s. 1960

Pays	République Fédérale d'ALLEMAGNE			France		Belgique				Italie	Pays-Bas	Royaume Uni	Nombre total	
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord-Pas-de-Calais	Lorraine	Borinage	Centre	Charl.-roi/Namur	Liège					Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Type d'appareil														
a) Dräger 1924														
b) Dräger 160									2					2
c) Dräger 160 A	1.420	88	295		143	26	20	11	22	84	73	150		2.332
d) Dräger 170/400	710	21					6	24	6	40	12			820
e) Dräger 172	471	6	11		36	12	2		14	14	27	32		625
f) Dräger kg 210											25			25
g) Auer MR II/32	177	2										20		199
h) Auer MR 54/400	66	1										25		92
i) Auer MR 56/400	45	1												46
k) Fenzy 22														-
l) Fenzy 47														-
m) Fenzy 56				304	58 de 2h 9 de 4h				1	5				457
n) BBM Aerecheon						2				2			12	16
o) BBM Aerophor													230	230
p) Proto													879	879
q) Savox													213	213
r) Pirelli mod. 45											6			6
s)														-
t)														-
T o t a l	2.889	120	306	384	246	40	28	35	45	145	143	227	1334	5.942
Pour 100 sauve- teurs	52,13	30,08	40,96	49,50	40,70	28,36	20,70	10,40	19,00	37,10	234,40	32,00	30,70	41,20

B. Nombre d'interventions de sauveteurs utilisant les appareils respiratoires  
à circuit fermé

DOC. No. 1815/63 f/1

Année : 1960

Causes	Coup de grisou ou de poussière			Dégagement des gaz naturels			Incendies de mine			Feux de mine			Ouverture de barrages			Causes diverses			Nombre total		
	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++
Bassin (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1. Ruhr	1	1	6	2	2	33		2	1.167		29	3.106	5	5	403	1	1	375		40	5.090
2. Aix-la-Chapelle																					
3. Sarre					1	7		1	3		1	53	4	4	74	3	3	23		10	160
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE	-	1	6	-	3	40	-	3	1.170	-	30	3.159	-	9	477	-	4	398	-	50	5.250
5. Nord/Pas-de-Calais																					
6. Lorraine																					
7. FRANCE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Borinage											1	214					1	3		2	217
9. Centre								1	592					1	20					2	612
10. Charleroi-Namur																					
11. Liège														1	167					1	167
12. Campine																					
13. BELGIQUE	-	-	-	-	-	-	-	1	592	-	1	214	-	2	187	-	1	3	-	5	996
14. ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	-	-	-	-	-	-	-	1	10
15. PAYS-BAS (Limbourg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. ROYAUME UNI	1	1	1 <sup>3/4</sup>	4	-	17	-	13	47	-	5	657	-	5	406	-	6	117	5	30	1.170
TOTAL : 4 + 7 + 13 + 14 + 15 + 16	1	2	130	4	3	57	-	17	1.803	-	37	6.040	-	16	1.070	-	11	518	5	86	11.000

a) - pour le sauvetage du personnel

b)++ - pour le sauvetage du matériel

c)+++ - nombre de cartouches d'épuration de l'air



Année : 1960

C. Accidents lors du port d'appareils de protection  
contre les gaz survenus aux sauveteurs

B a s s i n	En cas d'intervention		En cas d'exercice	
	non mortel	mortel	non mortel	mortel
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Ruhr				
2. Aix-la-Chapelle				
3. Sarre				
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE	--	--	--	--
5. Nord/Pas-de-Calais				
6. Lorraine				
7. FRANCE	--	--	--	--
8. Borinage				
9. Centre			1	
10. Charleroi-Namur				
11. Liège				
12. Campine				
13. BELGIQUE	--	--	1	--
14. ITALIE (SULCIS)	--	--	--	--
15. PAYS-BAS (Limbourg)	--	--	--	--
16. ROYAUME-UNI	--	--	--	--
TOTAL: Communauté + Royaume-Uni	--	--	1	--

D. Commentaires, indications complémentaires et modifications importantes par rapport à l'année 1959

I. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

1) Ad chapitre A 1.- Postes de sauvetage et sauveteurs

- Bassin d'Aix-la-Chapelle

Certaines différences par rapport aux indications du 1er rapport sont imputables au fait que, pour le bassin d'Aix-la-Chapelle, ces indications ne concernaient pas seulement l'organisation du sauvetage dans les mines de houille; elles avaient trait à l'organisation du sauvetage dans toutes les installations minières, y compris les mines autres que les houillères, relevant de la centrale de sauvetage d'Aix-la-Chapelle.

- Bassin de la Sarre

Le nombre des postes de sauvetage a été réduit de deux unités par suite de la fermeture de mines.

Le nombre total de sauveteurs est revenu de 854 à 747 à la suite de la réduction des effectifs du fond ramenés de 38 000 à 33 335 hommes. (Ce chiffre de 33 335 hommes ne comprend que les ouvriers du fond sans les employés).

2) Ad chapitre A 2. - Equipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé

- Bassin de la Sarre

Par l'acquisition de 11 appareils, Dräger BG 172, le nombre total des appareils de protection a augmenté d'autant.

II. FRANCE

Organisation du sauvetage dans les Houillères du Bassin de Lorraine

Les questions qui ne pouvaient être prises en considération par suite de la reconstruction à Merlebach du poste central de secours au moment de l'établissement du rapport pour l'année 1959 sont traitées ci-dessous.

1) Dotation et répartition du matériel de sauvetage

- Au poste central de secours

- 68 appareils Dräger BG 160 A de 2 heures,
- 36 appareils Dräger BG 172 de 4 heures, dont 24 appareils dans les 2 cars de sauvetage,
- 12 appareils à air comprimé Dräger
- 24 Pulmotors,
- 5 appareils Fenzy de 4 heures.

- Dans les postes secondaires du secteur Ouest

- 75 appareils Dräger BG 160 A entreposés dans les 5 postes secondaires.

Ces appareils sont strictement réservés aux interventions de sauvetage, dans le cas où l'arrivée des sauveteurs de permanence se trouverait retardée ou empêchée. Ces appareils sont enfermés dans un local et sont remplacés périodiquement par les soins du poste central de secours.

Les appareils nécessaires aux exercices fond dans les sièges sont fournis par le poste central de secours et ramenés au P.C.S. pour remise en état.

- Dans les postes secondaires du secteur Est

- 58 appareils Fenzy 56 de 2 heures entreposés dans les 5 postes secondaires.

2) Entretien général de tous les appareils respiratoires

Tous les appareils Dräger ayant servi aux exercices jour et fond sont nettoyés, réglés et entretenus au poste central de secours.

Les appareils Fenzy sont nettoyés, réglés et entretenus provisoirement par le secteur Est.

3) Entraînement des ajusteurs d'appareils des sièges des deux secteurs à l'entretien des appareils respiratoires

Deux ajusteurs d'appareils accompagnent systématiquement les deux équipes venant faire un exercice au poste central de secours.

Tous les ajusteurs d'appareils de sauvetage passent ainsi à tour de rôle au poste central de secours; ils constituent la réserve d'ajusteurs d'appareils en cas de sinistre.

4) Exercices de sauvetage effectués au poste central de secours en chambre chauffée par les sauveteurs, ingénieurs du fond, chefs porions et sous-chefs porions

Chaque sauveteur du fond effectue annuellement un minimum de 3 à 4 exercices de sauvetage dans la chambre à fumée chauffée du poste central de secours.

Chaque ingénieur du fond, chef porion et sous-chef porion, appelé de par ses fonctions à porter l'appareil respiratoire et reconnu apte médicalement, effectue annuellement deux exercices de sauvetage au poste central de secours, avec les équipes de son siège.

5) Exercices de sauvetage effectués au fond dans les sièges par les sauveteurs ingénieurs du fond, chefs porions et sous-chefs porions

Les exercices sont toujours exécutés en atmosphère normalement respirable.

Chaque sauveteur de fond effectue annuellement un minimum de 2 exercices fond.

Chaque ingénieur du fond, chef ou sous-chef porion effectue annuellement un minimum de 1 exercice fond avec les équipes de son siège.

Les exercices jour et fond se font d'après un programme mensuel.

6) Permanence au poste central de secours

Les sauveteurs passent à tour de rôle 24 heures consécutives et effectuent 5 permanences annuellement.



Au cours de ces permanences, toute l'instruction théorique leur est faite sur tout le matériel de sauvetage.

Actuellement, sur le plan bassin, nous disposons de 105 équipes de sauveteurs (une équipe comprenant 4 sauveteurs et 1 agent de maîtrise) et de 89 sauveteurs de réserve pour compléter les équipes en cas d'absence d'un sauveteur.

7) Formation des jeunes sauveteurs

Dix sessions sont prévues pour la formation des jeunes sauveteurs.

Chaque session comprendra un enseignement théorique et pratique, puis des exercices avec difficultés accrues.

8) Formation des jeunes ingénieurs

Les jeunes ingénieurs seront formés de façon identique aux jeunes sauveteurs.

III. BELGIQUE

1) Ad chapitre A 1.- Postes de sauvetage et sauveteurs

Par suite de la fermeture de plusieurs sièges d'extraction et de l'arrêt momentané du recrutement de travailleurs étrangers, le personnel inscrit au fond est en forte régression par rapport à l'année 1959 (92 190 - 77 333 = 14 857 unités en moins).

Le nombre total des sauveteurs est en diminution et est passé de 1 395 à 1 233 soit 162 unités en moins.

Le nombre de sauveteurs par 1 000 ouvriers inscrits est en augmentation de 15,13 à 15,94 par rapport à 1959.

2) Ad chapitre A 2 - Equipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé

a) Tous les appareils Dräger BG 170/400 ont été transformés en BG 172.

- b) La centrale de sauvetage de Marcinelle a fait l'acquisition du matériel didactique nécessaire à l'enseignement de la méthode de respiration artificielle dite "bouche à bouche" ou "bouche à nez".
- c) La centrale de sauvetage de Glain (Liège) a fait l'acquisition de 6 appareils Dräger EG 172.
- d) Cette centrale a également fait l'acquisition du matériel didactique nécessaire à l'enseignement de la méthode de respiration artificielle dite "bouche à bouche" ou "bouche à nez". Les locaux de cette centrale ont été agrandis et aménagés.

Un nouvel atelier de remplissage de cartouches d'exercice pour appareils respiratoires a été aménagé.

- e) Le Coordinatiecentrum Reddingswezen (C.C.R.) de la Campine a fait l'acquisition de cinq appareils Fenzy 56.

3) Ad Chapitre C. - Accidents lors du port d'appareils de protection contre les gaz

- Un sauveteur a dû brusquement suspendre l'exercice par suite du non-fonctionnement du 2ème débit de son appareil EG 170/400.

\*

\*

\*

**APPENDICE:**

**Annexe VIa**

(Doc. 1816/63/1)

## **Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Troisième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage (Etat 1961)

A.- INTRODUCTION

Le groupe de travail "Organisation de sauvetage" de l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille a l'honneur de présenter son troisième rapport sur l'organisation du sauvetage dans les mines suivant la situation de 1961.

Ainsi qu'il l'a déjà fait dans son deuxième rapport, il se permet de rappeler à nouveau que le premier rapport reproduisant la situation en 1959, comportait un large tour d'horizon de l'organisation du sauvetage dans les pays de la Communauté et au Royaume-Uni passant notamment en revue la formation et l'entraînement des sauveteurs, l'organisation des travaux de sauvetage, l'aide mutuelle en cas de catastrophe minière, l'emploi d'appareils respiratoires isolants d'une durée de 2 heures et plus, et les autres matériels disponibles, les mesures tendant à assurer la disponibilité d'appareils de protection contre les gaz toujours prêts à être mis en service, les mesures préparatoires pour les cas graves, etc.

Les rapports ultérieurs seront établis suivant le schéma commun. Il y a lieu d'indiquer qu'une comparaison des chiffres cités dans les rapports n'est possible qu'à une échelle réduite.

Ces rapports signalent des modifications profondes intervenues depuis l'année précédente ainsi que les événements intéressants.

La situation actuelle dans l'industrie charbonnière se traduit par une réduction de l'effectif des sauveteurs, revenu de 14.405 (1960) à 13.981 (1961), qui touche pratiquement tous les bassins mentionnés. Le nombre des sauveteurs par 1 000 ouvriers du fond a légèrement augmenté.

Alors qu'au chapitre B "nombre des interventions en cas d'accidents", fournissant des informations au sujet de la fréquence, la raison et l'objet de chacune des interventions des services de sauvetage, accusent pour l'année sous revue une diminution du nombre des interventions de 91 à 80, les "accidents lors du port d'appareils de protection contre les gaz", mentionnés au Chapitre C, accusent une augmentation de 2 unités.

Ces rapports constituent une contribution importante pour l'échange d'expériences au sujet de l'évolution du sauvetage, dont l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille a chargé le groupe de travail "Organisations de sauvetage", composé des chefs des centrales de sauvetage et d'Experts en matière de sauvetage des pays de la Communauté et du Royaume-Uni.

## Poste de sauvetage et sauveteurs

Pays:	République Fédérale d'Allemagne			France		Belgique			Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	Nombre total		
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord/Pas-de-Calais	Lorraine	Borinage	Centre	Charle-roi/Namur					Liège	Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
a) Siège de la centrale de sauvetage (+)	Essen-Kray	Höngensdorf b. Aachen	Friedrichsthal	Lens	Merlebach	Frame-ries	Ressaix	Marcinelle	Glain	Hasselt	Sulcois			
b) Nombre de postes de sauvetage (++)	114	9	16	64	10	1	1	1	1	7	4	12	A: 15 B: 15	270
c) Nombre de sauveteurs	5.216	389	721	743	590	147	135	359	241	370	61	692	4.317	13.981
d) Nombre total du personnel inscrit au fond	237.336	20.361	30.514	77.260	23.085	7.028	4.789	17.086	12.045	25.511	2.243	26.680	454.256	938.194
e) Sauveteurs par 1000 personnes inscrites au fond	21,9	19,1	23,1	9,6	25,0	20,9	28,2	21,0	20,0	14,5	27,0	26,0	9,5	14,9

(+) Pour le Royaume-Uni: Il y a une centrale de sauvetage pour chaque mine se trouvant dans un rayon de 15 miles.

Il y a une commission de sauvetage pour chaque bassin; en outre il existe un Comité national consultatif auprès de la Direction du National Coalbeard.

(++) Pour le Royaume-Uni = Réparti entre les postes du "Plan A" et les postes du "Plan B" (voir 2è rapport de l'Organe Permanent, Annexe B, page 45)

-) Non compris 25 % du personnel de maîtrise (4142) apte de sauvetage.

=) Y compris agents de maîtrise



Pays:	République Fédérale d'Allemagne			France			Belgique			Italie	Pays-Bas	Reyaume-Uni	Nombre Total	
	Ruhr (2)	Aix-la-Chapelle (3)	Sarre (4)	Nord/Pas-de-Calais (5)	Lorraine (6)	Borinage (7)	Centre (8)	Charle-roi/Namur (9)	Liège (10)					Campine (11)
Type d'appareils:														
a) Dräger 1924														
b) Dräger 160									2					2
c) Dräger 160 A	1.266	88	295		142	26	20	16	22	77	73	150		2.175
d) Dräger 170/400	660	22					6	24	6	38	12			768
e) Dräger 172	681	17	11		36	14	2		14	17	27	32		851
f) Dräger kg 210											25			25
g) Auer MR II/32	142	2										15		159
h) Auer MR 54/400	56	1										30		87
1) Auer MR 56/400	55	1												56
k) Fensy 22														-
l) Fensy 47														-
m) Fensy 56				398		64				5				467
n) Pirelli med. 45											6			6
o) BBM Aerecheen										2			4	6
p) BBM Aerepher													200	200
q) Prete													899	899
r) Savex													218	218
T o t a l	2.860	131	306	398	242	40	28	40	44	139	143	227	1.321	5.919
Pour 100 sauve-teurs	54,8	33,7	42,4	53,0	41,0	27,2	20,8	11,1	18,3	37,6	234,4	32,0	30,6	42,4





## B. NOMBRE D'INTERVENTIONS DE SAUVETEURS UTILISANT LES APPAREILS RESPIRATOIRES A CIRCUIT

## FERME EN CAS D'ACCIDENT

Causes	Coup de grisou ou de poussière:			Dégagement des gaz naturels			Incendies de mine			Feux de mine			Ouverture de barrages			Causes diverses			Nombre total		
	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++
Bassin	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1. Ruhr				1	2	33		2	1.169		22	7.473	4	429	1	1	1	380	2	31	9.484
2. Aix-la-Chapelle					1			1									2			4	
3. Sarre					2	10					2	5	4	25			2	25		10	65
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE								3	1.169		24	7.478	8	454	1	5	405		2	45	9.549
5. Nord/Pas-de-Calais											1	3.500								1	3.500
6. Lorraine																					
7. FRANCE											1	3.500								1	3.500
8. Borinage													1	93			1	4		3	97
9. Centre																					
10. Charleroi-Namur																	1	7		1	7
11. Liège										1	123		1	190						2	313
12. Campine										1	65									1	65
13. BELGIQUE											2	188	2	283			2	11		7	482
14. ITALIE (Sulcis)											1	15								1	15
15. PAYS-BAS (Limbourg)																					
16. ROYAUME-UNI			80	1	2	82	3	5	110		3	766	3	147	4	2	141		8	16	1.326
TOTAL : COMMUNAUTE + ROYAUME-UNI			80	2	7	125	3	8	1.279		31	11.947	13	884	5	9	557		10	70	14.872

a)+ = pour le sauvetage du personnel

b)++ = pour le sauvetage du matériel

c)+++ = nombre de cartouches d'épuration de l'air



Année : 1961

C. ACCIDENTS LORS DU PORT D'APPAREILS DE PROTECTION CONTRE LES  
GAZ SURVENUS AUX SAUVETEURS

B a s s i n	En cas d'intervention		En cas d'exercice	
	non mortel	mortel	non mortel	mortel
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Ruhr		1		
2. Aix-la-Chapelle				
3. Sarre				
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE	-	1	-	-
5. Nord/Pas-de-Calais				
6. Lorraine				1
7. FRANCE	-	-	-	1
8. Borinage				
9. Centre				
10 Charleroi-Namur				
11 Liège				
12 Campine				
13 BELGIQUE	-	-	-	-
14 ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-
15 PAYS-BAS (Limbourg)	-	-	-	-
16 ROYAUME-UNI	1	-	-	-
TOTAL: Communauté et Royaume-Uni	1	1	-	1

D.- Commentaires, indications complémentaires et modifications importantes  
par rapport à l'année 1960

---

I.- REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

1) Ad chapitres B et C: Nombre d'interventions en cas d'accident et accidents dus au port d'appareils de protection contre les gaz

Les interventions dans les bassins de la Ruhr et de la Sarre dont les chiffres caractéristiques sont mentionnés dans le présent rapport sont exposés en détail dans les rapports annuels des centrales de sauvetage d'Essen-Kray et de la Sarre.

Ces rapports seront transmis à tous les membres du groupe de travail "Sauvetage", de sorte qu'il est superflu de reproduire ici l'exposé de ces interventions.

2) Résultats de la recherche et évolution

La centrale de sauvetage d'Essen-Kray a poursuivi, au cours de l'année sous revue, ses travaux de recherches et d'essais. Elle a tout spécialement fait porter son attention sur l'essai non destructif d'auto-sauveteurs à filtre contre l'oxyde de carbone. Elle travaille encore à la mise au point de tels procédés d'essais.

Lors de la vérification des masques de protection contre l'oxyde de carbone, il a fallu examiner l'aptitude à l'usage ultérieur de 51 % des 300 000 appareils disponibles. A cette fin, il a fallu vérifier 1 800 appareils dans le laboratoire.

Dans le domaine de la protection contre l'incendie, il a été procédé à une étude minutieuse d'inflammations spontanées et de leur cause.

Par ailleurs, la centrale a examiné des extincteurs à poudre sèche et des installations utilisant l'eau pour l'extinction d'incendies dans les puits ou dans les bures.

Le procédé tchèque pour l'étanchéification au latex de barages et de galeries a fait l'objet de nombreux essais. La centrale a achevé l'étude des autosauveteurs de protection intégrale, entreprise en 1959 à la demande de la Haute Autorité.

II. FRANCE

1) Ad chapitre B: Accidents dus au port d'appareils de protection - Bassin du Nord/Pas-de-Calais

Cet intervention a nécessité l'emploi de 3.500 cartouches par suite des difficultés rencontrées dans l'étanchéification de l'ensemble des circuits intéressant le quartier en feu.

Ad chapitre C: Accidents lors du port d'appareils de protection  
contre les gaz

- Bassin de Lorraine

Durant un exercice d'entraînement des sauveteurs du fond, ceux-ci étaient occupés à déséquiper un tubbing en cul-de-sac non aéré.

Au cours de cette opération, un sauveteur qui montait dans le tubbing, s'affaissa brusquement, après avoir toutefois eu le temps de s'accrocher à l'aide d'un mousqueton de sa ceinture de sécurité.

Descendu au pied du tubbing, il ne put être réanimé, malgré intervention médicale.

L'appareil respiratoire fut trouvé en parfait état lors des différents examens.

Il y a lieu de supposer que la victime ait enlevée l'embouchure de son masque dans une atmosphère pauvre en oxygène.

III.- BELGIQUE

Quoique le nombre total d'ouvriers du fond ait diminué, le nombre de sauveteurs a augmenté de 1233 à 1252 par rapport à l'année 1960.

Le nombre de sauveteurs par 1000 ouvriers inscrits au fond est en augmentation de 15,9 (1960) à 18,8 (1961).

a) Bassin de Borinage

La Centrale de Frameries continue à entraîner les sauveteurs aux travaux à haute température. Les exercices à haute température  $t_e = 36^\circ$  ont une durée de 1 h 10 minutes. Ceux à  $t_e = 33^\circ$  ont une durée de 2 h.

Les sauveteurs effectuent régulièrement des exercices de 4 h avec des appareils à longue durée Dräger BG 172 en température normale. Périodiquement, les sauveteurs effectuent des exercices en atmosphère toxique (CO).

b) Bassin du Centre

Par suite de la fermeture de nombreux sièges, la Centrale de Sauvetage cessera toute activité à partir du 1.1. 1962. Les Charbonnages affiliés à cette Centrale seront rattachés aux Centrales de Marcinelle ou de Frameries.

c) Bassin de Charleroi-Namur

La nouvelle salle d'exercice de la Centrale de Marcinelle donne entière satisfaction. On y fait régulièrement des exercices en atmosphère enfumée.

d) Bassin de Liège

La Centrale de Glain n'a pas de renseignements particuliers à fournir au sujet de l'année sous revue 1961.

e) Centre de Coordination du Sauvetage de Campine (C.C.R.) à Hasselt

Conformément à sa mission, le Centre de Coordination de Campine poursuit son activité dans le domaine de la formation et de l'entraînement des sauveteurs des 7 postes de sauvetage de Campine.

Le nombre d'exercices d'entraînement de sauveteurs s'est élevé, en 1961, à 2.600. Ces exercices sont effectués à des températures humides variant de 18 à 30° et des températures sèches de 31 à 40°. Ils ont une durée de 1 h 45 minutes.

Ces exercices sont précédés et suivis d'un examen médical comprenant entre autres des examens sanguins et urinaires ainsi que des électro-cardiogrammes.

Le Centre de Coordination continue ses études dans le domaine de l'amélioration des appareils respiratoires à cycle fermé ainsi que la recherche de l'amélioration du matériel, de l'équipement et des nouveaux moyens de sauvetage plus efficaces, plus pratiques et plus rapides.

Les relations avec les Centrales de Sauvetage étrangères et les Instituts de recherche deviennent, de jour en jour, plus nombreuses et plus suivies.

2. Ad chapitre B : Nombre d'interventions en cas d'accident

a) Bassin de Borinage

- Un feu spontané s'est déclaré dans les remblais. Après avoir tenté d'éteindre le feu, on a dû y renoncer et construire des barrages à l'entrée et au retour d'air. Après 4 reconnaissances effectuées dans le chantier, il a été réouvert avec succès après 11 mois de fermeture. 136 analyses complètes de l'air ont été faites. 41 cartouches de potasse pour appareils respiratoires à cycle fermé et 52 filtres de travail de protection contre l'oxyde de carbone ont été utilisés.

- Reconnaissance dans un nouveau sinistré par un coup d'eau.

b) Bassin de Charleroi-Namur

- Les sauveteurs ont collaboré au raccordement de tuyauteries de captage de grisou.



c) Bassin de Liège

- Un feu s'est déclaré dans un chantier qui a nécessité son isolement par barrages.

Nombre de cartouches de potasse utilisées: 123.

126 analyses complètes de l'air ont été effectuées.

- Reprise d'un chantier fermé par barrage avec construction de barrages provisoires et d'un barrage définitif.

Les travaux se sont déroulés dans une température effective de 32°.

d) Bassin de la Campine

- Fermeture d'un chantier où s'était déclaré un feu spontané.

Le nombre d'analyses complètes de l'air a été de 170.

La construction des barrages s'est faite sous protection d'appareils respiratoires à cycle fermé (31 cartouches) et de filtres de protection contre l'oxyde de carbone (34).

\*

\*

\*

**APPENDICE:**

**Annexe VIIa**

(Doc. 7084/63/1)

## **Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Quatrième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage (Etat 1962)

A.- INTRODUCTION

Le groupe de travail "Sauvetage" de l'Organe permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille a poursuivi dans son rapport annuel l'échange d'expériences concernant l'organisation et le développement du sauvetage dans les mines.

Il a - comme les années précédentes - composé le rapport pour l'année 1962, sous forme condensée. Ce rapport donne connaissance de questions pratiques au sujet de l'organisation de sauvetage dans les pays de la Communauté et au Royaume-Uni ainsi que des événements ou changements survenus par rapport aux années précédentes.

Au Chapitre A. 1) "Poste de sauvetage et sauveteurs", on a cité pour la première fois les domaines de compétences des Centrales de sauvetage.

Pour les autres particularités traitées dans ce rapport ou pour les autres points qui concernent l'organisation de sauvetage, on se référera au premier rapport du groupe de travail, qui a été publié comme Annexe B au Deuxième Rapport de l'Organe permanent (Juin 1961).

Par décision de l'Organe permanent, ces rapports seront établis à l'avenir tous les deux ans de sorte que le prochain rapport couvrira la période des années 1963 et 1964.

\*

\*

\*



Année : 1962 (Etat au 31/12/1962)

## A. 1) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES

## Poste de sauvetage et sauveteurs

Pays	République Fédérale d'Allemagne			France		Belgique			Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	Nombre total	
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord/Pas-de-Calais	Lorraine	Borinage	Charleroi NEMUR	Liège					Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
a) Siège de la Centrale de Sauvetage (Domaines de compétence*)	Essen-Kray (1,2,4,5,6)	Hoengen-Mariendorf (1,2,4)	Friedrichsthal (1,2,3,4,6)	Lens (1,2,4,6)	Merlebach (1,2,3,4)	Fraternies (1,2,3,4,5,6)	Marcinelle (1,2,3,4)	Glain (1,2,3,4)	Hasselt (1,2,4,6)	Min.Serui oi "Serbarir" (1,2,4)		(+)	
b) Nombre de postes de sauvetage (++)	108	7	15	61	10	1	1	1	7	4	12	A - 15 B - 14	256
c) Nombre de sauveteurs	5.163	343	721	709	590	141	339	237	366	46	704	4.104	13.463
d) Nombre total du personnel inscrit au fond	220.179	18.005	28.998	77.186	22.640	7.581	19.309	11.599	25.617	1.662	26.328	437.366	896.470
e) Sauveteurs par 1000 personnes inscrites au fond	23,45	19,05	23,2	9,1	25,62	18,6	17,5	20,4	14,28	27,7	26,4	9,38	15,0

(+) Pour le Royaume-Uni: - Au niveau national il n'existe pas de Centrale de Sauvetage. Pour chaque bassin un Comité est institué pour l'organisation du sauvetage; en outre il existe un Comité national consultatif auprès de la Direction du National Coal Board qui s'occupe de tous les aspects des opérations de sauvetage, y compris la recherche scientifique.

- Chaque station de sauvetage dessert normalement les mines se trouvant dans un rayon de 15 miles. Elles sont réparties entre les postes du "Plan A" et les postes du "Plan B".

## \*) Domaines de compétence:

- Numéros de désignation: 1 = Organisation de sauvetage  
2 = Surveillance des sauveteurs et des postes de sauvetage  
3 = Service de permanence des équipes de sauveteurs  
4 = Formation  
5 = Examen d'agrément des appareils de sauvetage  
6 = Travaux de recherche dans le domaine du sauvetage

- Les postes du "Plan A": Ils sont dotés de leur propre corps permanent de sauveteurs demeurant au poste même ou dans le voisinage et qu'assiste un certain nombre de sauveteurs à temps partiel dans les mines desservies par le poste.

- Les postes du "Plan B": Ils ne disposent pas de personnel permanent et opèrent exclusivement à l'aide des brigades de sauvetage attachées aux mines.

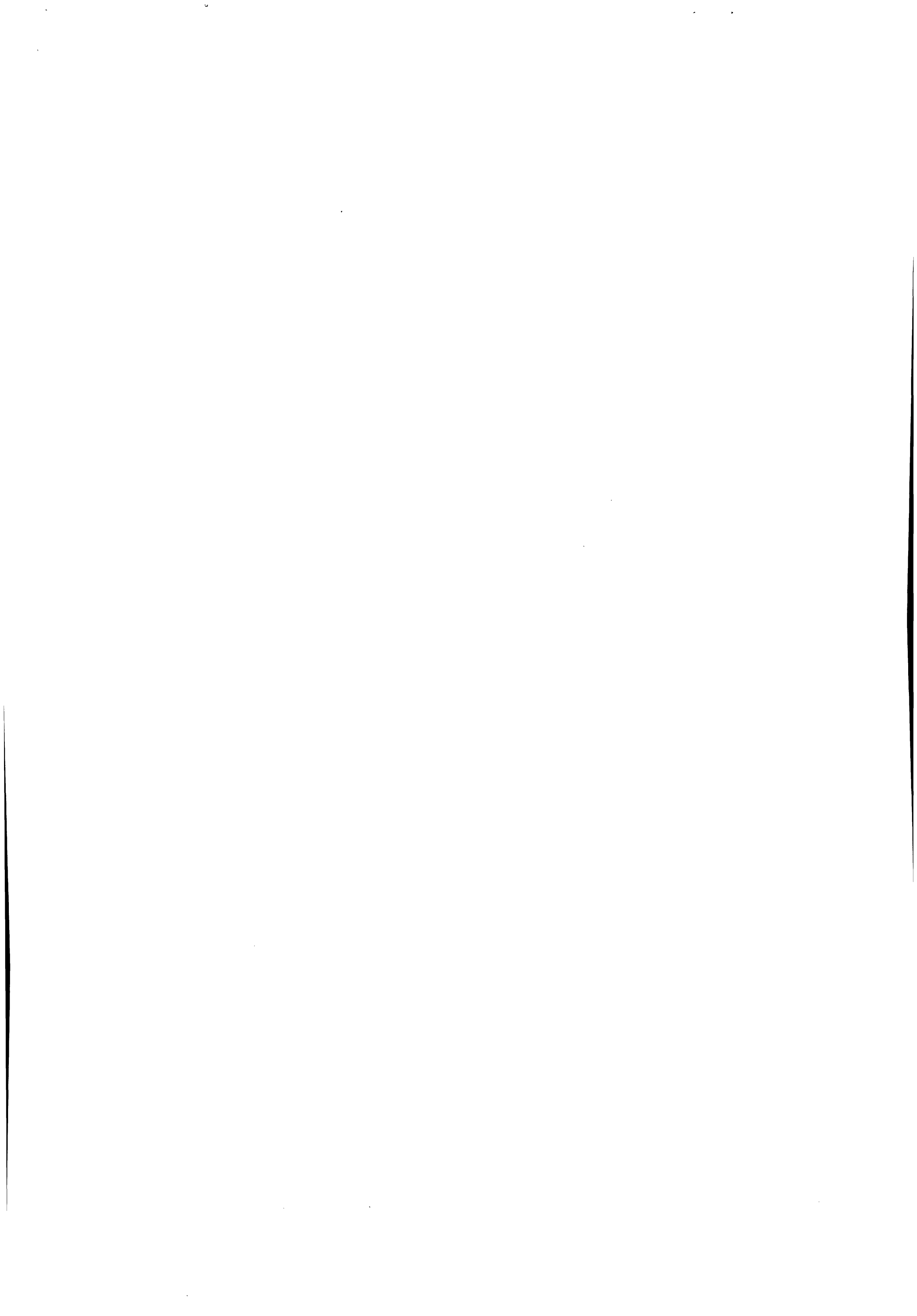


Année : 1962 (Etat au 31/12/1962)

A. 2) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES  
Equipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé  
d'une durée de deux heures et plus

Doc. No. 7084/63/1 d

Pays	République Fédérale d'Allemagne		France		Belgique			Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	Nombre-Total		
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord/Pas-de Calais	Lorraine	Borinage	Charleroi/Namur					Liège	Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Type d'appareil:													
a) Dräger BG 160 A	1.247	78	295		143	26	16	22	84	72	134		2.117
b) Dräger BG 170/400	691	22				5	24	6	40	12			800
c) Dräger BG 172	693	18	11		36	14		14	14	23	48		871
d) Auer MR II/32	126	2								15			143
e) Auer MR 54/400	66	1									30		97
f) Auer MR 56/400	45	1											46
g) Fenzy 56				394	63				5				462
h) Pirelli 45													
i) BBM Aerecheon						2			2			4	8
j) BBM Aerophor												200	200
k) Proto												900	900
l) Savox												205	205
T o t a l	2.868	122	306	394	242	47	40	42	145	107	227	1.309	5.849
Pour 100 sauveurs	55,5	35,5	45,4	55,5	41,7	33,3	11,8	17,7	39,6	232,6	32,3	31,9	43,4





Année: 1962 (Etat au 31/12/1962)

## B. NOMBRE D'INTERVENTIONS DE SAUVETEURS UTILISANT LES APPAREILS

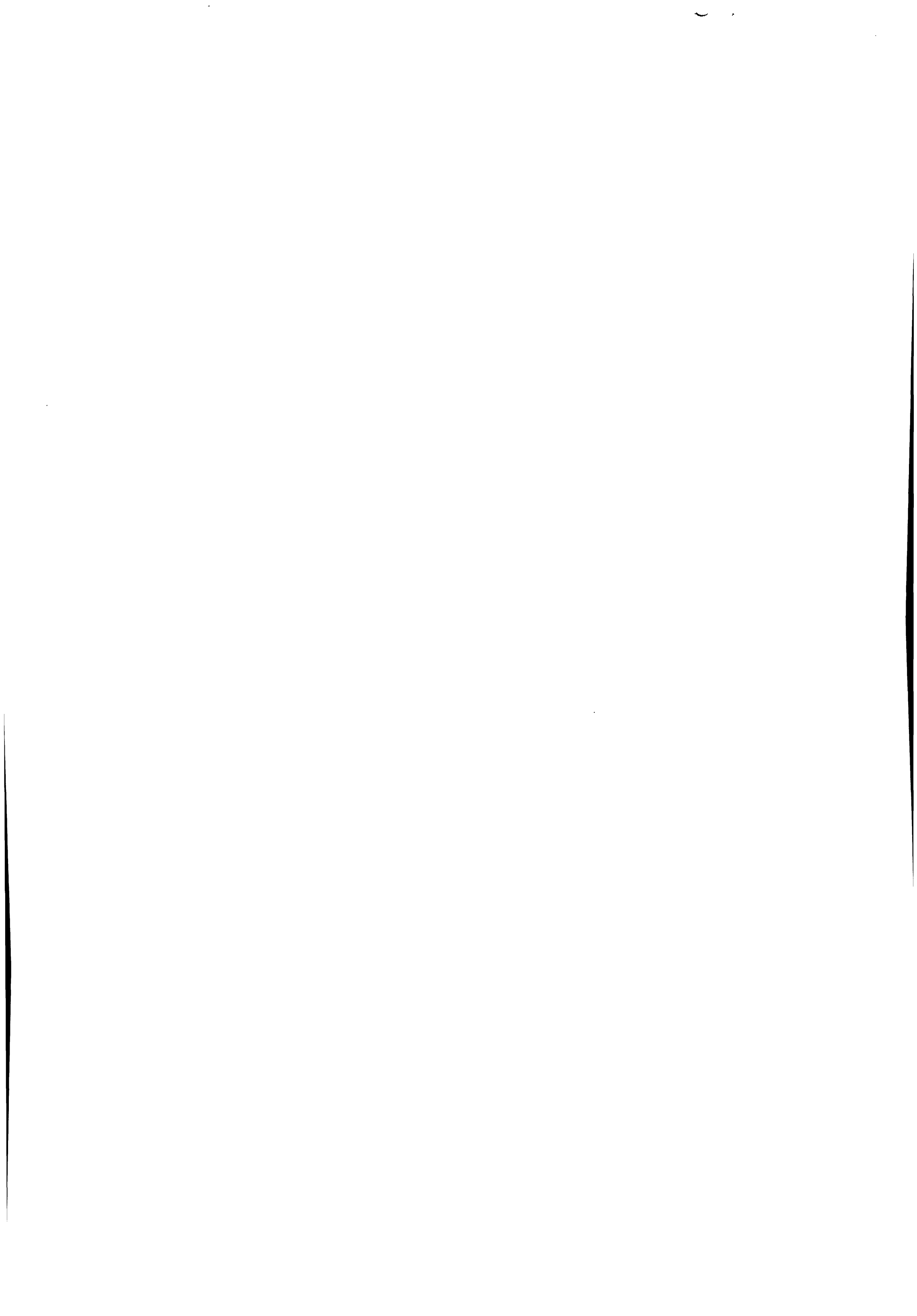
## RESPIRATOIRES A CIRCUIT FERME

Causes	Coup de grisou ou de poussière			Dégagement des gaz naturels			Incendies de mine			Feux de mine			Ouverture de barrages			Causes diverses			Nombre total		
	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1. Ruhr	1	-	30	-	2	13	-	13	2.668	-	23	4.038	-	-	-	1	5	1.242	2	43	7.991
2. Aix-la-Chapelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Sarre	1	-	94	-	4	19	-	1	8	-	-	-	-	1	8	-	3	31	1	9	160
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE	2	-	124	-	6	32	-	14	2.676	-	23	4.038	-	1	8	1	8	1.273	3	52	8.151
5. Nord/Pas-de-Calais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	64	-	-	-	-	-	-	-	-	64
6. Lorraine	1	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	1	1	30	2	2	70
7. FRANCE	1	-	10	-	-	-	-	-	-	-	1	64	-	1	30	1	1	30	2	3	134
8. Borinage	-	-	-	1	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	3	16
9. Charleroi-Namur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Liège	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	171	-	-	-	-	1	3	-	3	176
11. Campine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. BELGIQUE	-	-	-	1	2	12	-	1	2	-	1	171	-	-	-	-	2	7	1	6	192
13. ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. PAYS-BAS (Limbourg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15. ROYAUME-UNI	5	-	87	1	1	20	2	4	238	1	2	166	1	3	740	2	9	389	12	19	1.640
TOTAL: COMMUNAUTE + ROYAUME-UNI	8	-	221	2	9	64	2	19	2.916	1	27	4.439	1	5	778	4	20	1.699	18	80	10.117

a)+ = Interventions pour le sauvetage du personnel

b)++ = Interventions pour d'autres raisons

c)+++ = nombre de cartouches d'épuration de l'air



Année: 1962 (Etat au 31/12/1964)

C. ACCIDENTS LORS DU PORT D'APPAREILS DE PROTECTION CONTRE  
LES GAZ SURVENUS AUX SAUVETEURS

B A S S I N	En cas d'intervention		En cas d'exercice	
	non mortel	mortel	non mortel	mortel
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Ruhr	-	-	-	-
2. Aix-la-Chapelle	-	-	-	-
3. Sarre	-	-	-	-
4. REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE	-	-	-	-
5. Nord/Pas-de-Calais	-	-	-	-
6. Lorraine	-	-	-	-
7. FRANCE	-	-	-	-
8. Borinage	-	-	-	-
9. Charleroi-Namur	-	-	-	-
10. Liège	-	-	-	-
11. Campine	-	-	4	-
12. BELGIQUE	-	-	4	-
13. ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-
14. PAYS-BAS (Limbourg)	-	-	-	-
15. ROYAUME-UNI	-	1	1	-
TOTAL: Communauté et Royaume-Uni	-	1	5	-

**D.- COMMENTAIRES, INDICATIONS COMPLEMENTAIRES ET MODIFICATIONS  
IMPORTANTES PAR RAPPORT A L'ANNEE 1961**

---

**I.- REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE**

**1) Au Chapitre B : Nombre d'interventions en cas d'accidents**

Le nombre d'interventions des équipes de sauvetage en cas d'accidents a augmenté dans l'année sous revue de 45 à 53, sans qu'une conclusion doive être trouvée à cette augmentation.

La description des interventions - même réduites aux faits remarquables - dépasserait le cadre de ce rapport.

Les membres des Groupes de travail en ont été informés par les rapports annuels des Centrales de Sauvetage.

**2) Résultats de la recherche et évolution**

**- Centrale de sauvetage d'Essen-Kray**

**a) Filtres autosauveteurs à CO**

Les travaux relatifs au développement de méthodes d'essais non destructifs des filtres autosauveteurs à CO ont été poursuivis. On espère pouvoir publier les premiers résultats au cours de l'année prochaine.

Le laboratoire de la Centrale de sauvetage a examiné 134.262 = 55,2 % des filtres autosauveteurs à CO en usage, quant à leur aptitude à l'emploi ultérieur.

**b) Protection et lutte contre les incendies de mine**

La recherche concernant le problème des feux spontanés n'est pas encore terminée.

Pour une analyse plus précise des cas particuliers de feux, on a rassemblé les cas de feux signalés à la Centrale de sauvetage dans une "cartothèque des feux

.../...

de mine". Dans celle-ci sont conservées toutes les caractéristiques d'un incendie. (Forme d'apparition, cause initiale, données géologiques et industrielles du chantier atteint, mesures prises pour la lutte, etc.).

Une fiche établie suivant un code particulier permet d'extraire rapidement tous les cas comparables, afin de les examiner comparativement lors de la lutte et la prévention des feux de mine. Actuellement ces fiches rassemblent tous les incendies de mine des années 1958 à 1962.

- Le nouveau procédé mis au point par la "Versuchsgrubengesellschaft m.b.H." à Dortmund, avec l'aide financière de la Haute Autorité, pour la confection de barrages en plâtre destinés à la lutte contre les incendies de mine lorsqu'il y a danger d'explosion, a été essayé plusieurs fois dans des conditions voisines de la réalité, afin de rassembler à ce sujet de plus amples expériences.
- La recherche concernant l'influence des incendies de mine sur l'aérage descendant a été poursuivie.

## II.- FRANCE

### Ad Chapitre B : Nombre d'interventions en cas d'accidents

#### - Bassin du Nord/Pas-de-Calais:

Colonne (12) - Siège 4 d'Oignies - 7 mars 1962 - Feu d'éboulis charbonneux dans un dressant

Des travaux de barrages (deux sur les entrées du panneau, un sur le retour, un sur le niveau supérieur) se sont poursuivis du 7 au 14 mars 1962 afin d'isoler complètement de feu.

#### - Bassin de Lorraine:

Colonne (2) - Siège Marienau - 7 octobre 1962 - Coup de grisou

Au cours d'une tournée de contrôle dans un cul-de-sac de bowette, la victime fut tuée sur le coup par une explosion de grisou.

.../...

Colonne (15) - Siège Ste Fontaine - 17 novembre 1962 - Veine H - Ouverture d'un barrage

Réouverture d'un barrage en voie de tête d'une veine qui avait été formé le 5 septembre 1962, suite à un échauffement.

Refermeture du chantier les 20 et 21 novembre 1962 à la suite d'un nouveau dégagement de CO de cette veine.

Colonne (17) - Siège Reumaux - 10 avril 1962

Eboulement en couronne dans un dressant bloquant deux ouvriers pendant 24 heures.

Colonne (18) - Siège Cuvelette - 5 décembre 1962 - Déboitage de canars dans un traçage

Intervention des sauveteurs pour la réinstallation des canars pour l'évacuation du CH<sub>4</sub>.

II.- BELGIQUE

1.- Ad chapitre A.1 : Poste de sauvetage et sauveteurs

a) Centrale de Frameries

Elle a continué à entraîner ses sauveteurs à haute température. Les sauveteurs les mieux entraînés effectuent des exercices d'une durée d'1 h 10' à une température humide de 35° et une température sèche de 48°.

b) Centrale de Marcinelle

Le service d'analyse des gaz a mis au point un appareil très simple et très rapide de détermination d'hydrogène dans les fumées d'incendie.

c) Centrale de Glain

Matériel didactique. La Centrale possède un appareil de projection de films et de diapositives. Elle a préparé une importante collection de diapositives et de nombreux films sonorisés par ses soins.

La formation et l'entraînement des sauveteurs sont complétés par un cours d'éducation physique. Les fiches "état de force" établies annuellement constatent une nette amélioration physique des sauveteurs qui suivent ces cours.

d) Centre de coordination du sauvetage de Campine

Il a mis au point une méthode d'inspection des bonbonnes à oxygène des appareils respiratoires.

Cette Centrale a acquis deux jeux complets de "Latexage" pour étanchement de barrages. Elle a en dépôt une quantité suffisante de latex pour les premiers besoins.

Un accord a été conclu avec une firme belge pour garantir l'approvisionnement ultérieur, en cas de besoin. Elle a, également, en stock, 100 m<sup>2</sup> de toile en P.V.C. pour étanchement de barrages.

Le programme de recherches a comporté:

- 1) l'amélioration des embouts buccaux des appareils respiratoires. La firme Draeger fabrique, actuellement, des embouts conformes aux modifications proposées par le C.C.R.;
- 2) L'étude des réactions physiologiques des sauveteurs au travail à haute température;
- 3) en collaboration avec la Centrale d'Essen-Kray, l'Institut physiologique de l'Université de Liège et avec l'aide financière de la CECA elle va entreprendre un programme de recherches concernant l'amélioration des appareils respiratoires;
- 4) une méthode de construction de barrage en blocs de "Siporex" et toile de P.V.C.;
- 5) des essais de construction de barrages en ballons gonflables et en sacs de caoutchouc remplis d'eau. Ces essais n'ont pas été concluants;
- 6) des essais de nouveaux extincteurs;
- 7) des essais de construction de barrages en plâtre suivant les essais déjà effectués à la mine expérimentale "TREMONIA" à Dortmund.

.../...

## 2.- Ad chapitre B : Nombre d'interventions en cas d'accident

a) Bassin de Borinage : La Centrale est intervenue à trois reprises, après des dégagements instantanés.

Colonne (5) : Un dégagement instantané. Dans une taille deux des travailleurs ont été pris sous le charbon.

Colonne (6) : Deux petits dégagements instantanés en taille. L'intervention s'est limitée à une reconnaissance dans le retour d'air. Aucune victime.

Colonne (18) : Un coup d'eau a coupé la ventilation. Reconnaissance dans le retour d'air.

b) Bassin de Liège :

Colonne (9) : Un début d'incendie. L'incendie était éteint lorsque les sauveteurs sont arrivés sur place.

Colonne (12) : Un feu spontané a nécessité la construction d'un barrage dans la voie de retour d'air dans des conditions difficiles.

Colonne (18) : Des odeurs d'origine inconnue ont été perçues, mais ont rapidement disparu. Les sauveteurs ont effectué une reconnaissance dans le retour d'air.

## 3.- Ad chapitre C: Accidents lors du port d'appareils de protection contre les gaz

- Deux fois au cours des exercices, un appareil "Dräger" a eu son détendeur bouché à cause de la rouille se trouvant dans la bonbonne à oxygène.

On a trouvé beaucoup d'eau et de la rouille dans les deux bonbonnes. Les bonbonnes de Campine n'avaient jamais été vérifiées. Pour éviter que cet accident ne se reproduise, le C.C.R. a acheté un cystoscope (appareil médical) permettant l'examen minutieux de l'intérieur des bonbonnes et, en 1963, toutes les bonbonnes des charbonnages du bassin seront vérifiées au C.C.R., passées au jet de sable et remontées à raison de 20 bonbonnes à la fois. Les bonbonnes du C.C.R. assureront le roulement.

.../...



Si après sablage, des bonbonnes présentent à la vue des anomalies elles seront soumises à l'examen d'un technicien de la firme Dräger.

- Deux autres incidents se sont produits au cours d'exercice avec des appareils "Dräger" 170/400 BG dont le levier de commande de l'alimentation automatique était détaché du sac au départ.
- Le Centre de Coordination du Sauvetage a modifié l'ordre des opérations successives à faire par le sauveteur lors du contrôle individuel avant de pénétrer dans l'atmosphère délétère. Ce défaut peut ainsi être décelé avant le départ des sauveteurs.

#### IV.- PAYS-BAS

"Dans le bassin du Limbourg un dépôt central a été installé pour le grand matériel de sauvetage, notamment le matériel nécessaire pour la construction de barrages.

Ce dépôt commun à toutes les mines du bassin est confié au Service de Sauvetage des Mines Oranje-Nassau à Heerlen lequel est chargé de l'approvisionnement et de l'entretien du matériel, par exemple des matelas de laine de verre, des sacs de jute, des buses de barrage, etc.

En cas de sinistre chaque mine peut disposer de ce matériel".

\*

\*

\*

**APPENDICE:**

**Annexe VIIIa**

(Doc. 7943/65)

## **Appendice**

**au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille**

- Cinquième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage pour les années 1963 et 1964**

**APPENDICE:**

**Annexe VIIIa**

(Doc. 7943/65)

### **Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Cinquième rapport du groupe de travail «Sauvetage» sur les  
organisations de sauvetage pour les années 1963 et 1964

A. INTRODUCTION

Le groupe de travail "Sauvetage" de l'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille publie son 5e rapport annuel sur l'organisation du sauvetage dans les mines. Sous la forme d'un aperçu comparatif et en suivant toujours le même schéma, ce rapport fournit des renseignements sur des questions importantes dans ce domaine.

Pour les années 1959, 1960, 1961 et 1962, les rapports ont été établis tous les ans. Pour la première fois, le présent rapport couvre la période des années 1963 et 1964. A l'avenir les rapports seront établis tous les deux ans.

Comme il a été précisé en introduction de chacun des rapports précédents, ceux-ci ont pour objet d'informer les centrales de sauvetage des pays de la Communauté et du Royaume-Uni de l'évolution du sauvetage dans les mines. Les résultats de cette évolution et de la recherche ainsi que les interventions remarquables de certaines équipes de sauvetage ont naturellement éveillé l'intérêt du groupe de travail; ils font l'objet d'une étude particulière.

Les résultats de cette étude déterminent souvent l'Organe Permanent à charger le groupe de travail de l'examen de certains problèmes pour lui permettre d'élaborer des recommandations, des directives ou des prises de position de portée générale.

Alors que certaines de ces tâches peuvent être menées à bien par la voie d'un échange de vues, de l'étude des documents existants ou d'expériences pratiques, d'autres nécessitent des recherches qui sont généralement encouragées par la Haute Autorité par l'octroi d'une aide financière.



S'appuyant sur des recherches, le groupe de travail a examiné ou examine avec le groupe de travail "Incendies et feux de mine" les problèmes suivants :

- Lutte contre les feux de mine à l'aide de barrages en plâtre résistant aux explosions.
- Lutte contre l'incendie par le déversement d'eau dans les puits de grande profondeur.

Indépendamment de ces travaux, le groupe de travail a préparé les programmes de recherches suivants :

- Amélioration des conditions respiratoires et physiologiques sous les appareils respiratoires.
- Mise au point d'une méthode simple pour l'étude de la résistance à la chaleur des sauveteurs et des candidats sauveteurs (\*).

En outre, il a examiné les problèmes suivants :

- couverture de quartiers incendiés (\*),
- liaison, dans le domaine de l'information, entre le service de permanence et la brigade de sauveteurs (\*), ainsi que, comme suite à la recherche sur l'établissement de barrages en plâtre résistant aux explosions,
- la formation du personnel pour la construction de barrages en plâtre.

Sont encore à l'ordre du jour les questions suivantes, dont l'étude n'est pas encore terminée :

- la mise au point du filtre autosauveteur à CO,
- l'établissement d'un inventaire du matériel pour certaines opérations de sauvetage,
- l'utilisation de mousse Uréthane pour l'étanchement des barrages.

L'étude des problèmes mentionnés ci-dessus suivis d'un astérisque est terminée. Les documents correspondants ont été distribués à l'Organe permanent en vue d'études ultérieures ainsi qu'aux différents services intéressés des pays de la Communauté et du Royaume-Uni; ils peuvent être obtenus gratuitement, sur demande, au secrétariat de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille (\*).

---

(\*) Secrétariat de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille, Luxembourg, 29, rue Aldringen.

## A. 1) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES

## Postes de sauvetage et sauveteurs

Situation du 31-12-1964

Pays	République fédérale d'Allemagne			France		Belgique				Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	Nombre total
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord/Pas-de Calais	Lorraine	Borinage	Charleroi Namur	Liège	Campine				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
a) siège de la Centrale de Sauvetage (domaine de compétence *)	Essen-Kray 1,2,4,5,6	Hüngenmaria-dorf 1,2,4,	Friedrichs-thal 1,2,3,4,6	Lens 1,2,4,6	Merlebach 1,2,3,4,6	Frâmeries 1,2,3,4,5,6	Marcinelle 1,2,3,4	Glain 1,2,3,4	Hasselt 1,2,4,6	Miniera Seruci 1,2,4	(+)	(++)	
b) Nombre de postes de sauvetage	99	7	15	54	10	1	1	1	7	3	12	A = 14 B = 14	238
c) Nombre de sauveteurs	5 004	324	682	634	588	146	310	261	362	16	718	3 775	12 820
d) Nombre total du personnel inscrit au fond	206 296	13 406	25 672	73 866	22 471	9 381	16 573	12 350	27 342	839	25 123	395 970	829 289
e) Sauveteurs par 1 000 personnes inscrites au fond	24,3	24,2	26,5	8,6	26,2	15,6	18,7	21,1	13,2	19,1	28,6	9,6	15,5

(+) Pour les Pays-Bas - Dans le bassin du Limbourg, il n'existe pas de poste central de sauvetage.

(++) Pour le Royaume-Uni - A l'échelon national, il n'existe pas de centrale de sauvetage. Pour chaque bassin une commission est responsable de l'organisation du sauvetage; en outre, il existe un comité national consultatif auprès de la Direction du National Coal Board, qui s'occupe de tous les aspects du sauvetage, y compris la recherche scientifique.

- Chaque station de sauvetage dessert normalement les mines se trouvant dans un rayon de 15 miles. Elles sont subdivisées en postes de sauvetage du "Plan A" et postes du "Plan B".

\* ) Domaines de compétence :

- Numéros de désignation :
- 1 = Organisation du sauvetage
  - 2 = Surveillance des sauveteurs et des postes de sauvetage
  - 3 = Service de permanence de sauveteurs
  - 4 = Formation
  - 5 = Examen d'agrément des appareils de sauvetage
  - 6 = Travaux de recherche dans le domaine du sauvetage

- Les postes du "Plan A" : ceux-ci ont leur propre corps permanent de sauvetage dont les membres résident dans le poste même ou dans le voisinage; ceux-ci sont assistés par un certain nombre de sauveteurs à temps partiel dans les mines desservies par le poste.

- Les postes du "Plan B" : ceux-ci ne disposent pas de personnel permanent et opèrent exclusivement à l'aide des brigades de sauvetage à temps partiel attachées aux mines.





## A. 2) ORGANISATION DU SAUVETAGE DANS LES MINES

Etat de l'équipement avec des appareils respiratoires à circuit fermé  
d'une durée de fonctionnement de deux heures au moins

Situation au 31-12-1964

Pays	République fédérale d'Allemagne			France		Belgique			Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	nombre total	
	Ruhr	Aix-la-Chapelle	Sarre	Nord/Pas-de-Calais	Lorraine	Horinage	Charleroi/Namur	Liège					Campine
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Type d'appareil													
a) Dräger BG 160 A	1 064	78	291	-	131	26	16	22	84	42	106	-	1 860
b) Dräger BG 170/400	688	22	-	-	-	-	12	6	40	9	-	-	777
c) Dräger BG 172	749	19	29	-	36	19	24	18	14	-	48	-	956
d) Dräger 174	-	-	-	-	13	-	-	-	2	-	-	-	15
e) Auer MR II/32	126	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	138
f) Auer MR 54/400	66	1	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	135
g) Auer MR 56/400	45	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
h) Fenzy 56	-	-	-	394	63	-	-	-	5	-	-	-	462
i) Pirelli 205	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
j) BBM Aerechon	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	4
k) BBM Aerophor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	208	202
l) Proto	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	888	890
m) Savoz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	207
n) Normalair	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
o) Aerorlox	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Total	2 738	123	320	394	243	47	52	46	155	51	232	1 303	5 704
Par groupe de 100 sauveteurs	54,7	38,0	46,9	62,1	41,3	32,2	16,8	18,4	42,8	318	32,3	34,5	44,5

7943/1/65 f



B. NOMBRE D'INTERVENTIONS DE SAUVETEURS UTILISANT DES APPAREILS  
RESPIRATOIRES A CIRCUIT FERME

Années : 1963/1964

Causes	Coup de grisou ou de poussière			Dégagement de gaz naturels			Incendies de mines			Feux de mine			Ouverture de barrages			Causes diverses			Total		
	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++	a)+	b)++	c)+++
Bassins	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1. Ruhr	-	-	-	-	7	221	2	15	8431	-	29	5027	-	6	131	-	15	333	2	72	14 143
2. Aix-la-Chapelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	-	1	10
3. Sarre	-	-	-	-	3	24	-	1	21	-	4	4	-	1	9	1	7	63	1	16	121
4. ALLEMAGNE	-	-	-	-	10	245	2	16	8452	-	33	5031	-	7	140	1	23	406	3	89	14 274
5. Nord/Pas-de-Calais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	3	32	-	-	-	1	3	36
6. Lorraine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	110	-	-	-	1	-	10	1	4	120
7. FRANCE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	114	-	3	32	1	-	10	2	7	156
8. Borinage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. Charleroi-Namur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Liège	-	-	-	-	-	-	-	2	869	-	-	-	-	2	19	-	-	-	-	4	888
11. Campine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. BELGIQUE	-	-	-	-	-	-	-	2	869	-	-	-	-	2	19	-	-	-	-	4	888
13. ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. PAYS-BAS Limbourg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	25	-	5	25
15. ROYAUME-UNI	7	-	145	1	-	22	1	-	242	5	-	1296	-	2	208	1	-	28	15	2	1941
16. COMMUNAUTE + ROYAUME-UNI	7	-	145	1	10	267	3	18	9563	6	37	6441	-	14	399	3	28	469	20	107	17 284

a)+ = Interventions pour le sauvetage du personnel

b)++ = Interventions pour le sauvetage du matériel

c)+++ = Nombre de cartouches d'épuration de l'air utilisées au cours de ces interventions.



Années : 1963/1964

ACCIDENTS SURVENUS AUX SAUVETEURS PORTANT DES APPAREILS DE PROTECTION  
CONTRE LES GAZ

B A S S I N S	Dans les cas d'acci- dents graves		A l'exercice	
	avec suite non mortelle	avec suite mortelle	avec suite non mortelle	avec suite mortelle
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Ruhr	-	4	-	-
2. Aix-la-Chapelle	-	-	-	-
3. Sarre	1	-	-	-
4. ALLEMAGNE	1	4	-	-
5. Nord/Pas-de-Calais	-	-	-	-
6. Lorraine	-	-	-	-
7. FRANCE	-	-	-	-
8. Borinage	-	-	-	-
9. Charleroi-Namur	-	-	-	-
10. Liège	-	-	-	-
11. Campine	-	-	4	-
12. BELGIQUE	-	-	4	-
13. ITALIE (Sulcis)	-	-	-	-
14. PAYS-BS (Limbourg)	-	-	-	-
15. ROYAUME-UNI	1	-	-	-
16. COMMUNAUTE + ROYAUME-UNI	2	4	4	-



D.- COMMENTAIRES, INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES ET MODIFICATIONS  
IMPORTANTES PAR RAPPORT A L'ANNÉE 1962

---

I.- REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

1) Ad A.1) : Postes de sauveteurs et sauveteurs

- A la suite de la transformation ou du renouvellement de l'organisation imposés par la fermeture d'un certain nombre de sièges d'extraction, le nombre des sauveteurs a continué de baisser au cours des années sous revue.

- Il est à noter que de nombreux éléments des installations de formation de la centrale de sauvetage d'Essen-Kray, ont été complétés. pour obtenir une meilleure formation des sauveteurs. C'est ainsi que le hall d'entraînement a été équipé de nouveaux instruments et dispositifs d'exercice à l'intention des sauveteurs et des autres personnes participant aux cours, tandis que la salle d'exposition de la section protection contre l'incendie a été dotée de nouvelles maquettes.

En outre, on a établi pour le corps de sauveteurs de nouveaux formulaires d'enseignement sous forme de questionnaires, ces formulaires permettent aux chefs instructeurs de mieux contrôler le niveau de formation du corps de sauveteurs dont ils ont la charge.

2) Au chapitre B : Nombre des interventions en cas d'accidents graves

Un nombre remarquable d'interventions relevées ici visaient en premier lieu à rendre possible la circulation dans les quartiers incendiés et leur remise en exploitation; il s'agissait aussi d'interventions dans des zones à air néphitique.

Les chiffres relatifs aux interventions indiqués



dans ce chapitre sont détaillés dans les rapports annuels de la centrale de sauvetage Essen/Kray et de la centrale Friedrichstahl/Sarre. Ces deux rapports sont envoyés régulièrement aux membres du groupe de travail pour leur permettre d'en prendre connaissance.

3) Au chapitre 3 : Accidents de sauveteurs lors de l'emploi de l'appareil de protection contre les gaz.

En 1963 quatre sauveteurs furent mortellement accidentés dans un siège de la Ruhr lors de la lutte contre un incendie de mine. Les sauveteurs avaient pour mission de pénétrer brièvement dans des gaz chauds de l'incendie pour fermer une porte d'aérage. Comme cause de l'accident, on suppose que l'équipe de sauveteurs accidentée a été surprise par un nuage de vapeur d'eau survenant brusquement et n'a plus été capable de parcourir le court chemin la séparant du courant d'air frais. Comme cause de mort on doit finalement admettre le confinement dans la chaleur.

4) Résultats de la recherche et évolution

a) Centrale de sauvetage d'Essen/Kray

aa) Filtres auto-sauveteurs à CO.

En collaboration avec la Versuchsgrubengesellschaft mbH Dortmund, la centrale a effectué des essais en vue de l'analyse des fumées dégagées par les explosions de grisou et de poussières de charbon. Il s'agissait d'analyser les concentrations de CO qui se forment à l'occasion de ces accidents.

D'après ces résultats d'analyses et d'autres déjà connus, on a pu fixer la concentration supérieure d'essai pour la mise à l'épreuve des filtres auto-sauveteurs à CO. Pour de fortes concentrations en CO, il se produit pendant l'utilisation de

l'auto-sauveteur un important échauffement de l'air inhalé.

L'analyse de la composition des fumées résultant des explosions indique que jusqu'à une teneur en CO de 1,6 vol %, les proportions correspondantes en CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> permettent encore l'emploi d'un filtre auto-sauveteur à CO. On a tenu compte de ce que lors de la transformation de l'oxyde de carbone dans l'auto-sauveteur, la teneur en bioxyde de carbone augmente et que la teneur en oxygène décroît. Comme limite physiologique, la teneur accrue en CO<sub>2</sub> dans la composition de l'air inspiré entre plus en ligne de compte que la teneur diminuée en oxygène. Si sous ces aspects, il est apparu que l'emploi d'auto-sauveteurs est encore possible pour une teneur en CO de 1,6 vol %, cela ne veut pas dire que les auto-sauveteurs protègent toujours suffisamment contre de telles concentrations en CO dans les fumées d'explosions.

Les auto-sauveteurs à CO ont été améliorés entretemps par l'incorporation d'un échangeur de chaleur dont l'effet est de maintenir pour une teneur en CO de 1,6 vol %, la température de l'air inhalé dans des limites acceptables. Par cette amélioration, le domaine de protection de ces appareils de sauvetage a été étendu.

bb) Protection et lutte contre les incendies de mine

Dans ce domaine, il convient de signaler particulièrement:

- la poursuite de l'expérimentation de barrages en plâtre dans diverses conditions,
- la participation à l'organisation et à la préparation de l'essai d'incendie de puits au siège d'extraction Dorstfeld, en vue de déterminer l'influence de la poussée thermique ascensionnelle d'un incendie sur l'aérage ainsi que celle du pouvoir extincteur de l'eau déversée et des quantités d'eau,
- la réalisation en collaboration avec la Versuchsgesellschaft mbH, d'essais d'incendie en présence de la mousse de polyuréthane.

b) Centrale de sauvetage Friedrichstahl/Sarre

En ce qui concerne la définition du domaine de compétence de cette centrale, celle-ci, au cours de l'année sous revue, a remanié ou publié pour la première fois les décisions ou règles suivantes dans le domaine du sauvetage dans les mines et de la protection contre les incendies au fond.

- 1) Directives provisoires du 27-1-1964 du service du contrôle des mines de Sarrebrück, relatives à l'incorporation de dispositifs d'alarme dans les appareils de mesure enregistreurs de CO;
- 2) Décisions du 30-1-1964 du service du contrôle des mines de Sarrebrück relatives à la fabrication et au contrôle d'extincteurs miniers automatiques (BUT) à utiliser dans les services miniers du fond;
- 3) Principes du 12-2-1964 relatifs à la vérification et à l'appréciation des filtres autosauveteurs à CO détenus en magasin;
- 4) Décisions du 6-5-1964 du service du contrôle des mines de Sarrebrück relatives à la protection contre l'incendie dans les services du fond des mines de houille.

En ce qui concerne la surveillance-incendie dans les mines, le comité directeur des Sarrbergwerke AG a décidé d'équiper tous les puits de sortie d'air d'installations de mesure de CO et d'alarme. Au cours de l'année 1964, 23 puits ont été équipés de ces installations, dont 21 installations avec des appareils de mesure de CO et d'alarme modèle E 1-0.100 ppm, et 2 installations avec des appareils Maihak-Unor, Type de UN 1/CO 0,03, deux nouvelles installations Dräger et Maihak-Unor sont actuellement en cours d'essai.

En ce qui concerne les travaux l'élaboration particuliers, notons la mise au point, au cours de ces dernières années, de 2 appareils de secours pour la lutte contre l'incendie, qui ont déjà fait leurs preuves à plusieurs reprises. Il s'agit :

- 1) d'un mélangeur de cendres volantes,
- 2) d'un injecteur pour deux composants liquides.

Ad 1.

Pour les barrages et étanchements, on utilise depuis des années avec de bons résultats la boue de cendres volantes. Jusqu'à présent, on fabriquait avec mille difficultés la boue en mélangeant à la main l'eau et les cendres volantes dans un baquet ou dans un wagonnet transport.

L'année dernière, on a mis au point un mélangeur mécanique qui facilite sérieusement la fabrication de la boue de cendres volantes et réduit ainsi considérablement la main-d'oeuvre et le temps nécessaire. En outre, ce mélangeur permet de fabriquer de la boue dans toutes les proportions souhaitées.

Ad 2.

Pour l'application du procédé Latex on a utilisé jusqu'à présent un appareil à mousse durcissante transformé. Or, cet appareil ne pouvait pas donner entière satisfaction par suite de la brusque entrée en contact des deux composants liquides; il en résultait fréquemment des bouchons. En outre, les grandes dimensions et le poids (98 kg) de l'appareil nous ont amenés à en construire un autre qui répondait mieux à nos besoins.

Ce nouvel appareil est composé d'une enveloppe cylindrique d'une capacité de 4 à 5 litres. L'enveloppe renferme deux poches pour l'une et l'autre des deux composantes. Le poids total de l'appareil n'est que de 14 kg. On obtient avec cet appareil les mêmes rendements ( $m^2/min$ ) qu'avec le grand appareil à mousse durcissante transformé.

Le nouvel appareil présente un avantage considérable lorsqu'il s'agit d'une intervention rapide au fond, en particulier dans les chantiers étroits.

Accidents survenus aux sauveteurs portant les appareils de protection contre le gaz.

Lors d'une mission de reconnaissance le 26 août 1963, un conducteur d'équipe de sauvetage local eut un accident lors de l'emploi d'un appareil de protection contre le gaz. L'équipe avait pour mission, partant de l'entrée d'air frais, de reconnaître l'emplacement d'un incendie de mine, qui avait été perçu par l'apparition de fumées dans le puits de retour d'air.

La galerie inférieure de la taille supposée en feu (environ 350 m de longueur) ne pouvait être parcourue que moyennant le port d'appareils respiratoires à circuit fermé, car elle était remplie de gaz émis par l'incendie, sous l'effet d'un refoulement anormal. La teneur en CO dépassait certainement 0,3%.

Pendant l'approche, le chef du groupe qui marchait le dernier trébucha, à cause de la mauvaise visibilité, sur un élément de machine qui se trouvait dans la galerie. Lorsqu'il voulut se relever de cette chute, il resta accroché par le flexible respiratoire, à la suite de quoi son masque glissa et perdit son étanchéité.

S'étant aperçus de l'absence du conducteur du groupe, les quatre autres équipiers de ce groupe revinrent en arrière immédiatement. Après 10 mètres, ils trouvèrent le chef de groupe qui gémissait étendu par terre.

On le transporta immédiatement vers l'arrière, et on l'alimenta continuellement, alors qu'il restait inconscient, au moyen d'oxygène supplémentaire provenant de son propre appareil.

En 10 minutes le chef de groupe fut ramené dans le courant d'air frais, où peu de temps après il reprit conscience.

Après la remonte il fut dirigé vers un hôpital, où il sortit trois jours plus tard, ayant retrouvé son aptitude à ses fonctions.

II. FRANCE

1) Ad. B. Nombre d'interventions en cas d'accidents graves

- Le cas mentionné à la colonne 17 sous la rubrique "Causes diverses" est celui d'un mineur qui s'était perdu, que l'on a recherché et qui a été retrouvé vivant.

III. BELGIQUE

1) Ad. B. Nombre d'interventions en cas d'accidents graves

- Bassin de Liège : il s'agit ici des interventions suivantes :  
Colonne (9): - Extinction d'un incendie à son début provoqué par un câble électrique.

- Un autre incendie provoqué par un câble électrique a nécessité le barrage de deux chantiers. La construction des barrages a dû s'effectuer dans des conditions difficiles. Afin de permettre la reprise des travaux dans une partie du quartier fermé, on a placé des barrages en amont. L'un de ceux-ci était un barrage en plâtre.

Colonne 15. Ouverture d'un quartier fermé à cause d'un incendie, et qu'il a fallu à nouveau fermer en raison de la reprise du feu.

- Ouverture d'un autre quartier incendié. Les travaux ont pu être effectués avec succès.

2) Ad C : Accidents survenus à des sauveteurs portant des appareils de protection contre les gaz.

a) Au cours d'un exercice, le levier de commande de l'alimentation automatique s'est détaché du sac respiratoire.

Deux incidents similaires s'étaient déjà produits en 1962, et l'on avait modifié le système de vérification individuelle que chaque sauveteur doit appliquer avant de mettre l'appareil.

Or, l'incident s'est produit bien que le nouveau système ait été appliqué. On a la certitude que le levier de commande était encore en place avant le début de l'exercice et qu'il a donc seulement pu se détacher après la vérification individuelle.

Des examens approfondis et de nombreux essais ont montré que le raidisseur de la moitié gauche du couvercle de l'appareil entraîne le déclenchement du ressort qui maintient le levier de commande de l'alimentation automatique et que cet incident se produit lorsque, pour une raison quelconque (par exemple, vérification des cartouches de régénération) les deux moitiés du couvercle sont ouvertes et refermées à nouveau sur un sac gonflé plus que de mesure.

Afin d'éviter le retour de tels incidents on a :

1. Coupé la partie verticale du cliquet qui commande le ressort de telle sorte que ce cliquet ne puisse plus être accroché par le raidisseur.

2. Prescrit de pousser chaque fois avec la main sur le sac pour diminuer son volume, avant de fermer les portes de l'appareil qui auraient été ouvertes pour l'une ou l'autre raison.

b) La soupape de surpression de l'appareil "Proto MV" s'est trouvée obstruée. Cette obstruction était due à quelques petits grains de "Protosorb" qui avaient pénétré dans cette soupape lorsqu'on a retourné l'appareil. Cet incident s'est produit avant l'utilisation de l'appareil, lors de la vérification individuelle.

c) Au cours d'un exercice effectué avec un appareil Dräger du type BG 170/400, le sac respiratoire est resté coincé entre le levier de commande de l'alimentation automatique en oxygène et le détenteur; on a relevé plusieurs petits trous dans le sac.

d) Le signal d'alarme d'un appareil Dräger a été mis hors de service. L'examen de l'appareil a montré que la conduite de dépression aboutissant au signal d'alarme avait été obstruée par du vert-de-gris. Lorsqu'on a signalé cet incident à la firme Dräger, celle-ci a recommandé

d'utiliser comme désinfectant non plus le produit "Tego" mais une solution de formol. Depuis que l'on utilise le formol, cet incident ne s'est plus reproduit.

3) Résultats de la recherche et mises au point

- a) La centrale de sauvetage de Frâmeries a terminé ses travaux de recherche en vue de l'élaboration d'une méthode simple pour l'étude de la résistance à la chaleur des sauveteurs. Le rapport final a été adopté par le groupe de travail "Sauvetage".
- b) Le centre de coordination du sauvetage du bassin de la Campine poursuit, avec l'aide financière de la C.E.C.A. et en collaboration avec l'Institut physiologique de l'Université de Liège et la centrale de sauvetage d'Essen-Kray, les travaux de recherche sur les possibilités d'amélioration des conditions physiologiques des appareils respiratoires.
- c) Le centre de coordination, dont le personnel est familiarisé avec les travaux de construction de barrages en plâtre, a formé un assez grand nombre de sauveteurs spécialisés dans la construction de tels barrages. Lors d'une intervention dans un cas grave survenu dans le bassin de Liège, il a été possible de construire avec succès un barrage en plâtre.

IV. ITALIE

Les changements intervenus par rapport à la situation de 1962 sont dus à la fermeture du siège d'extraction Serbario.

\*

\*

\*



**APPENDICE:**

**Annexe IX a**

(Doc. 4882/65)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille

- Rapport final sur la recherche de critères simples permettant la sélection de sauveteurs en vue de travaux lourds aux hautes températures, avec l'aide financière de la Haute Autorité

(Centrale de sauvetage des Charbonnages du Couchant de Mons)

R E S U M E .  
=====

L'aptitude physique estimée d'après le Pack Test et le Step Test a été comparée au comportement physiopathologique de 3 groupes de sujets soumis à des exercices effectués à température élevée et à température normale.

Les sujets se répartissent en sauveteurs permanents acclimatés aux hautes températures et en sauveteurs guides non entraînés à la chaleur. L'acclimatation de ces derniers a été réalisée soit de façon progressive, soit de façon rapide.

Les résultats recueillis ont été comparés en fonction des groupes de sujets, du type d'exercice effectué et de l'âge.

La valeur et les limites d'application du Pack Test et du Step Test ont été étudiées et discutées à partir d'un classement d'aptitude basé sur des index de valeur croissante, conjointement à un classement établi sur la surface cutanée.

Les incidents observés au cours des exercices sont passés en revue et leur fréquence réduite (moins de 2 %) est mise en relief.

Une application pratique des tests est proposée dans le cadre de la présélection des candidats sauveteurs à soumettre à l'entraînement.

-----

Des recherches antérieures, entreprises en vue des opérations de sauvetage en ambiance surchauffée, ont permis d'étudier certaines réactions physiopathologiques dues à la chaleur.

Celles-ci dépendent de deux ordres de facteurs, à savoir: des facteurs climatiques et des facteurs individuels. Les premiers définissent la sévérité de l'ambiance et comportent la température de l'air et des parois, l'humidité relative, la vitesse de l'air. Les facteurs individuels comprennent, à côté de la durée d'exposition aux hautes températures et l'intensité des prestations physiques fournies, des éléments constitutionnels tels que: la résistance à la fatigue physique (indépendamment de l'ambiance surchauffée), la résistance aux réactions neuro-sympathiques directement imputables à l'ambiance chaude, la résistance individuelle à la surcharge thermique (certains sujets supportant mieux que d'autres, dans certaines limites, des températures internes élevées et des fréquences cardiaques importantes), la surface cutanée, les possibilités de sudation, les conséquences de cette sudation, etc....

Les limites de tolérance de l'organisme à ces facteurs ont été déterminées par l'expérience, puis définies à partir de plusieurs formules établies en vue d'apprécier la possibilité de travail aux hautes températures. Malgré leur intérêt certain, ces formules ne permettent pas de disposer de critères valables pour la sélection des sujets aptes aux opérations de sauvetage aux hautes températures. Dans la plupart des Centrales belges, le choix des sauveteurs s'établit par l'étude de leur comportement physiopathologique en ambiance surchauffée lors d'exercices déterminés après acclimatation préalable. Cette méthode à l'inconvénient d'entraîner des dépenses non négligeables et une perte de temps tant de la part des Centrales qui opèrent la sélection que de la part des charbonnages qui soustraient temporairement de leur main-d'oeuvre les candidats qui seront mis à la disposition des Centrales de Sauvetage.

Il nous a donc semblé utile de rechercher des critères simples de présélection et d'établir leur valeur relative en vue des travaux lourds aux hautes températures. Ces derniers entraînent, généralement, d'importantes réactions cardio-vasculaires d'adaptation, l'intervention

rapide des mécanismes de thermorégulation et provoquent parfois des modifications neuro-sympathiques responsables de certains phénomènes d'intolérance.

La complexité du comportement physiopathologique aux hautes températures rend difficile ou illusoire la détermination d'un test simple explorant dans son entièreté l'organisme humain soumis à la surcharge thermique et permettant une sélection absolue.

Bien qu'incomplets, puisqu'ils n'explorent surtout que le système cardio-vasculaire et respiratoire, les tests que nous nous proposons d'étudier peuvent être utiles s'ils permettent une présélection valable, même limitée au système circulatoire.

Les tests étudiés sont:

1/ Le Harvard Pack Test (DE CONINCK 1959)

Il explore surtout l'aptitude cardio-vasculaire et respiratoire, la circulation musculaire paraissant être intéressée par ce test plus que la circulation cutanée.

2/ Le Step Test.

Cette épreuve est réputée très dure. Elle a été appliquée, durant la dernière guerre, pour la sélection des soldats d'élite et a été utilisée en Belgique, chez les pilotes de chasse. On lui a reproché sa brutalité, son manque de nuances et sa relation trop exclusive avec l'activité musculaire des jambes et des bras. Nous l'avons pourtant expérimentée, sans incidents notables, et nous l'avons comparée au Harvard Pack Test.

Sans réunir toutes les conditions du test idéal, ces épreuves possèdent plusieurs caractéristiques leur conférant une valeur pratique indéniable. Elles font appel à des procédés d'exploration et de mesure facilement réalisables, sans le concours de techniciens particulièrement spécialisés et sans appareillage compliqué. En théorie, elles devraient permettre un classement d'aptitude en fonction de la forme physique qu'elles sont censées apprécier. Leur application a été standardisée

pour tous les sujets examinés. Elles excluent, dans une large mesure, l'influence des facteurs émotifs. Leur durée brève en facilite l'emploi. L'interprétation de leurs résultats en est simple.

On peut cependant faire au Harvard Pack Test et au Step Test le reproche d'être des épreuves trop brèves et de n'explorer la résistance cardio-vasculaire et respiratoire qu'au cours d'un effort de "pointe" ou d'une surcharge physique paroxystique sans rapport avec l'incidence des hautes températures sur le comportement des sujets qui y sont soumis. L'objet de cette étude est précisément de rechercher si le classement d'aptitude issu de ces tests conserve une certaine valeur au cours d'exercices longs, d'intensité variable, en ambiance normale et aux hautes températures.

Dans ce but, nous avons soumis 3 catégories de sujets ayant préalablement réalisé le Harvard Pack Test et le Step Test à deux types d'exercices réalisés en ambiance surchauffée, d'une part, et à un exercice en ambiance normale, d'autre part. Nous avons comparé leurs index de classement avec leur comportement physiopathologique en étudiant, au cours de ces exercices, les variations de la fréquence cardiaque, de la température interne rectale, de la pression artérielle et en établissant la perte de poids par sudation. Nous avons de même déterminé la surface cutanée de chaque sujet et recherché, chez chacun d'eux, l'apparition d'une éventuelle albuminurie.

Toutes ces mesures ont été effectuées sur des sujets sains chez lesquels l'examen clinique de routine, l'ECG et l'analyse d'urines n'ont décelé aucune anomalie préalable. De plus, il s'agit de sujets physiquement entraînés aux travaux normaux de la mine.

#### REALISATION PRATIQUE DES EXERCICES:

##### 1. Harvard Pack Test: ( durée 5 minutes ).

Durant ce test, le sauveteur gravit et descend un escabeau de 40 cm de hauteur à la cadence de 30/min. Il porte une surcharge égale au 1/3 de son poids, surcharge qui ne peut, toutefois, être inférieure à 21,840 kg. La fréquence cardiaque est notée pendant les trois intervalles suivants:

1 - 1½ minute (P); 2 - 2½ minutes (P1); 4 - 4½ minutes (P2), après la fin de l'exercice.

L'index d'aptitude se calcule selon la formule suivante:

$$I = \frac{\text{Durée de l'exercice en secondes} \times 100}{2 \times (P + P1 + P2)}$$

Selon les promoteurs de cette épreuve, l'aptitude est:

- pauvre pour un index inférieur à 40
- moyenne pour un index compris entre 41 et 75
- bonne pour un index compris entre 76 et 90
- supérieure pour un index dépassant 90

## 2. Step Test: ( durée 5 minutes ).

Le sujet gravit et descend un escabeau de 50,8 cm de hauteur à la cadence de 30/min. Il ne porte aucune surcharge. La fréquence cardiaque est mesurée pendant les trois intervalles suivants:

1 - 1½ minute (P); 2 - 2½ minutes (P1) et 3 - 3½ minutes (P2)

après la fin de l'exercice. L'index d'aptitude se calcule suivant la même formule que le Havard Pack Test.

L'aptitude est classée de la façon suivante:

- mauvaise pour un index inférieur à 55
- moyenne pour un index compris entre 55 et 70
- bonne pour un index compris entre 70 et 80
- très bonne pour un index compris entre 80 et 90
- supérieure pour un index dépassant 90.

## 3. Exercices effectués:

Les exercices décrits ci-dessous ont été effectués dans la salle d'entraînement de la Centrale de Sauvetage du Borinage (Frameries).

Cette salle a une longueur de 12 m, une largeur de 5 m et une hauteur de 6 m. Elle est pourvue d'échelles verticales, de plans inclinés à 23° et d'une galerie de 0,70 m d'ouverture. Elle est séparée par un large panneau vitré de la salle d'examen où se tiennent les observateurs.

Exercice A :

Il dure deux heures et a été effectué dans les conditions climatiques moyennes suivantes:

ts: 41,29° C ; th : 31,15° C ; humidité relative: 48,83 % .

Il comporte les activités suivantes:

- 10 montées (soit au total 41,5 m) et descentes d'échelles verticales;
- 50 tours du chantier en marche à plat soit environ 1.100 m;
- 10 montées (soit 111,5 m au total) et descentes d'un plan incliné à 23°;
- environ 50 tours de marche à plat de manière à compléter la première heure d'exercice;
- traversée de 60 m de galeries de 0,70 m d'ouverture.
- 50 tours de marche à plat soit 1.100 m
- 10 montées et descentes du plan incliné;
- environ 50 tours de marche à plat de manière à atteindre deux heures d'exercice.

Au cours de cet exercice, la fréquence cardiaque a été mesurée dans les conditions suivantes:

- en position couchée avant l'exercice ( 1 );
- en position assise après la première série de plan incliné ( 2 );
- après la première heure d'exercice ( 3 );
- après la seconde série de plan incliné ( 4 );
- en fin d'exercice ( 5 );
- cinq minutes après la fin de l'exercice ( 6 ).

Les températures rectales ont été mesurées avant l'exercice ( 1 ), à mi-exercice ( 2 ) et à la fin de celui-ci ( 3 ).

La pression artérielle a été mesurée avant ( 1 ) et après l'exercice ( 2 ).

La perte de poids par sudation et celle due au métabolisme que l'on considère comme négligeable ont été déterminées par pesée du sujet nu avant l'exercice et dix minutes après la fin de l'épreuve (après essuyage corporel). Le dépistage d'une éventuelle albuminurie a été effectuée par l'analyse d'urine avant et après l'exercice.

#### Exercice B :

Cet exercice d'une durée de 1 heure comporte uniquement de la marche à plat à une vitesse moyenne de 4 km/h. Il s'effectue dans les conditions climatiques moyennes suivantes: ts: 45,13° C ; th: 35,07° C ; humidité relative: 51,5 %.

Au cours de cet exercice, la fréquence cardiaque a été relevée:

- avant l'exercice ( 1 )
- à mi-exercice ( 3 )
- à la fin de l'exercice ( 5 )
- enfin 5 minutes après la fin de l'exercice ( 6 ).

Les autres données ont été déterminées comme pour l'exercice A.

#### Exercice C :

Il est identique à l'exercice A, mais est réalisé à température sensiblement normale ( ts: 24,51° C ; th: 16,94° C ; humidité relative : 46,4 % ).

#### 4. Sujets examinés:

Ils ont été répartis en trois groupes distincts:

1°/ Un groupe de 17 sauveteurs permanents entraînés aux hautes températures. Les exercices ont été effectués à intervalles réguliers à raison



de deux épreuves par semaine, selon le programme suivant:

- première séance: Pack Test le matin et Step Test l'après midi;
- deuxième séance: exercice C;
- troisième séance: exercice A;
- quatrième séance: exercice B.

2°/ Un groupe de 21 sauveteurs guides non entraînés aux hautes températures. Ils ont été préalablement acclimatés à l'ambiance chaude par un entraînement rapide.

L'acclimatation rapide est obtenue en leur faisant effectuer deux séances d'exercices par semaine à jour fixe de manière à maintenir l'écart entre deux séances aussi constant que possible. Les exercices aux hautes températures ont été réalisés à des conditions d'ambiance constantes ( ts: 41° C ; Th: 31° C ), mais comportent des dépenses énergétiques croissantes. Ils ont été pratiqués selon le programme suivant:

- première séance: Pack Test le matin, Step Test l'après midi;
- deuxième séance: marche à plat de 1 heure;
- troisième séance: marche à plat de 90 minutes;
- quatrième séance: exercice de 90 minutes comportant une marche à plat, la montée et la descente de 10 échelles et de 10 plans inclinés et la traversée de 3 galeries.
- cinquième séance: exercice de 2 heures comportant 8 échelles, 8 plans inclinés, 3 galeries, 8 plans inclinés et de la marche à plat intercalaire;
- sixième séance: Pack Test le matin et Step Test l'après midi;
- septième séance: exercice C ;
- huitième séance: exercice A;
- neuvième séance: exercice B.

3°/ Un groupe de 21 sauveteurs guides non entraînés aux hautes températures et dont l'acclimatation sera progressive. Pour l'obtenir, les sujets effectuent, à une semaine d'intervalle, des travaux constants à température progressivement croissante selon le schéma suivant:

- première séance: Pack Test le matin et Step Test l'après midi;
- deuxième séance: exercice C ;
- troisième séance; même exercice à ts: 33° C ; th: 23° C ;
- quatrième séance: à ts: 36° C ; th: 26° C ;
- cinquième séance: à ts 39° C ; th: 29° C ;
- sixième séance: exercice A;
- septième séance: Pack Test le matin et Step Test l'après midi;
- huitième séance: exercice A;
- neuvième séance: exercice B;

L'appareil respiratoire utilisé au cours des exercices A, B et C est le Dräger 160 A. La surface cutanée de chaque sauveteur a été établie à partir du nomogramme de DU BOIS (DU BOIS 1916).

## R E S U L T A T S .

### I. Résultats en fonction des 3 groupes de sujets et du type d'exercice réalisé:

#### TABLEAU I .

Le tableau I rassemble, pour toutes les grandeurs mesurées, les résultats moyens observés par groupe de sujets et par type d'exercice. L'étude de ce tableau permet les commentaires suivants:

1 - La valeur moyenne de l'index du Pack Test permet de classer l'ensemble des groupes de sujets dans la catégorie dont l'aptitude est bonne ( index dépassant 76 ), le groupe II ayant une aptitude supérieure ( index dépassant 90 ). Pour le Step Test, le classement par groupe reste inchangé. L'ensemble des groupes rentre dans la catégorie dont l'aptitude est très bonne ( index supérieur à 80 ), celle du groupe II étant supérieure ( index dépassant 90 ). La supériorité du groupe II est moins marquée pour le Step Test que pour le Pack Test.

2 - La supériorité du groupe II se manifeste par une fréquence cardiaque moyenne inférieure à celle des deux autres groupes pour les exer-

cices A et B (effectués à température élevée). Cette différence à l'avantage du groupe II ne se retrouve plus pour l'exercice C effectué en ambiance normale, que vis-à-vis du groupe III, dont l'âge moyen est pourtant le plus bas. Cette différence entre ces deux groupes pourrait être le reflet d'une meilleure aptitude physique du groupe II, appréciée d'après les index du Pack Test et du Step Test. Les valeurs favorables de la fréquence cardiaque moyenne du groupe I au cours de l'exercice C par rapport au groupe III peuvent résulter, dans une certaine mesure, de la compensation d'une moins bonne aptitude physique par une plus grande habitude des exercices effectués. Le groupe I est, en effet, constitué de sauveteurs permanents dont l'entraînement est plus fréquent ( graphique 1 ).

3 - Il n'y a pas de différence significative entre les divers groupes en ce qui concerne la température rectale quel que soit le type d'exercice effectué.

4 - Les variations de la pression artérielle ne donnent lieu à aucune modification significative interprétable en fonction des valeurs du Pack Test et du Step Test.

5 - La perte liquidienne, au cours des exercices A et B, est la plus basse dans le groupe I et la plus haute dans le groupe III dont la surface cutanée est, par ailleurs, la plus élevée. Les différences observées ne sont pas interprétables de façon valable en fonction du Pack Test et du Step Test.

6 - Les index d'aptitude étant nettement différents entre les groupes II et III, il est difficile d'apprécier l'incidence éventuelle du type d'acclimatation (rapide ou progressive) sur les répercussions cardiaques de la surcharge thermique des exercices A et B. L'absence de différence significative entre les températures rectales des deux groupes incite à penser que le rôle joué par le type d'acclimatation serait d'importance réduite dans le cas présent.

## II. Résultats en fonction de l'âge.

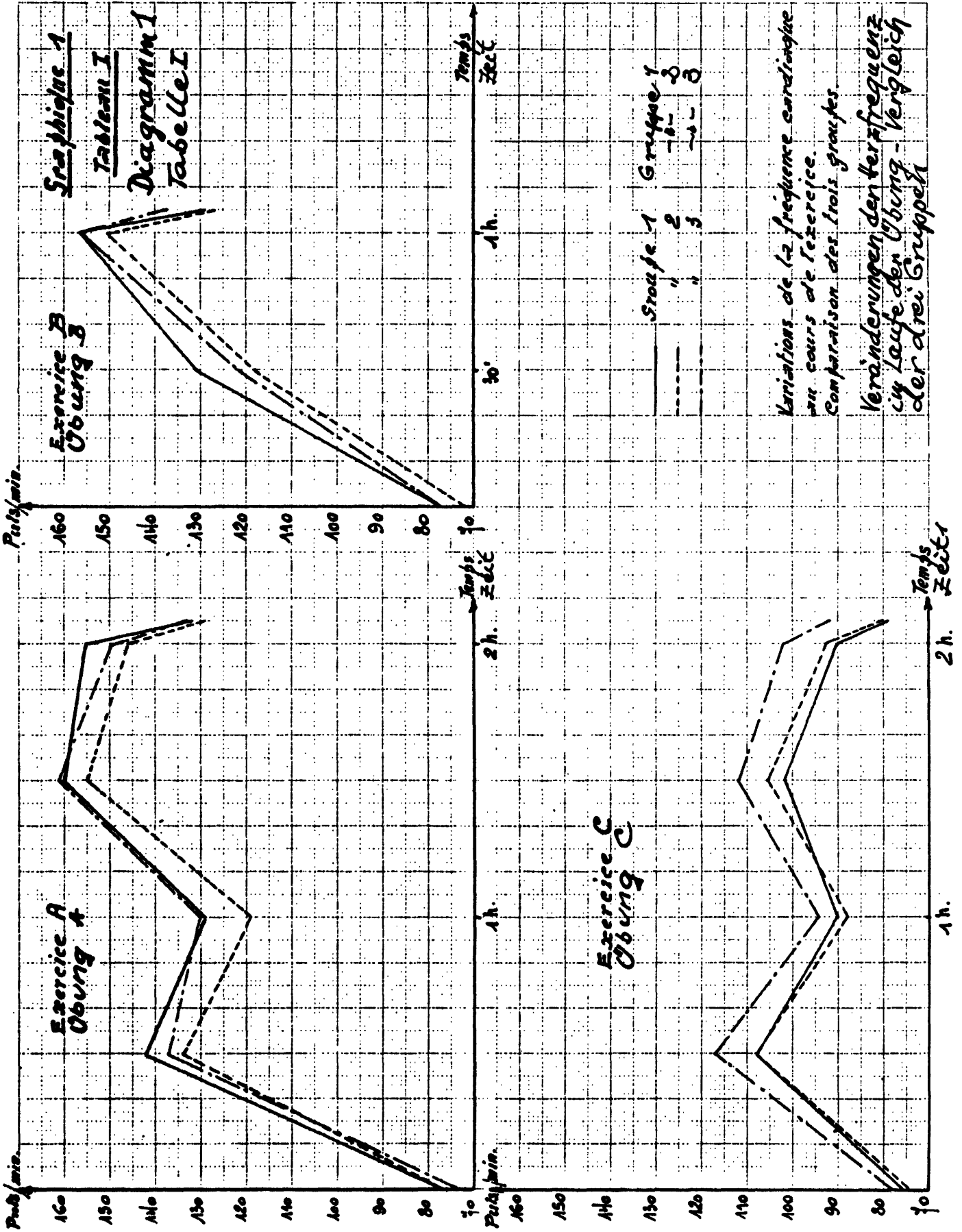
Les valeurs moyennes des résultats recueillis reprises au tableau II sont réparties en fonction de l'âge. La première catégorie se rap-

T A B L E A U I

Valeurs moyennes des résultats recueillis par groupe de sauveteurs et  
et par type d'exercice

	EXERCICE A			EXERCICE B			EXERCICE C		
	Gr. I	Gr.II	Gr.III	Gr. I	Gr.II	Gr.III	Gr. I	Gr.II	Gr.III
	ts: 41,29° C th: 31,15° C φ: 48,83 %			ts: 45,13° C th: 35,07° C φ: 51,5 %			ts: 24,51° C th: 16,94° C φ: 46,4 %		
<u>Nombre de sujets</u>	17	21	21	17	21	21	17	21	21
<u>Age</u>	32,06	30,8	29,8	32,06	30,8	29,8	32,06	30,8	29,8
<u>Pack Test</u>	84,8	90,5	82,3	84,8	90,5	82,3	84,8	90,5	82,3
<u>Step Test</u>	89,1	91,7	85,2	89,1	91,7	85,2	89,1	91,7	85,2
<u>Surface cutanée (m<sup>2</sup>)</u>	1,81	1,87	1,9	1,81	1,87	1,9	1,81	1,87	1,9
<u>Fréquence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	76,9	75,9	74,4	77,6	71,9	77,6	76,2	74,4	78,7
( 2 )	141,8	134,2	137,9				107,8	108,3	117,1
( 3 )	129,4	119,1	129,6	130,9	118,4	122,3	90,3	87,8	94,4
( 4 )	160	155,1	160,5				101,5	105,5	111,9
( 5 )	154,9	145,7	149,6	156,5	150,4	155,8	90,1	92,5	101,7
( 6 )	132,1	128,6	132,8	129	126,7	137,6	79,1	80	91,8
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	37,21	36,9	36,82	37,24	36,85	36,9	37,2	37,03	36,99
( 2 )	38,38	38,23	38,36	38,04	37,97	38,02	37,88	37,59	37,78
( 3 )	39,34	39,02	38,98	38,98	39,23	38,98	37,93	37,76	37,76
<u>Pression arteriel. (cm Hg)</u>									
1) maxima	12,79	12,89	12,26	12,4	12,72	12,26	12,09	12,66	13,02
minima	7,5	8	7,47	7,32	7,85	7,45	7,58	7,38	7,42
2) maxima	13,09	13,05	12,07	13,47	13,36	13,45	12,58	12,54	12,91
minima	6,61	7,65	7,59	6	6,61	6,26	7,08	7,35	7,66
<u>Perte de poids kg</u>	1,961	2,197	2,280	1,232	1,343	1,402	0,800	0,995	0,957





Groupe 1  
 " 2  
 " 3

Variations de la fréquence cardiaque  
 au cours de l'exercice.  
 Comparaison des trois groupes.  
 Veränderungen der Herzfrequenz  
 im Laufe der Übung - Vergleich  
 der drei Gruppen



porte aux sujets dont l'âge est inférieur ou égal à 30 ans et la seconde à ceux dont l'âge dépasse 30 ans. Cette répartition donne lieu à des classes d'âge non homogènes dans les trois groupes étudiés. De plus, les valeurs extrêmes de l'âge varient également d'un groupe à l'autre. Dans le groupe I, il n'y a aucun sujet plus jeune que 25 ans et 3 sujets dépassent 35 ans (maximum 38 ans). Dans le groupe II, 1 sujet n'a pas 25 ans et 2 sujets dépassent 35 ans (maximum 37 ans). Dans le groupe III, l'âge de 3 sujets est inférieur à 25 ans (minimum 22 ans) et 3 sujets dépassent 35 ans (maximum 40 ans).

#### TABLEAU II .

L'étude du tableau II permet les constatations suivantes:

- 1 - Bien que les valeurs moyennes du Pack Test et du Step Test soient supérieures pour la catégorie de sujets dépassant 30 ans, les variations observées sont peu importantes. La valeur moyenne du Harvard Pack Test reste toujours inférieure à celle du Step Test dans toutes les catégories.
  
- 2 - En ce qui concerne la fréquence cardiaque moyenne en fonction de l'âge, ses variations au cours des exercices B et C ne permettent aucune conclusion significative. Au cours de l'exercice A, on constate dans le groupe I une diminution moyenne de 10 pulsations/min environ pour les fréquences cardiaques ( 4 ), ( 5 ) et ( 6 ) chez les sujets de la catégorie de plus de 30 ans. Cette diminution pourrait traduire chez ces sujets l'avantage résultant d'une plus grande habitude des exercices effectués. Par ailleurs, l'augmentation nette de la fréquence cardiaque moyenne ( 3 ), ( 5 ) et ( 6 ) chez les sujets du groupe III âgés de plus de 30 ans, pourrait partiellement être due à l'âge. Le groupe III comporte, en effet, le pourcentage le plus bas de sujets dépassant 30 ans, ce qui peut jouer en leur défaveur lorsqu'on les compare aux sujets de moins de 30 ans. De plus, le groupe III est caractérisé par des index d'aptitude moins bons et le type d'acclimatation subie pourrait également jouer un certain rôle, si minime soit-il.
  
- 3 - Les variations de surface cutanée, de température rectale et de perte de poids en fonction de l'âge ne sont pas significatives.



T A B L E A U II.

Valeurs moyennes des résultats recueillis par groupe de sauveteurs, par groupe d'âge et par type d'exercice

	Exercice: A			Exercice: B			Exercice: C		
	Groupe I	Gr. II	Gr.III	Gr. I	Gr. II	Gr.III	Gr. I	Gr. II	Gr. III
<u>I. AGE INFÉRIEUR OU ÉGAL A 30 ANS.</u>									
<u>Nombre de sujets</u>	6	9	13	6	9	13	6	9	13
<u>Pack Test</u>	81,6	88,5	81,2	81,6	88,5	81,2	81,6	88,5	81,2
<u>Step Test</u>	87	89,6	84	87	89,6	84	87	89,6	84
<u>Surface cutanée (m<sup>2</sup>)</u>	1,88	1,88	1,91	1,88	1,88	1,91	1,88	1,88	1,91
<u>Fréquence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	77	74,2	75,5	78,3	73,55	79,8	79,6	78	79,2
( 2 )	136,6	127,5	137,8				107	110,4	119,3
( 3 )	130,3	116	124,6	127	118,2	122,9	96	86,6	92,3
( 4 )	167	159,5	158,7				105,3	104,8	113,3
( 5 )	161	148,6	143,6	151	150,4	154	91,6	88	101
( 6 )	138,6	130,4	127	127,6	131,3	139,5	82,3	78,4	91,3
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	37,2	36,7	36,9	37,33	36,78	36,95	37,13	37,07	36,97
( 2 )	38,33	38	38,3	37,98	38,03	38,11	37,93	37,41	37,79
( 3 )	39,55	38,93	38,96	39,05	39,31	38,99	37,96	37,53	37,66
<u>Perte de poids kg</u>	1,733	2,461	2,300	1,058	1,511	1,457	0,800	1,005	0,976

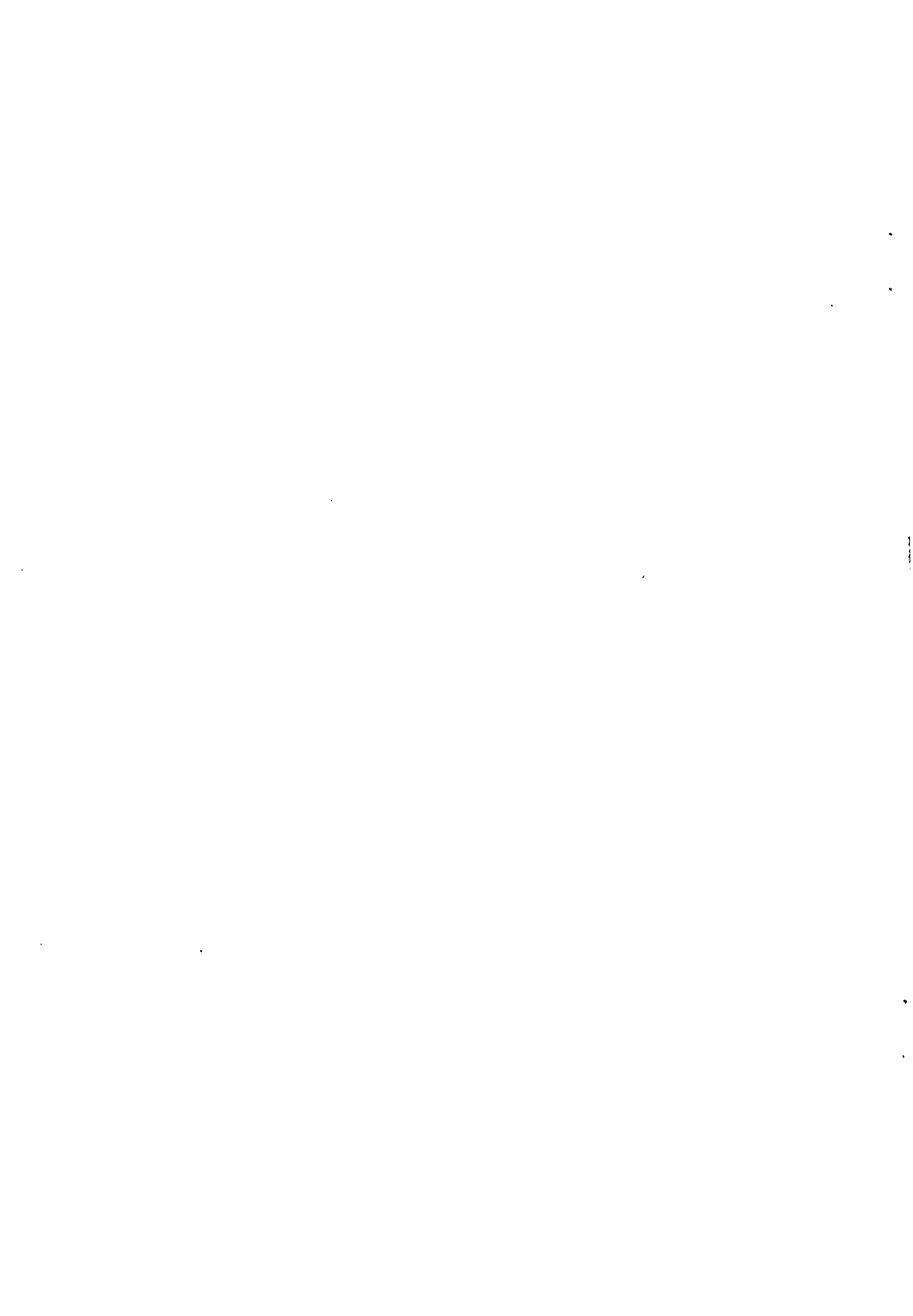
## T A B L E A U II

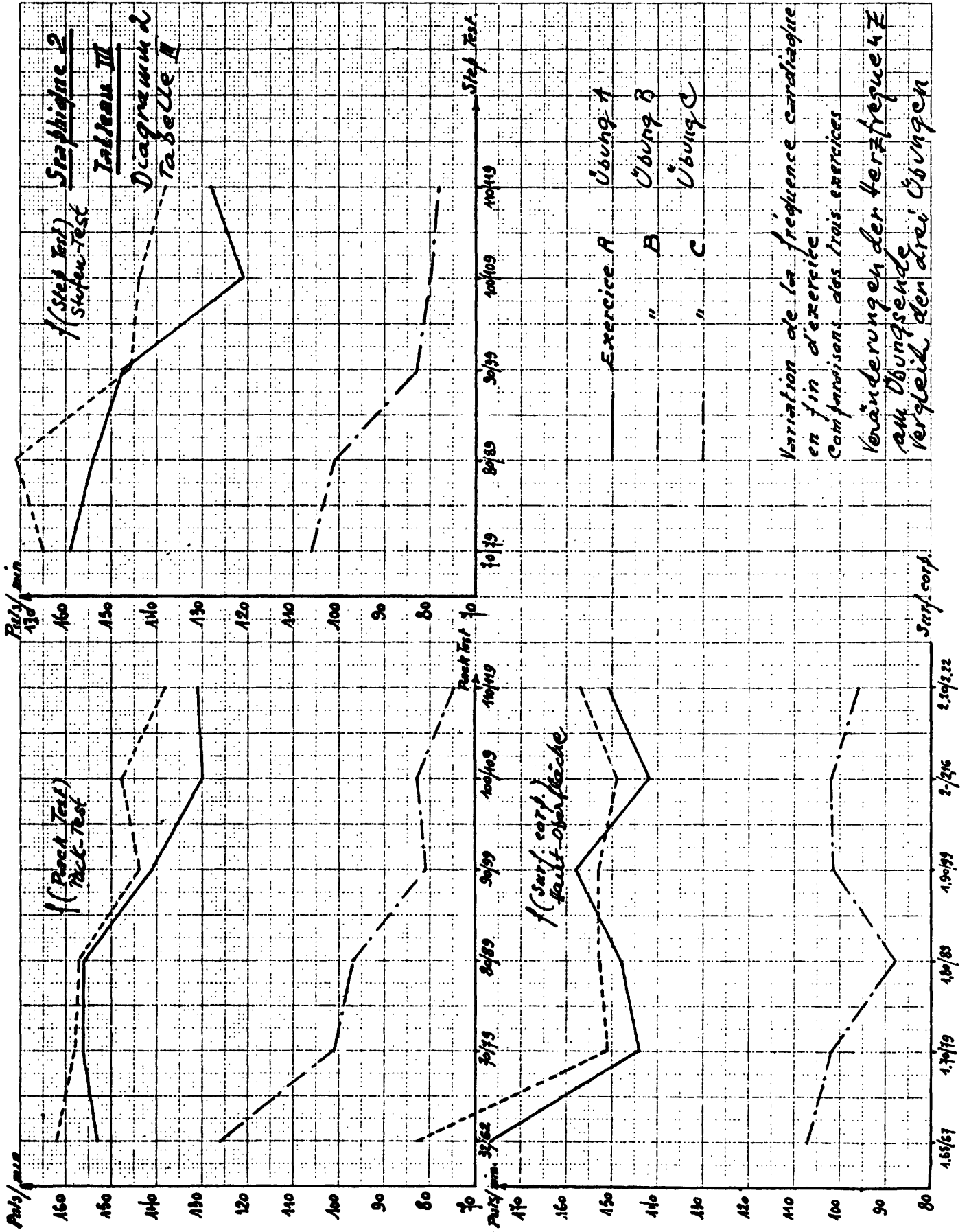
(Suite)

EXERCICE A			EXERCICE B			EXERCICE C		
Groupe I	Groupe II	Groupe III	Groupe I	groupe II	Groupe III	Groupe I	groupe II	Groupe III

II - AGE SUPERIEUR A 30 ANS.

<u>Nombre de sujets</u>	11	12	8	11	12	8	11	12	8
<u>Pack Test</u>	86,6	92	84	86,6	92	84	86,6	92	84
<u>Step Test</u>	90,2	93,2	86,8	90,2	93,2	86,8	90,2	93,2	86,8
<u>Surface cutanée (m<sup>2</sup>)</u>	1,82	1,86	1,88	1,82	1,86	1,88	1,82	1,86	1,88
<u>Freguence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	76,9	77,6	72,5	77,2	70,6	74	74,3	71,6	78
( 2 )	144,7	137,8	138				108,3	106,6	113,5
( 3 )	128,9	121,4	137,7	133,1	118,5	121,2	87,2	88,6	97,7
( 4 )	157,8	151,4	163,2				99,4	106	109,5
( 5 )	151,6	143,5	159,8	159,6	150,3	158,5	89,2	95,8	102,7
( 6 )	128,5	127,3	142,5	129,8	123,1	134,5	77,4	81,1	92,5
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	37,22	37,07	36,7	37,19	36,9	36,82	37,2	37	37
( 2 )	38,39	38,4	38,46	38,07	37,92	37,86	37,86	37,73	37,78
( 3 )	39,22	39,08	39,01	38,95	39,03	38,96	37,9	37,94	37,92
<u>Perte de poids kg</u>	2,086	2,001	2,268	1,327	1,216	1,312	0,800	0,987	0,925





Variation de la fréquence cardiaque en fin d'exercice  
 Comparaisons des trois exercices  
 Modifications de la fréquence au cours des trois exercices  
 Vergleich der drei Übungen



III. Classement des sujets d'après leurs index d'aptitude et d'après la surface cutanée ( Tableau III ) - ( graphique 2 ).

TABLEAU III.

Ce tableau permet de dégager les données suivantes:

1. Tous les sujets ont un index de Step Test supérieur à 70.
2. Tous les sujets, sauf deux, ont un index de Pack Test supérieur à 70. Deux sujets ont un index de Pack Test compris entre 70 et 75. Leurs fréquences cardiaques et leurs températures internes sont cependant assez comparables à celles des sujets dont l'index est compris entre 75 et 79. Les deux index les plus bas (32 et 62) correspondent à des sujets qui n'ont pu terminer valablement, malgré sa répétition, l'épreuve du Pack Test mais dont l'index a néanmoins été mesuré. Il s'agit d'un sujet de 26 ans et d'un sujet de 40 ans, ce dernier nettement plus lourd que son poids idéal. Ces sujets ont toutefois effectué normalement les exercices prévus en ambiance surchauffé, quoique avec de moins bons résultats que les autres groupes. Leurs index de Step Test sont respectivement de 71 et de 79. Cette discordance entre le Pack Test et le Step Test met en évidence la valeur du Pack Test pour dépister certains candidats dont l'inaptitude aurait pu passer inaperçue avec le Step Test.
3. Près des deux tiers des sujets se groupent dans la catégorie d'aptitude comprise entre 70 et 89 pour le Pack Test et le Step Test. La même proportion de sujets a une surface cutanée comprise entre 1,70 et 1,89 m<sup>2</sup>. La répartition des divers groupes est reprise au tableau ci-après:

(voir page 14)

T A B L E A U III.

Valeurs moyennes des résultats recueillis en fonction des valeurs du Pack Test, du Step Test et de la surface cutanée

	<u>PACK TEST</u> 32 - 62			<u>STEP TEST</u>			<u>SURFACE CUTANÉE</u> - ( m <sup>2</sup> ) 1,65 - 1,67		
	<u>Exerc. A</u>	<u>Exerc. B</u>	<u>Exerc. C</u>	<u>Ex. A</u>	<u>Ex. B</u>	<u>Ex. C</u>	<u>Exerc. A</u>	<u>Exerc. B</u>	<u>Exerc. C</u>
<u>Nombre de sujets</u>	2	2	2				3	3	3
<u>Pack Test</u>	47	47	47				77,2	77,2	77,2
<u>Step Test</u>	75	75	75				79,2	79,2	79,2
<u>Surface cutanée (m<sup>2</sup>)</u>	2,00	2,00	2,00				1,66	1,66	1,66
<u>Fréquence cardiaque (pulsations/min.)</u>									
(1)	84	92	97				81,3	89,3	83,3
(2)	146		147				164		125,3
(3)	141	148	125				154	158	107,3
(4)	162		135				172		122
(5)	153	162	126				176,6	192,6	107,3
(6)	141	147	115				152	154,6	93,3
<u>Température rectale (°C)</u>									
(1)	36,9	37,1	37,35				37,36	37,33	37,4
(2)	38,65	38,75	37,75				38,76	38,3	38,13
(3)	38,95	39,35	37,7				39,63	39,3	38,2
<u>Perte de poids (Kg)</u>	2,200	1,325	1,350				1,500	0,900	0,700

T A B L E A U III (suite).

	<u>PACK TEST</u>			<u>STEP TEST</u>			<u>SURFACE CUTANEE (m2)</u>		
	70 - 79			70-79			1,70 - 1,79		
	Exerc.A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C
<u>Nombre de sujets</u>	13	13	13	12	12	12	16	16	16
<u>Pack Test</u>	76,53	76,53	76,53	72	72	72	89,31	89,31	89,31
<u>Step Test</u>	79,38	79,38	79,38	76,16	76,16	76,16	91,31	91,31	91,31
<u>Surface cutanée (m2)</u>	1,856	1,856	1,856	1,895	1,895	1,895	1,75	1,75	1,75
<u>Freguence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	80,3	81,6	84,1	78,8	82	87,5	75	73,5	74,7
( 2 )	144,9		117,5	146,8		122,6	135,5		110,4
( 3 )	134,4	124,3	97	136,3	131,1	102,5	120,4	119,2	85,6
( 4 )	168,6		111,3	171,5		116,8	154,3		101,9
( 5 )	156,4	158,4	100,9	158,8	165,1	105,8	144,2	150,5	88,9
( 6 )	137,6	133,6	88,9	141,6	141,8	96,8	128,2	130,2	79
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	36,93	36,98	36,93	37,01	36,95	37,15	36,8	36,99	37,09
( 2 )	38,32	37,88	37,81	38,4	38,01	37,86	38,25	37,81	37,73
( 3 )	39,12	38,97	37,79	39,05	38,99	37,89	39,01	38,83	37,75
<u>Perte de poids kg</u>	2,185	1,311	0,861	2,167	1,358	0,941	2,015	1,253	0,800



T A B L E A U III (suite).

	<u>PACK TEST</u> 80 - 89			<u>STEP TEST</u> 80 - 89			<u>Surface cutanée m<sup>2</sup></u> 1,80 - 1,89		
	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C
<u>Nombre de sujets</u>	26	26	26	23	23	23	20	20	20
<u>Pack Test</u>	83,61	83,61	83,61	81,87	81,87	81,87	88,25	88,25	88,25
<u>Step Test</u>	85,38	85,38	85,38	83,91	83,91	83,91	90,45	90,45	90,45
<u>Surface cutanée (m<sup>2</sup>)</u>	1,856	1,856	1,856	1,852	1,852	1,852	1,844	1,844	1,844
<u>Fréquence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	76,6	75,9	77,9	80,7	80	79,1	75	76,4	77,7
( 2 )	140,8		115,3	142		117,4	132,6		104,8
( 3 )	127,4	126,9	92,2	128,7	126,1	94,9	122	123,2	87
( 4 )	162,2		110,7	161		112,4	154,3		100,4
( 5 )	155,8	157,4	96,9	154	171,2	100,6	148,2	153,4	88
( 6 )	134,6	134,5	85,4	134,3	135,5	87,6	126,6	128,7	79,4
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	37,05	36,99	37,14	37,01	37,04	37,03	36,99	36,85	36,98
( 2 )	38,31	37,98	37,78	38,32	38,01	37,79	38,3	38,1	37,61
( 3 )	39,14	39,07	37,82	39,17	39,08	37,79	39	39,22	37,74
<u>Perte de poids kg</u>	2,095	1,319	0,909	2,087	1,287	0,900	2,232	1,360	0,825

T A B L E A U III (suite)

	<u>PACK TEST</u>			<u>STEP TEST</u>			<u>SURFACE CUTANEE m2</u>		
	90 - 99			90 - 99			1,90 - 1,99		
	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C
<u>Nombre de sujets</u>	9	9	9	14	14	14	11	11	11
<u>Pack Test</u>	93,55	93,55	93,55	92,8	92,8	92,8	84,9	84,9	84,9
<u>Step Test</u>	97,2	97,2	97,2	93,5	93,5	93,5	87,63	87,63	87,63
<u>Surface cutanée (m2)</u>	1,907	1,907	1,907	1,83	1,83	1,83	1,940	1,940	1,940
<u>Fréquence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	72,4	73,3	69,1	68,8	67,5	70	73,8	72,2	72
( 2 )	128		93,5	130,8		98,6	135,4		116,2
( 3 )	118,9	114,6	77,7	119,3	116,8	80,6	130,8	120,5	95
( 4 )	146,8		90,2	153,3		95,3	165,4		110,4
( 5 )	140,8	144,2	81,1	146,7	146,4	82,6	157,6	152,7	102,2
( 6 )	123,1	121,7	72,2	125	122,2	73,7	141,09	133,4	90,36
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	37,03	37,02	37,15	36,89	36,93	37,07	37,03	36,8	37,06
( 2 )	38,31	38,08	37,72	38,19	38	37,62	38,31	37,98	37,84
( 3 )	39,24	39,05	37,75	39,06	38,97	37,68	39,2	38,89	37,8
<u>Perte de poids kg</u>	2,088	1,272	0,711	2,246	1,360	0,832	2,190	1,404	0,945

T A B L E A U III (suite)

	<u>PACK TEST</u>			<u>STEP TEST</u>			<u>SURFACE CUTANEE m2</u>		
	100 - 109			100 - 109			2,00 - 2,16		
	Ex.A	Ex. B	Ex.C	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex.C
<u>Nombre de sujets</u>	6	6	6	7	7	7	7	7	7
<u>Pack Test</u>	103,83	103,83	103,83	99,28	99,28	99,28	77,28	77,28	77,28
<u>Step Test</u>	103,83	103,83	103,83	104,57	104,57	104,57	82,19	82,19	82,19
<u>Surface cutanée</u> (2)	1,845	1,845	1,845	1,92	1,92	1,92	2,057	2,057	2,057
<u>Fréquence cardiaque</u> puls/min.									
(1)	74	71	67,6	73,4	71,7	67,4	78	75,7	78,5
(2)	124		103	123,7		98,8	144		115,7
(3)	115,7	121	82	120,7	117,7	80,5	130	123,7	94
(4)	144		100,6	142,6		95,1	161,7		113,4
(5)	130,3	148,3	83	121,1	144	79,7	142,5	149,1	102,3
(6)	117	128,6	75	120,8	124	70,8	128	127,1	88
<u>Températ. rectale</u> (°C)									
(1)	36,73	36,9	36,88	36,84	36,82	36,9	37,1	37,1	37,17
(2)	38,28	38,08	37,55	38,44	37,98	37,58	38,51	37,97	37,84
(3)	38,75	38,98	37,75	39,04	39,15	37,75	39,25	38,94	37,82
<u>Perte de poids kg</u>	2,366	1,466	1,308	2,057	1,278	1,114	2,391	1,400	1,228

T A B L E A U III (suite)

	<u>PACK TEST</u>			<u>STEP TEST</u>			<u>SURFACE CUTANEE m2</u>		
	110 - 119			110 - 119			2,20 - 2,22		
	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. A	Ex. B	Ex. C
<u>Nombre de sujets</u>	3	3	3	3	3	3	2	2	2
<u>Pack Test</u>	114,6	114,6	114,6	110,3	110,3	110,3	85,5	85,5	85,5
<u>Step Test</u>	110,6	110,6	110,6	115,66	115,66	115,66	92,5	92,5	92,5
<u>Surface cutanée (m2)</u>	1,806	1,806	1,806	1,820	1,820	1,820	2,215	2,215	2,215
<u>Fréquence cardiaque puls/min.</u>									
( 1 )	54,6	51,9	54,6	61,3	62,6	61,3	81	78	82
( 2 )	119,3		90,6	122,6		102	143		113
( 3 )	112	101,3	69,3	108,6	115,3	74	126	121	91
( 4 )	144,6		78	148,6		86	162		117
( 5 )	131,3	138,6	75,3	128	138	78	151	157	96
( 6 )	116	115,3	66,6	113,3	114,6	67,3	122	132	83
<u>Températ. rectale (°C)</u>									
( 1 )	36,8	36,8	36,96	37,13	37,2	37,4	36,7	36,8	37
( 2 )	38,26	37,86	37,53	38,33	37,96	37,86	38	37,95	37,7
( 3 )	38,86	38,93	37,6	38,90	39	37,93	38,75	39,75	37,65
<u>Perte de poids kg</u>	2,433	1,450	0,933	2,566	1,566	1,050	2,850	1,700	1,225

TABLEAU IV (graphique n° 3)

Répartition des sujets examinés suivant les index et la surface cutanée.

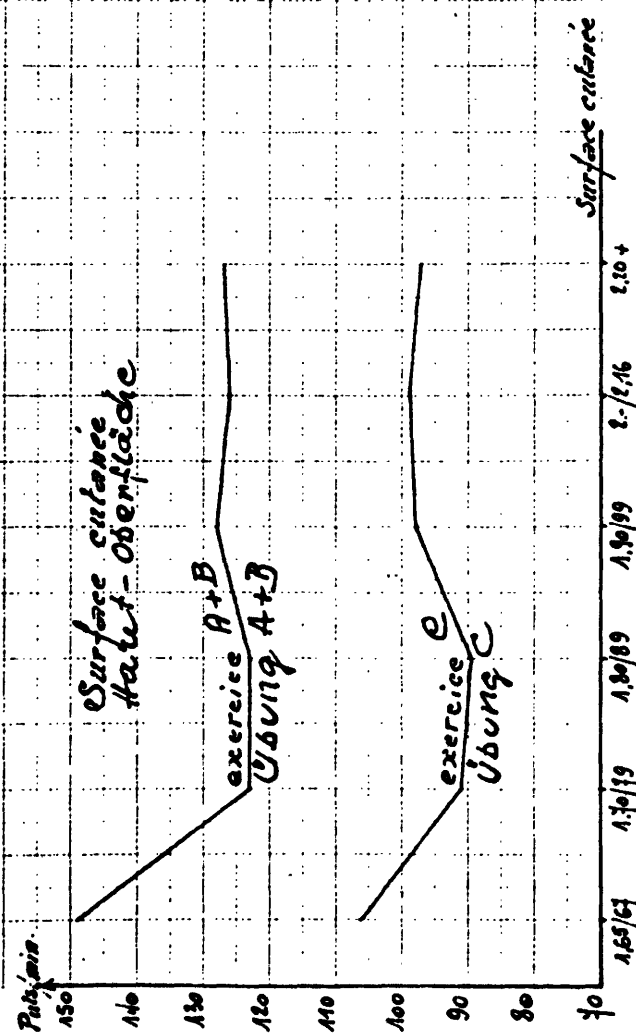
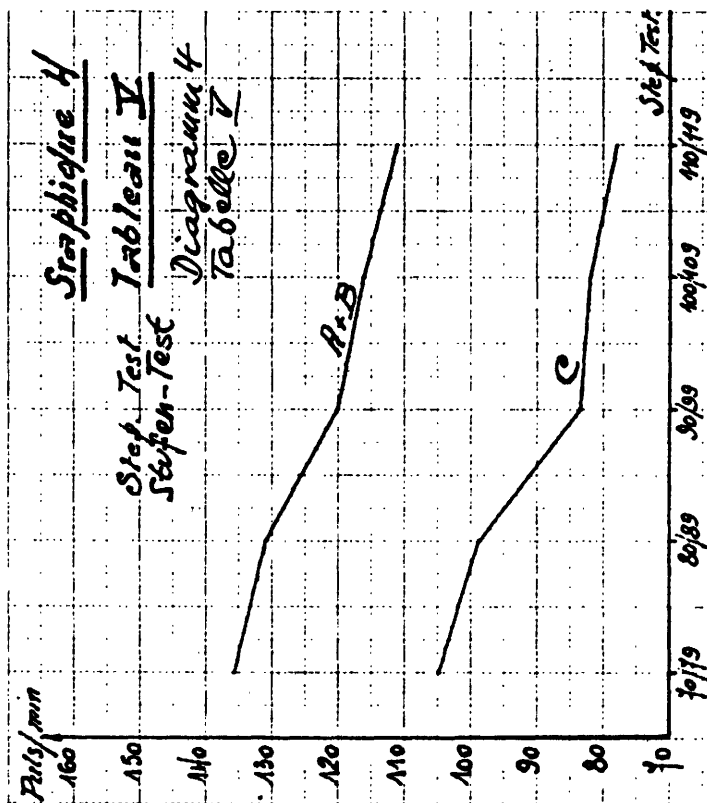
Index PACK TEST	Nombre de sujets	Index STEP TEST	Nombre de sujets	Surface cutanée m <sup>2</sup> .	Nombre de sujets
32 - 62	2	32 - 62	0	1,65 - 1,67	3
70 - 79	13	70 - 79	12	1,70 - 1,79	16
80 - 89	26	80 - 89	23	1,80 - 1,89	20
90 - 99	9	90 - 99	14	1,90 - 1,99	11
100 -109	6	100 -109	7	2,00 - 2,16	7
110 -119	3	110 -119	3	2,20 et plus	2

4. Il existe une assez bonne concordance entre le Pack Test et le Step Test. Le Pack Test étant cependant une épreuve plus dure que le Step Test, l'index de ce dernier est généralement un peu plus élevé, sauf dans certains cas où le Pack Test est supérieur à 100.

5. Comme on pouvait s'y attendre, le classement établi selon les index du Pack Test et du Step Test correspond, dans une mesure significative, au classement basé sur la fréquence cardiaque. Cette corrélation est valable non seulement pour les exercices effectués en ambiance normale, mais également en ambiance surchauffée. Le tableau V qui illustre ces données a été établi en déterminant, pour chaque groupe d'index, la moyenne de toutes les fréquences cardiaques recueillies au cours des exercices en ambiance surchauffée ( A + B ) d'une part et en ambiance normale ( C ) d'autre part.

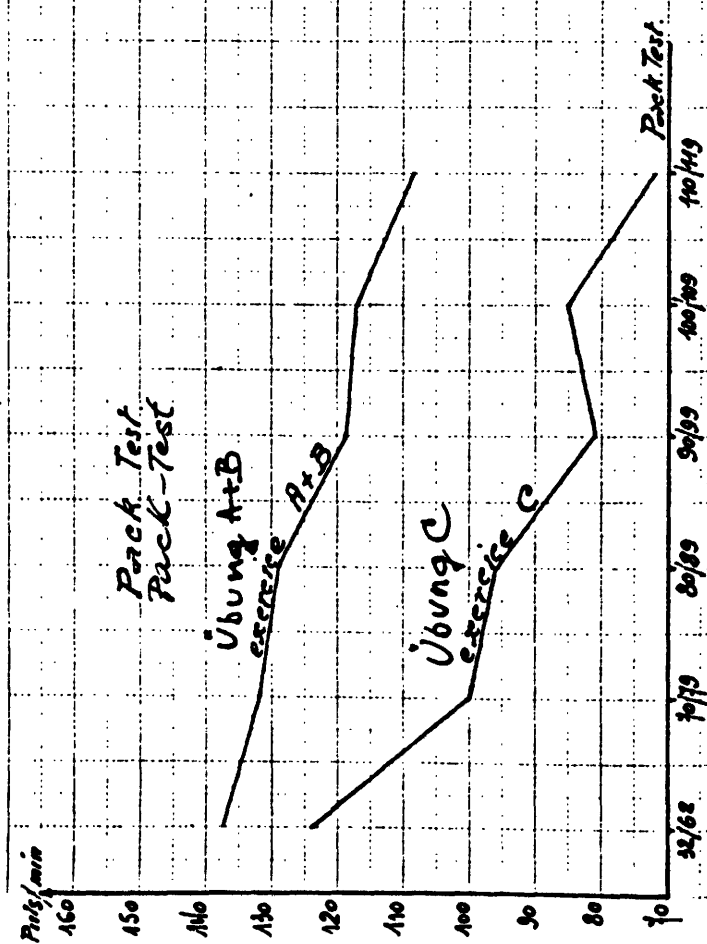
TABLEAU V.

voir en page 15.



Moyenne des frequences cardiaques (Puls/min) en fonction du Pack Test, Step Test et de la Surface entanee

Durchschnitt der Herzfrequenzen (Puls/min) nach dem Pack-Step-Test und nach der Surface entanee



Surface entanee

2.10 +



TABLEAU V.

Moyenne des fréquences cardiaques (pulsations/min) suivant les index Pack Test - Step Test et la surface cutanée - ( graphique n° 4 ) -

Index PACK TEST	Fréquence cardiaque		Index STEP TEST	Fréquence cardiaque	
	A + B	C		A + B	C
32 - 62	137,6	124,1	32 - 62		
70 - 79	132	99,9	70 - 79	135,4	105,3
80 - 89	129,2	96,4	80 - 89	131,3	98,6
90 - 99	118,4	80,6	90 - 99	119,7	83,5
100 -109	117,4	85,2	100 -109	116,-	82,-
110 -119	108,5	72,4	110 -119	111,3	78,1

Surface cutanée m <sup>2</sup>	Fréquence cardiaque	
	A + B	C
1,65 - 1,67	149,4	106,4
1,70 - 1,79	123,1	90,8
1,80 - 1,89	123,4	89,5
1,90 - 1,99	128,3	97,7
2,00 - 2,16	126,-	98,6
2,20 et plus	127,3	97

Ce tableau montre de plus que la différence entre les valeurs moyennes des fréquences cardiaques au cours des exercices en ambiance surchauffée et celles recueillies en ambiance normale reste assez stable pour chaque groupe d'index égal ou supérieur à 70. Elle est comprise entre 30 et 38 pulsations/min.

D'autre part, dans le cadre du travail aux hautes températures et en se basant sur les fréquences cardiaques moyennes observées, l'aptitude pourrait être estimée d'après le Pack Test et le Step Test de la façon suivante:

- aptitude bonne pour un index compris entre 70 et 90 pour le Pack Test, 80 et 90 pour le Step Test;
- aptitude supérieure pour un index égal ou supérieur à 90.





Statistique 3

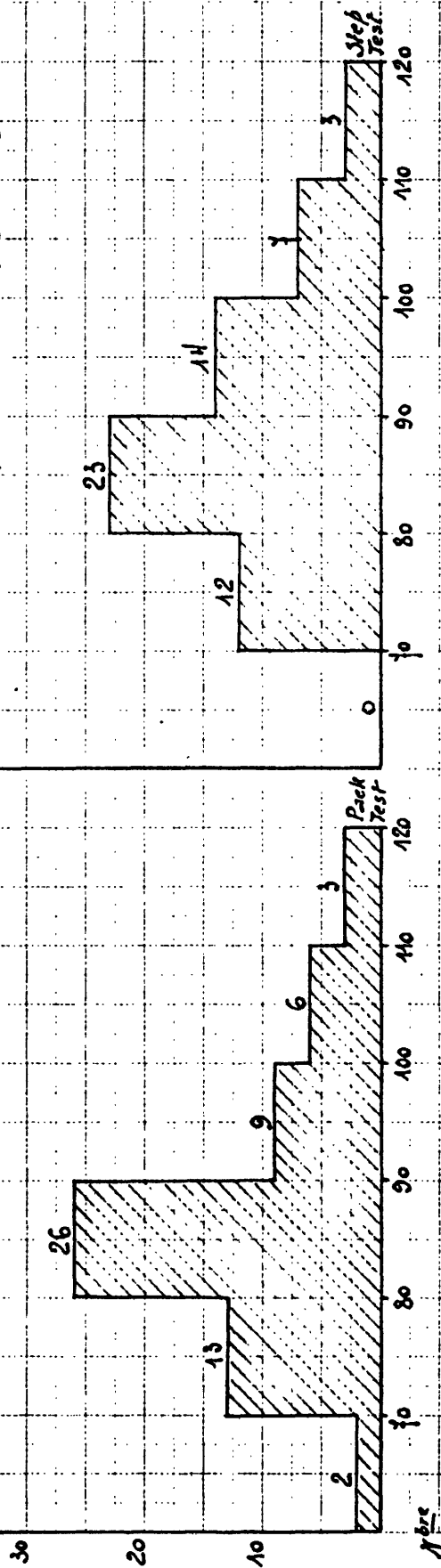
Tableau IV

Step. Test.  
Stufen-Test  
Diagramm 3  
Tabelle II

N<sub>obs</sub>

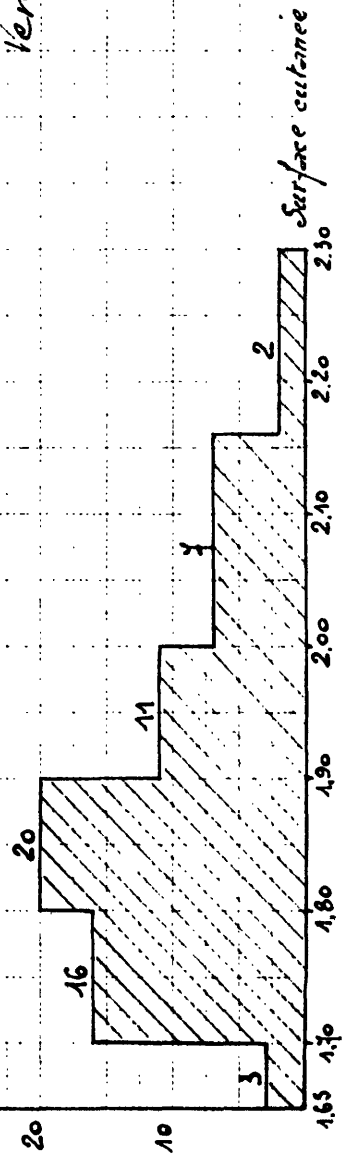
N<sub>obs</sub>

Pack-Test.  
Rück-Test



Surface cutanee  
Acut-Oberfläche

Répartition des sujets  
Verteilung der Probanden





Pour les valeurs d'index inférieures à 70, nous ne disposons que d'un groupe de deux sujets. Cet échantillon de population est trop restreint pour permettre une opinion valable, mais il nous paraît prudent d'exclure tout sujet dont l'index (Pack Test) n'atteint pas 70.

Aucun classement d'aptitude basé sur la surface cutanée ne peut être établi en fonction de la fréquence cardiaque. A signaler uniquement une fréquence cardiaque nettement plus élevée chez les sujets dont la surface cutanée est inférieure à 1,70 m<sup>2</sup>, mais il s'agit également d'un échantillon de population trop restreint.

6 - Il n'y a aucune relation significative entre l'aptitude selon le Pack Test et le Step Test et les variations de température interne observées lors d'exercices effectués tant en ambiance surchauffée que normale. Il n'y a de même aucune corrélation entre la surface cutanée et la température interne.

7 - Les variations de pression artérielle ne donnent lieu à aucune différence significative entre les groupes d'aptitude classés selon le Pack Test, le Step Test ou la surface cutanée.

8 - Les variations de la perte de poids par sudation sont sans rapport significatif avec le classement du Pack Test et du Step Test. Par contre, des écarts significatifs apparaissent entre les groupes de classement extrêmes de surface cutanée. (graphique 5).

#### IV. Incidents observés lors des épreuves.

Les incidents observés ont été très peu nombreux au cours de plus de 460 exercices effectués. Ils ont été constitués par:

- une albuminurie légère chez deux sujets:
  1. avant et après l'exercice A chez un sujet de 32 ans du groupe II ayant un index de 100 pour le Pack Test et de 106 pour le Step Test;
  2. après l'exercice A, chez un sujet de 32 ans du groupe II ayant un index de 103 pour les deux tests.
- une arythmie cardiaque extrasystolique avant l'exercice chez un sujet de 24 ans, ayant un index de 84 pour le Pack Test et de 90 pour le

Step Test. Cette arythmie ayant disparu à l'effort est sans signification pathologique;

- un malaise de quelques minutes avec interruption temporaire de l'exercice A, repris normalement par après chez un sauveteur du groupe II de 32 ans, ayant un index d'aptitude supérieur à 100;
- une interruption de l'exercice A, à la suite d'excès éthyliques chez un sujet de 31 ans du groupe II ayant un index supérieur à 100. Cet exercice a été réalisé correctement à une autre occasion.

### DISCUSSION.

Certains résultats obtenus au cours de cette recherche appellent les commentaires suivants:

- L'aptitude physique des sujets à soumettre aux hautes températures estimée d'après le Pack Test et le Step Test ne concerne que la fréquence cardiaque. L'étude des autres paramètres (température interne, pression artérielle, perte de poids par sudation) montre que ceux-ci ne sont pas intéressés par le classement d'aptitude proposé.
- L'importance du facteur cardiaque et de l'une de ses expressions, la fréquence cardiaque, au cours de la surcharge thermique, justifie à elle seule l'adoption des index d'aptitude envisagés en vue d'une présélection des candidats sauveteurs.
- Le Pack Test s'avère plus dur que le Step Test. L'index du Pack Test est, en effet, généralement moins élevé alors que dans la formule qui établit cet index, le facteur P2 du dénominateur est déterminé dans des conditions plus favorables pour le Pack Test (4 - 4½ minutes après la fin de l'épreuve pour le Pack Test contre 3 - 3½ minutes pour le Step Test).
- Malgré la durée très limitée (5 minutes) de l'effort servant à la détermination des index d'aptitude, ceux-ci conservent leur valeur de classement même au cours d'exercices de durée prolongée, effectués tant en ambiance normale qu'en atmosphère surchauffée.
- Le classement d'aptitude découlant des fréquences cardiaques moyennes devrait, selon nous, se faire suivant le schéma proposé plus haut (aptitude bonne pour un index compris entre 70 et 90 pour le Pack Test, entre

80 et 90 pour le Step Test; aptitude supérieure pour un index de 90 ou plus pour les deux tests). La présélection des candidats sauveteurs à soumettre aux entraînements pourrait se faire sur la base d'un index atteignant 90 ou voisin de ce dernier. Les sujets ayant un index compris entre 70 et 90 pour le Pack Test, 80 et 90 pour le Step Test, sans être exclus de l'entraînement devraient constituer la réserve disponible pour compléter les équipes en choisissant les individus dont l'index est le plus haut.

- Cette présélection n'est valable que pour la condition cardiaque des sujets examinés et ne permet pas de préjuger de leur comportement global aux hautes températures. Dans des limites acceptables d'aptitude, selon le Pack Test et le Step Test, il faut, en effet, tenir compte des qualifications du candidat, de son expérience acquise et de facteurs psychologiques, moraux ou professionnels. (p. ex., esprit d'initiative, sens des responsabilités, etc.)

#### C O N C L U S I O N S :

1. Le Harvard Pack Test et le Step Test, techniquement faciles à réaliser répondent assez bien aux exigences d'un test simple.
2. Dans le cadre du travail aux hautes températures, ils permettent d'établir un classement d'aptitude basé uniquement sur la fréquence cardiaque, les autres paramètres étudiés au cours des exercices n'étant pas ou peu intéressés par ces critères.
3. L'aptitude établie à partir de ces tests reste valable pour des exercices de durée longue effectués aussi bien à température élevée qu'en ambiance normale.
4. Selon la fréquence cardiaque observée au cours de cette recherche, l'aptitude physique basée sur les tests employés, peut être considérée comme bonne pour un index de 70 à 90 pour le Pack Test, de 80 à 90 pour le Step Test; comme supérieure pour un index égal ou supérieur à 90 pour les deux tests.
5. La présélection des sauveteurs à soumettre à l'entraînement pourrait se faire, au premier degré, sur la base d'un index de 90 ou plus pour

pour les deux tests, au second degré sur la base d'un index compris entre 80 et 90 pour le Step Test; 70 à 90 pour le Pack Test.

6. Ces tests devraient faire partie d'examens de routine à effectuer régulièrement pour contrôler le maintien de l'aptitude physique du personnel de sauvetage.

7. La qualification professionnelle ou morale des candidats sauveteurs constitue, en complément de l'aptitude physique, un élément dont il faut, également tenir compte dans la présélection.

8. Dans les limites d'âge compatibles avec le sauvetage minier, il n'y a pas de différence importante entre les index des divers groupes d'âge.

9. Le classement basé sur la surface cutanée ne donne lieu à aucune relation en concordance avec les paramètres étudiés sauf en ce qui concerne la perte de poids par sudation dans les groupes de classement extrêmes.

#### BIBLIOGRAPHIE.

- HOUBERECHT A., LAVENNE F. et PATIGNY J. - "Le travail humain aux températures élevées". - "Maroc Médical" n° 395.
- DE CONINCK L. - "Harvard Pack Test" - Traduction libre d'une communication du National Coal Board, Octobre 1952, revue et corrigée en octobre 1958. - St.71/59/CNCS - 25.2.1959.
- DU BOIS. Arch. Intern. Médic. 17,263 ( 1916 ).

\* \* \* \* \*

LA CENTRALE DE SAUVETAGE  
DES CHARBONNAGES DU COUCHANT  
DE MONS

LES DIRECTEURS DE LA  
RECHERCHE

M. VANDEVELDE

P. LEYH

A. PATERNOSTER

Le 28 JUIN 1965

**APPENDICE:**

**Annexe Xa**

(Doc. 3436/65)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Instructions pour la construction de barrages en plâtre  
(Centrale de Sauvetage Essen-Kray)



**APPENDICE:**

**Annexe Xa**

(Doc. 3436/65)

**Appendice**

au troisième rapport de l'Organe permanent pour la sécurité dans les  
mines de houille

- Instructions pour la construction de barrages en plâtre  
(Centrale de Sauvetage Essen-Kray)

S o m m a i r e

	Page
1. <u>Directives générales</u>	XI, 3
2. <u>Fossibilités de livraison et transport du plâtre</u>	XI, 5
3. <u>Matériaux nécessaires pour la construction d'un barrage</u>	XI, 6
3.1. Matériaux pour la construction des cloisons dans les galeries d'une section de 10 m <sup>2</sup>	XI, 6
3.2. Outillage pour la construction des cloisons	XI, 7
3.3. Détermination de la longueur du barrage	XI, 7
3.4. Approvisionnement en plâtre et en eau pour la construction de barrages en plâtre	XI, 7
4. <u>Construction des cloisons</u>	XI, 8
4.1. Choix de l'emplacement du barrage	XI, 8
4.2. Travaux préparatoires pour l'installation du barrage	XI, 8
4.3. Mise en place des cloisons	XI, 8
5. <u>Injection du plâtre et de l'eau dans l'enceinte du barrage (remplissage)</u>	XI, 10
5.1. Outillage et installations pour l'injection du plâtre et de l'eau dans l'enceinte du barrage	XI, 10
5.2. Préparation du remplissage	XI, 10
5.3. Remplissage	XI, 12
5.4. Humectation du barrage à la lance	XI, 14
5.5. Fermeture de la buse	XI, 14
6. <u>Contrôle de l'étanchéité</u>	XI, 14
7. <u>Etanchéification du barrage</u>	XI, 15

A n n e x e s

Annexe 1 Fournisseurs de plâtre

Annexe 2 Fournisseurs d'outillage et d'installations ainsi que de matériaux divers pour la construction de barrages en plâtre

Annexe 3 Liste des matériaux, outils, appareils et installations diverses nécessaires pour la construction d'un barrage en plâtre dans une galerie de 10 m<sup>2</sup> de section

I l l u s t r a t i o n s

Fig. 1 Représentation schématique de la construction d'un barrage en plâtre

Fig. 2 Mise en place des étais de la cloison postérieure

Fig. 3 Clouage des planches et des nattes en fibres de silicate de la cloison postérieure

Fig. 4 Mise en place de la cloison antérieure mobile et incorporation des tuyaux de remplissage

Fig. 5 Coupe du chantier de construction d'un barrage

Fig. 6 Lance à eau

## INSTRUCTIONS POUR LA CONSTRUCTION DE BARRAGES EN PLÂTRE

1. Directives générales

En vue de la mise au point et de l'expérimentation d'avant-barrages résistant aux explosions et pouvant être construits rapidement afin d'isoler des incendies de mine en cas de danger d'explosion, une recherche, suggérée par la Centrale de sauvetage à Essen et financée par l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houilles auprès de la Haute Autorité à Luxembourg a été entreprise en 1960 en collaboration avec la Versuchsgrubengesellschaft mbH à Dortmund.

L'étude de différents types de barrages, effectuée à l'aide d'explosions, a révélé que, du point de vue de la rapidité de construction et de la résistance aux explosions, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les barrages en plâtre examinés ci-dessous. La construction de barrages en plâtre est fondée sur les opérations fondamentales suivantes (voir fig. 1) : injection pneumatique de plâtre sec à l'aide de conduites flexibles et de bouteilles d'air comprimé dans l'espace compris entre deux faibles cloisons, suivie de l'humectation du plâtre déjà mis en place. Bien que les barrages en plâtre nécessitent une quantité de matériaux qui n'atteint que les  $\frac{3}{4}$  de celle qui est nécessaire pour la construction des barrages en sacs de sable utilisés jusqu'à présent, ils présentent une résistance à l'explosion environ quatre fois plus grande que ceux-ci. Grâce aux besoins moins importants en matériaux et à l'injection pneumatique, il faut deux fois moins de temps et de main-d'œuvre pour la construction d'un barrage en plâtre que pour la mise en place d'un barrage en sacs de sable.

Par ailleurs, l'utilisation de conduites flexibles permet de couvrir des distances plus grandes et facilite par conséquent le transport. Un avantage essentiel du point de vue de la sécurité réside dans le fait que la plus grande partie de l'équipe d'intervention ne se tient pas dans la zone de danger immédiat, c'est-à-dire près du barrage à construire, mais aux abords de la cuve à souffler le plâtre, c'est-à-dire que cette équipe se trouve le plus souvent en plein courant d'air frais.

Ces résultats favorables ont incité les groupes de travail "incendie et feux de mine" et "sauvetage" de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille de la Communauté européenne du charbon et de l'acier, à Luxembourg, à publier des directives pour la construction de barrages en plâtre destinés à isoler les incendies de mine (\*). Ces directives ont été incorporées dans les présentes instructions pour la construction de barrages en plâtre.

Jusqu'à ce jour, un grand nombre de barrages en plâtre ont déjà été utilisés avec succès dans divers cas présentant de sérieux dangers et pour isoler des chantiers abandonnés. On a constaté que ces barrages, lorsque les conditions tectoniques sont bonnes, garantissent une étanchéité comparable à celle d'autres barrages définitifs, si bien qu'ils peuvent être utilisés sans réserve comme barrages de fermeture définitive de galeries.

L'utilisation de barrages en plâtre au lieu de barrages maçonnés doubles comme barrages fermants définitifs présente l'avantage de supprimer les travaux de maçonnerie pour la construction du double mur et permet de travailler avec des cloisons légères. Dans ces conditions, et en raison de l'injection mécanique du plâtre, le travail est moindre que dans le cas d'un barrage maçonné à mur double. Lorsque les conditions tectoniques sont bonnes, les barrages en plâtre présentent la même étanchéité que les barrages remplis de poussières sèches de stériles; lorsque les conditions tectoniques sont délicates, leur étanchéité n'est suffisante que lorsqu'on a effectué des travaux complémentaires (par exemple, voûtage des parois de la galerie, perçage ultérieur du barrage suivi de l'injection sous pression, prolongement du barrage). Souvent d'ailleurs, dans de tels cas, ces travaux complémentaires s'imposent aussi pour d'autres types de barrages.

---

(\*) Doc. n° 4928/63/2 de l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille auprès de la Haute Autorité à Luxembourg.

2. Possibilités de livraison et transport du plâtre

La construction de barrages en plâtre dans les galeries de sections courantes nécessite 25 à 35 tonnes de plâtre. Le plâtre ne pouvant être stocké que pendant un délai limité, il ne saurait être question normalement d'en constituer des stocks. Le plâtre nécessaire pour la construction de barrages peut être livré immédiatement (même les dimanches et jours fériés) par les firmes mentionnées à l'annexe 1. La Centrale de sauvetage d'Essen détient, pour les cas d'urgence, une autorisation de dérogation à l'interdiction des transports du dimanche, comme le prévoit le § 4 a StVO. Les fournisseurs de plâtre, se référant à la date et au numéro d'enregistrement de cette autorisation de dérogation (n° 53.11-04 du Regierungspräsident à Düsseldorf du 14 mai 1963), peuvent également livrer les quantités de plâtre nécessaires, les dimanches et jours fériés.

Pour la construction des barrages, il est recommandé d'utiliser le plâtre spécialement mis au point pour les mines : il prend plus vite que le plâtre fin de construction et est moins coûteux. Le plâtre spécial pour les mines peut être livré par la firme mentionnée sub 1 en annexe 1 et est produit par la firme mentionnée sub 2. Un stock de 50 tonnes de plâtre spécial pour les mines est toujours disponible.

Les firmes mentionnées sub 3 et 4 à l'annexe 1 peuvent livrer du plâtre fin de construction qui, lui aussi, peut parfaitement être utilisé pour les barrages en plâtre.

Le plâtre spécial pour les mines peut être livré en sacs de 40 kg, plus maniables dans les chantiers souterrains que les sacs de 50 kg normalement utilisés dans l'industrie du bâtiment.

Lors du chargement, du transport et du stockage du plâtre, il y a lieu d'éviter que celui-ci ne prenne de l'humidité. Lorsqu'on charge du plâtre pour le transport au fond, les berlines utilisées doivent être absolument sèches, d'autre part, dans les chantiers humides, le plâtre doit être protégé contre l'eau d'égouttage.

3. Matériaux nécessaires pour la construction d'un barrage

Pour la construction de barrages, le plâtre est transporté et injecté pneumatiquement dans l'enceinte du barrage. Ce procédé exige la construction de deux cloisons, afin que la matière de remplissage soit maintenue en place jusqu'à sa solidification (voir fig. 1).

3.1. Matériaux pour les cloisons dans les galeries d'une section de 10 m<sup>2</sup>

La construction des deux cloisons nécessite les matériaux suivants :

Etais ou bois équarris, 4 m de long	8 unités
Planches, 2 à 2,5 m de long	40
Planches, 1 à 1,5 m de long	40
Tuyaux de prise d'échantillons d'air, NW 50,5 m de long avec joints pleins et robinets	1
*Tuyaux de remplissage avec raccord C et prise d'eau de 3/4"	3 - 5
Chaînes, fils à ligaturer	selon les besoins
*Nattes en fibres de silicate ou toiles d'aérage	environ 25 m <sup>2</sup>
Clous, 3"	1 paquet
Clous à carton bitumé.	1 paquet
*Matelas pour barrage	3 à 5 unités

Lorsque le barrage doit être construit en un point exposé au risque d'explosion ou lorsque la circulation ou l'aérage du quartier isolé devront être rétablis ultérieurement :

*Buses de 700 mm de diamètre, 2 m de long	2 unités
*Bride d'obturation pleine pour les tubes ci-dessus	1
*Joints pour brides d'obturation	4
Boulons et écrous à 6 pans, 20 X 120	40

Dans les barrages exposés au risque d'afflux d'eau, il y a lieu d'incorporer des tuyaux d'évacuation d'eau munis de siphons.

---

(\*) Possibilités de livraison, voir annexe 2.

**3.2. Outillage pour la construction des cloisons**

Haches de mineur	2 unités
Scies à archet	2
Marteaux à main	2
Pics	2
Pelles	2
Raclettes	2
Clés pour brides d'obturation du tuyau de prise d'échantillons d'air	2 de chaque
Clés à anneaux pour l'assemblage de la buse	2 de chaque
Pincos coupantes	1
Clés pour raccords C	2

**3.3. Détermination de la longueur du barrage**

La longueur du barrage dépend de la hauteur de la couronne au point occupé par le barrage. Voici quelques chiffres indices :

hauteur de la couronne h : jusqu'à 3,0 m longueur du barrage l = 2,0 m

hauteur de la couronne h : de 3 à 3,5 m longueur du barrage l = 2,5 m

hauteur de la couronne h : plus de 3,5 m longueur du barrage l = h

Pour la détermination de la longueur des barrages dans les galeries de plus de 12,5 m<sup>2</sup> de section, des expériences pratiques sont encore nécessaires.

**3.4. Quantités de plâtre et d'eau nécessaires pour la construction de barrages en plâtre**

Après avoir déterminé la longueur du barrage, il y a lieu de calculer la quantité de plâtre nécessaire. Il faut 1,3 tonne de plâtre par m<sup>3</sup> de barrage. La quantité optimale d'eau nécessaire pour faire prendre le plâtre est de 0,66 m<sup>3</sup> par tonne de plâtre. En fait, il faudrait injecter 0,6 à 0,7 m<sup>3</sup> d'eau par tonne de plâtre injecté.



#### 4. Construction des cloisons

##### 4.1. Choix de l'emplacement du barrage

L'emplacement du barrage sera choisi de façon à assurer la meilleure étanchéité possible aux parois et à la couronne. Le barrage devra donc être ancré dans la roche ferme ou du charbon dur.

Lorsqu'un barrage doit être construit dans une galerie maçonnerie ou bétonnée, il est nécessaire de percer des trous dans les parois et de sceller dans ces trous des essieux de voiture ou de prévoir un autre dispositif d'ancrage pour le barrage.

Lorsqu'il s'agit d'isoler par barrage des incendies de mine pouvant provoquer une explosion, la couronne et les parois ne seront pas purgées afin d'éviter toute perte de temps inutile.

##### 4.2. Travaux préparatoires pour la mise en place du barrage

(voir figures 1 et 2)

Au point occupé par le barrage, il y a lieu de suspendre un tuyau de prise d'échantillons d'air et, en cas de danger d'explosion, d'incorporer une buse de 700 mm de diamètre. Lorsqu'on attache plus d'importance à l'étanchéité du barrage qu'à sa construction rapide et sa résistance à l'explosion, il est recommandé de purger les parois et le toit à l'endroit où sera mise en place la cloison accessible.

##### 4.3. Mise en place des cloisons

Les deux cloisons doivent, autant que possible, être disposées perpendiculairement à l'axe de la galerie.

La meilleure façon de procéder consiste à adosser la cloison postérieure à un élément de soutènement existant (voir fig. 2). Dans les galeries de 7 à 10 m<sup>2</sup> de section, la cloison postérieure doit être composée d'au moins 3 étais empotés et entaillés à mi-bois, sur lesquels les planches seront clouées en quiconce. Pour empêcher que le plâtre ne s'écoule dans la galerie à isoler, les interstices entre la cloison et la roche sont à boucher soigneusement avec de la laine de fibres de silicate.

Il est indiqué d'effectuer ces travaux d'étanchéification immédiatement après le clouage des planches. Des nattes de fibres de silicate, renforcées par du fil métallique, sont ensuite clouées sur le côté accessible de la cloison (voir fig. 3); elles doivent aussi empêcher le plâtre de s'écouler dans le quartier à isoler.

Au cas où l'on ne dispose pas de nattes de fibres de silicate, il suffit, pour étanchéifier la cloison postérieure et tout particulièrement la cloison antérieure accessible, d'en revêtir les faces intérieures d'une toile d'aérage.

La cloison antérieure, c'est-à-dire celle qui se trouvera du côté ouvert du quartier, est à mettre en place de la même façon que la cloison postérieure (voir fig. 4). Après la purge de l'espace prévu pour la cloison antérieure, il y a lieu d'amener la cloison au contact de la roche ferme. Les planches et les nattes de fibres de silicate ou la toile d'aérage sont clouées par l'intérieur, c'est-à-dire dans l'espace à occuper par le futur barrage. L'orifice de sortie est pourvu d'un volet en toile d'aérage qui, lors de l'injection du plâtre, sera utilisée comme regard.

Conformément aux figures 1, 4 et 5, les tuyaux de remplissage seront incorporés dans la cloison accessible, en un point situé dans le tiers supérieur de la galerie. Trois tuyaux de remplissage suffisent pour les galeries dont la section ne dépasse pas  $10 \text{ m}^2$ . Afin d'éviter tout retour d'eau et, partant, l'obstruction des tuyaux de remplissage, ceux-ci sont à disposer autant que possible horizontalement. Lorsque des cloches relativement grandes apparaissent dans le toit il y a lieu d'orienter vers le haut, en l'incorporant, le tuyau de couronne dans lequel le plâtre est toujours soufflé en dernier (voir fig. 4 et 5). On veillera strictement à ce que l'orifice de sortie des tuyaux de remplissage, exception faite éventuellement pour le tuyau de couronne, vienne se situer directement derrière la cloison antérieure accessible, afin d'obtenir une humectation uniforme du plâtre sur toute la longueur du barrage.

Comme des forces considérables jouent dans l'alimentation des tuyaux, ceux-ci doivent être immobilisés à l'aide de fils ou de chaînes. Pour pouvoir récupérer les tuyaux de soufflage de plâtre, il faudrait les ancrer à l'extérieur du barrage.

5. Injection du plâtre et de l'eau dans l'enceinte du barrage  
(remplissage)

5.1. Outillage et installations pour l'injection du plâtre et de  
l'eau dans l'enceinte du barrage

Cuves d'air comprimé (p.ex. *cuves Torkret, type Rheinelbe ou différents modèles de chariots silos)	2 unités
Tuyaux d'air comprimé	selon les besoins
*Conduites d'incendie C	id.
*Support pour conduites l'incendie C	id.
Compteurs d'eau (7 m <sup>3</sup> /h) avec raccord C et distributeur avec au moins trois prises d'eau 3/4", muni chacun d'un robinet	1 unité
*Lance 2 m de long	1 unité
Flexibles reliant le compteur d'eau aux tuyaux de remplissage	selon les besoins
Masques à poussières et lunettes pour les membres de l'équipe chargée de la construction du barrage	selon les besoins

5.2. Préparation du remplissage

L'emplacement des cuves de soufflage sera choisi en fonction de 4 critères :

1. Lorsqu'il y a danger d'explosion pendant les travaux de construction du barrage, le personnel affecté aux cuves doit se tenir en un point protégé le mieux possible contre les effets d'une explosion.
2. Lorsqu'il s'agit d'isoler par barrage des incendies de mine, l'emplacement des cuves de soufflage sur le côté retour d'air devra être choisi de façon que les travaux de transport et d'alimentation des cuves puissent s'effectuer autant que possible dans une atmosphère exempte de CO.
3. La distance entre les cuves de soufflage et le barrage doit être réduite au minimum afin d'empêcher des pertes de temps dues à des conduites flexibles trop longues. Il ne faudrait pas dépasser 300 m à l'horizontale et 100 m à la verticale.

---

\*) Pour les fournisseurs, voir l'annexe 2.

4. Aux cuves de soufflage, la pression d'air disponible doit être d'au moins  $4 \text{ kg/cm}^2$ . Lorsque le plâtre est transporté dans des berlines, il est souhaitable qu'il y ait suffisamment de place, au point de remplissage, pour les berlines vides et les berlines pleines.

En outre, au point occupé par le barrage, il doit être possible de prélever au moins 100 l d'eau par minute sous une pression d'au moins  $3 \text{ kg/cm}^2$ . Au cas où les tuyaux de raccord nécessaires pour l'air comprimé et l'eau ne seraient pas disponibles sur place, on peut, pour les remplacer, se servir, même sur des distances assez importantes, de conduites d'incendie C.

S'il y a de l'eau dans la conduite d'air comprimé disponible sur place, on risque l'obstruction de l'orifice d'entrée d'air comprimé dans les cuves de soufflage. Dans ce cas, il convient d'intercaler un séparateur d'eau entre la conduite d'air comprimé et la cuve de soufflage. Avant la mise en service des cuves de soufflage, il est conseillé de toute façon de vérifier s'il y a de l'eau dans les conduites d'air comprimé, à cet effet on les purge à l'air comprimé.

Si l'on veut construire un barrage dans les meilleurs délais, il est recommandé d'utiliser simultanément au moins deux cuves de soufflage.

Les raccords suivants sont à prévoir avant le remplissage (voir fig. 5) :

1. Liaison entre la conduite d'air comprimé et les cuves de soufflage à l'aide de conduites flexibles d'air comprimé (éventuellement incorporation d'un séparateur d'eau).
2. Liaison entre les cuves de soufflage et les tuyaux de remplissage, au moyen de conduites d'incendie C.
3. Liaison entre la conduite d'eau et le compteur d'eau.
4. Liaison entre le compteur d'eau et les tuyaux de remplissage ou (éventuellement la lance, au moyen de conduites flexibles pour air comprimé.

Outre les conduites d'incendie C et les conduites d'air comprimé nécessaires pour les liaisons ci-dessus, il faut prévoir

chaque fois une réserve de plusieurs conduites afin de pouvoir remplacer rapidement les conduites qui se détériorent pendant le remplissage.

Il est indiqué de poser les tuyaux de remplissage de façon qu'ils ne fassent pas de coudes. C'est pourquoi il est recommandé de poser les conduites flexibles C en partant du tuyau de remplissage. En outre, il y a lieu de fixer éventuellement les conduites flexibles au soutènement de façon qu'en cas de sautes de pression elles ne soient pas endommagées ou ne forment des coudes par suite des secousses auxquelles elles sont soumises. Les supports de tuyaux utilisés couramment par les pompiers se prêtent à la fixation des flexibles. Dans les bures il est indiqué de fixer les raccords de tuyau avec du fil aux équipements intérieurs en vue d'empêcher l'obstruction des conduites lorsque celles-ci fléchissent et forment des coudes. En cas de construction d'un assez grand nombre de barrages en plâtre, il est avantageux de préparer non seulement les conduites d'incendie C normalisées de 15 m de long, mais aussi plusieurs conduites C plus courtes, par exemple de 10 m ou de 5 m, afin d'éviter, lorsque les tuyaux de remplissage sont trop longs, que ceux-ci ne s'incurvent pas trop entre la cuve de soufflage et le tuyau de remplissage.

### 5.3. Remplissage

Les travaux de remplissage, si l'on veut qu'ils se déroulent rapidement et sans heurts, exigent une équipe de trois à quatre hommes à l'installation de soufflage. Devant le barrage, il faut en général un à deux hommes chargés de surveiller le barrage, de régler le débit d'eau et de parfaire l'étanchéité.

Le plâtre en sacs est déversé dans la cuve de soufflage. L'ouverture de remplissage de la cuve est ensuite fermée et la cuve est soumise à l'action de l'air comprimé jusqu'à ce que le plâtre soit acheminé par la conduite d'incendie C et le tuyau de remplissage dans l'enceinte du barrage. L'arrivée du plâtre dans le barrage peut être constatée acoustiquement, le bruit provoqué par la progression du plâtre s'étant modifié, et optiquement, la pression indiquée par le manomètre de la cuve de soufflage ayant diminué.

On veillera à ce que la cuve de soufflage et la conduite soient chaque fois vidangées totalement. Lorsque le plâtre doit être

acheminé dans un plan ascendant et, sur une longueur supérieure à 200 m, le robinet du manchon de sortie de la cuve de soufflage devrait être fermé après chaque vidange et n'être ouvert, après un nouveau remplissage que lorsque la pression dans la cuve de soufflage a atteint sa valeur maximale.

Lorsque la distance entre la cuve de soufflage et le barrage est trop grande pour que les ouvriers de l'équipe puissent s'entendre quand ils s'adressent la parole, même en criant, il est recommandé d'installer, avant les travaux, une liaison téléphonique (téléphone de sauvetage ou téléphone à transistors).

Les ouvriers travaillant au barrage et ceux qui sont affectés aux cuves de soufflage sont à munir éventuellement de masques et de lunettes de protection contre la poussière, à moins que le port du masque à gaz ne s'impose d'office.

Le plâtre doit être humecté aussi uniformément que possible. L'injection de l'eau dans le barrage est donc à surveiller avec soin. A cet effet, il s'agit de surveiller constamment les indications du compteur d'eau et d'observer à de brefs intervalles par le regard ce qui se passe dans l'enceinte du barrage (voir fig. 4). L'injection d'eau est à régler de façon que le débit corresponde à 600-700 l d'eau par tonne de plâtre jusqu'à ce que le plâtre filtre légèrement par les interstices de la cloison accessible. Pour éviter les trop fortes sorties de plâtre, les fuites seront bouchées à la laine de fibres de silicate.

Les tuyaux de remplissage inférieurs seront alimentés en plâtre et en eau jusqu'à ce que le plâtre dans l'enceinte du barrage atteigne le niveau des tuyaux. Les tuyaux posés immédiatement au-dessus des précédents seront ensuite mis en circuit et alimentés. On ne pourra déroger à cette méthode que lorsqu'on se trouve en présence de cloches dans le toit et que la dernière opération de soufflage est effectuée par le tuyau de remplissage de couronne qui, comme on le sait, est orienté vers le haut (cf 4.3., alinéa 4). Dans ce cas, on soufflera d'abord le plâtre sans injection d'eau, celle-ci n'étant injectée à l'aide des buses du tuyau de remplissage ou éventuellement à la lance qu'après le remplissage au plâtre de la cloche (voir fig. 6).

Lorsque les conduites ne sont pas trop longues, la cuve de soufflage Torkret permet un débit moyen de plâtre de 2 t/h; ainsi,

lorsque l'opération se déroule sans heurts et que l'on utilise deux cuves de soufflage, on peut atteindre un rendement d'environ 30 t de plâtre par poste de 8 h avec une équipe de 8 à 10 hommes. Il faut encore 6 à 10 postes pour la mise en place des cloisons et la préparation des travaux de remplissage (mise en place des cuves, raccordements, pose des diverses conduites). La construction d'un barrage en plâtre demande donc environ 16 à 20 postes.

#### 5.4. Humectation du barrage à la lance

Lorsque les tuyaux de remplissage supérieurs ne laissent plus passer de plâtre, tous les tuyaux de remplissage pourront être retirés, dans la mesure où cela est possible. On branche ensuite la lance à eau (voir fig. 6) et l'on sonde le barrage à la lance - tout particulièrement près du toit et des parois - pour vérifier si le plâtre a bien pris partout. Si tel n'est pas le cas, les endroits où le plâtre n'a pas pris seront humectés à la lance de façon à obtenir la solidification.

#### 5.5. Fermeture de la buse

Dans le cas de barrages destinés à isoler des incendies de mine qui pourraient provoquer une explosion, les buses des barrages d'entrée et de sortie, après le parachèvement de tous les barrages en plâtre, devront être munis simultanément de joints pleins conformément aux instructions de la direction de l'équipe d'intervention (cf directives du 9 avril 1963 concernant la protection contre les incendies au fond du Oberbergamtbezirk Dortmund, section D V c).

#### 6. Contrôle de l'étanchéité

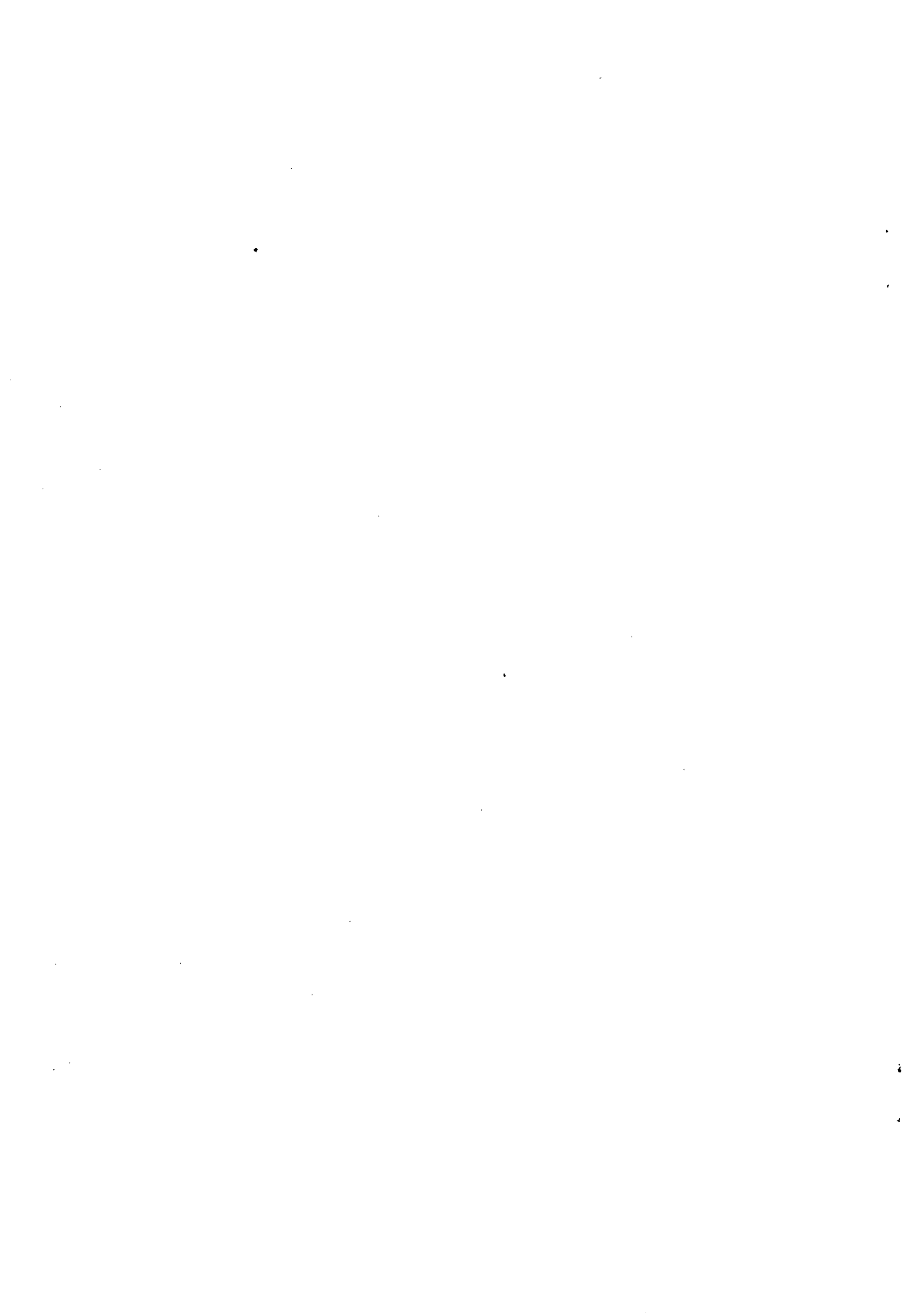
En cas d'utilisation de barrages en plâtre pour l'isolement définitif de chantiers souterrains, l'étanchéité du barrage devra être contrôlée à l'aide de petits tubes soufflant de la fumée. On veillera à ce que le robinet du tuyau de prise d'échantillons d'air soit fermé.

### 7. Etanchéification du barrage

Les fuites dans le barrage même ou sur ses contours, constatées lors du contrôle d'étanchéité, sont à colmater. A cet effet, on bouchera les trous avec de la laine de fibres de silicate trempée dans de la bouillie de plâtre.

Dans les cas où des barrages en plâtre sont ancrés dans des roches très crevassées, dans le remblai de voies exploitées par foudroyage ou d'autres voies, on risque, comme avec tous les autres barrages, de voir apparaître des fuites sur les contours du barrage, tout particulièrement au niveau du toit. Pour éliminer ces fuites dans les barrages en plâtre et les autres barrages, on ne peut que recourir au maçonnerie et à l'injection de ciment sur les contours ou augmenter, dans la mesure nécessaire, l'épaisseur du barrage et le volume de ciment injecté".





Fournisseurs de plâtre

=====

Plâtre spécial pour les mines et plâtre fin pour la construction

- |                                    |                                     |                              |
|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1. Peter Caprasse                  | Bochum<br>Wasserstr. 15             | tel. 37058<br>(jour et nuit) |
| 2. Gebr. Knauf<br>Westd. Gipswerke | Castrop-Rauxel<br>Deininghauser Weg | tel. 71025                   |

Plâtre fin pour la construction

- |                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
| 3. Aretz & Co. KG                  | Essen<br>Herkulesstr. 52                               | tel. 58957-59<br>21171  |
| 4. Gebr. Knauf<br>Westd. Gipswerke | Feuss a. Rhein<br>Duisburger Str. 9<br>Hafenbecken III | tel. 25841  |
| 5. Vereinigte Gipswerke            | Stadtellendorf   | tel. 05532/352<br>353<br>403<br>Après la fermeture<br>des bureaux<br><u>J. Körner 05532/286</u> |
| Auslieferungslager                 | Duisburg/Düsseldorf                                    | V.-Chr. Körner<br>Düsseldorf 626081   |
| Auslieferungslager                 | Hamm   | Spedition<br>H. Kappelmann & Sohn<br>Hamm/W.-Lond<br>02381/26889                                |

Fournisseurs d'outillage et d'installations ainsi que de matériaux  
divers pour la construction de barrages en plâtre

		Prix en DM (au 1-1-1965)
Tuyaux de remplissage avec raccord C et raccord d'eau de 3/4"	Firma Paul Pleiger <u>Hammerthal-Nord</u> über Hattingen/Ruhr Tel. : 989 - 4154	69,--/unité
Lance à eau		30,--/unité
Compteur d'eau 7 m <sup>3</sup> /h (= pression d'eau 10 kp/ cm <sup>2</sup> )	Firma Alfred Honnête <u>Essen</u> Kellinghauser Str. 10 Tel. : 21881	74,--/unité
Compteur d'eau 7 m <sup>3</sup> /h (= pression d'eau 300 kp/ cm <sup>2</sup> )	Firma Karl Hamacher GmbH <u>Wattenscheid</u> Watermannsweg 27 Tel. : 8441	292,--/unité
Nattes de fibres de silicate	Firma Grünzweig & Hartmann AG <u>Bochum-Merne</u> Bahnhofsplatz 8 Tel. : 60761	5,70/m <sup>2</sup>
Matelas pour barrage	Firma Wilhelm Roos <u>Gelsenkirchen</u> Am Maibusch 106 Tel. : 22139 + 21029	env. 12,50/unité
Buse de 700 mm de section 2 m de long	Firma Wirtz & Co <u>Gelsenkirchen</u> Arenbergstr. 1 Tel. : 21151	362,55/unité
Joints pleins pour buse		69,70/unité
Joints pour joints pleins		20,70/unité
Cuve de soufflage (type Rheinelbe)	Firma Tonkret GmbH <u>Essen</u> Zweigertstr. 36-38 Tel. : 791657	3 295,--/unité
Conduite flexible d'incendie C (revêtement intérieur en caoutchouc)	tous les fournisseurs d'équipements pour la lutte contre les incendies	différents selon le modèle; env. 125 y compris raccord C
Support de conduite d'incendie C		env. 4,--/unité

Liste des matériaux, outils, appareils et installations diverses nécessaires pour la construction d'un barrage en plâtre dans une galerie de 10 m<sup>2</sup> de section

Matériaux de construction pour 2 cloisons :

Etais ou poutres à section rectangulaire 4 m de long	8 unités
Planches, 2 à 2,5 m de long	40 unités
Planches 1 à 1,5 m de long	40 unités
Tuyaux de prise d'échantillons d'air, IW 50, 5 m de long avec joints pleins et robinets	1 unité
Tuyaux de remplissage avec raccord C et raccord à eau de 3/4"	3-5 unités
Chaînes, fils métalliques	selon besoins
Mattes de fibres de silicate ou toile d'aérage	env. 25 m <sup>2</sup>
Clous, 3"	1 paquet
Clous pour carton bitumé	1 paquet
Matelas pour barrages	3-5 unités

Pour les cas où il s'agit d'isoler un quartier isolé présentant un danger d'explosion ou lorsque le quartier isolé devra être accessible ou ventilé ultérieurement :

Buse de 700 mm de section, 2 m de long	2 unités
Joints pleins pour buse	1 unité
Joints pour joints pleins	4 unités
Boulons et écrous à 6 pans 20 X 120	40 unités

Des tuyaux d'évacuation d'eau munis de siphons sont à incorporer dans les barrages où un afflux d'eau est à craindre.

Outils :

Haches de mineurs	2 unités
Scie à archet	2 unités
Marteaux	2 unités
Pics	2 unités
Pelles	2 unités
Raclettes	2 unités
Clés pour le serrage de la bride du tuyau de prise d'échantillons d'air	chaque fois 2 unités
Clé annelée pour le raccordement de la buse	id. 2 unités
Pincés coupantes	1 unité
Clés pour raccord C	2 unités

## Appareils et installations diverses :

Cuve de soufflage (par exemple cuve Turkret, type Rheinolbe ou différents modèles de chariots-siles)	2 unités
Flexibles pour air comprimé	selon besoins
Conduites d'incendie C	selon besoins
Support pour conduites d'incendie C	selon besoins
Compteur d'eau 7 m <sup>3</sup> /h (avec raccord C et distributeur comportant au moins trois bifurcations de 3/4" munies de vannes)	1 unité
Lances à eau, 2 m de long	1 unité
Flexible de raccord entre le compteur d'eau et les tuyaux de remplissage	selon besoins
Masques à poussières et lunettes de protection pour l'équipe chargée de la construction du barrage	selon besoins

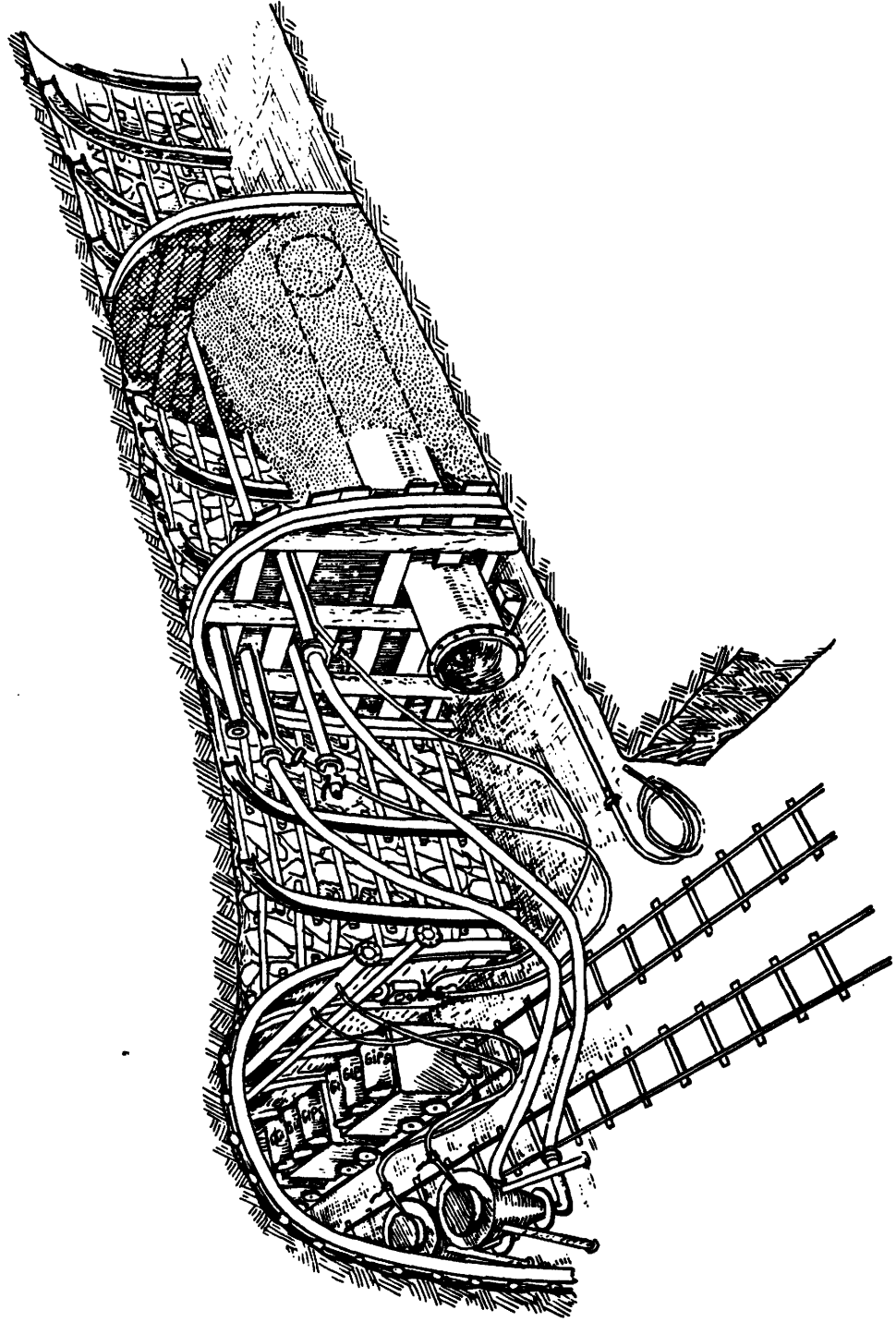


Fig. 1 Représentation schématique de la construction d'un barrage en plâtre

Abb. 1 Schematische Darstellung der Errichtung eines Gipsdammes

(21)



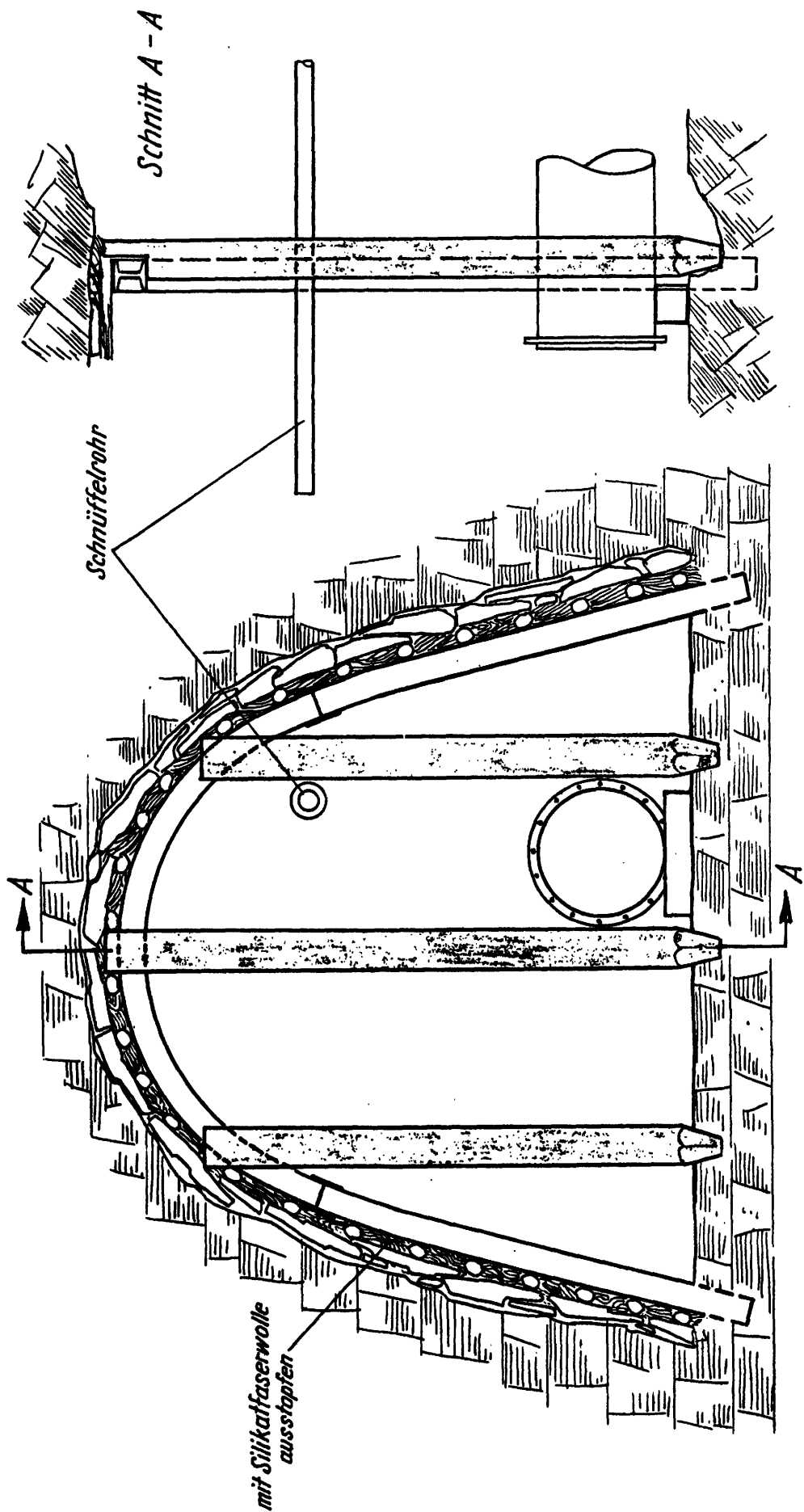


Fig. 2 Mise en place des étais de la cloison postérieure

Abb. 2 Errichtung eines Gipsdammes. Setzen der Stempel des hinteren Verschlages





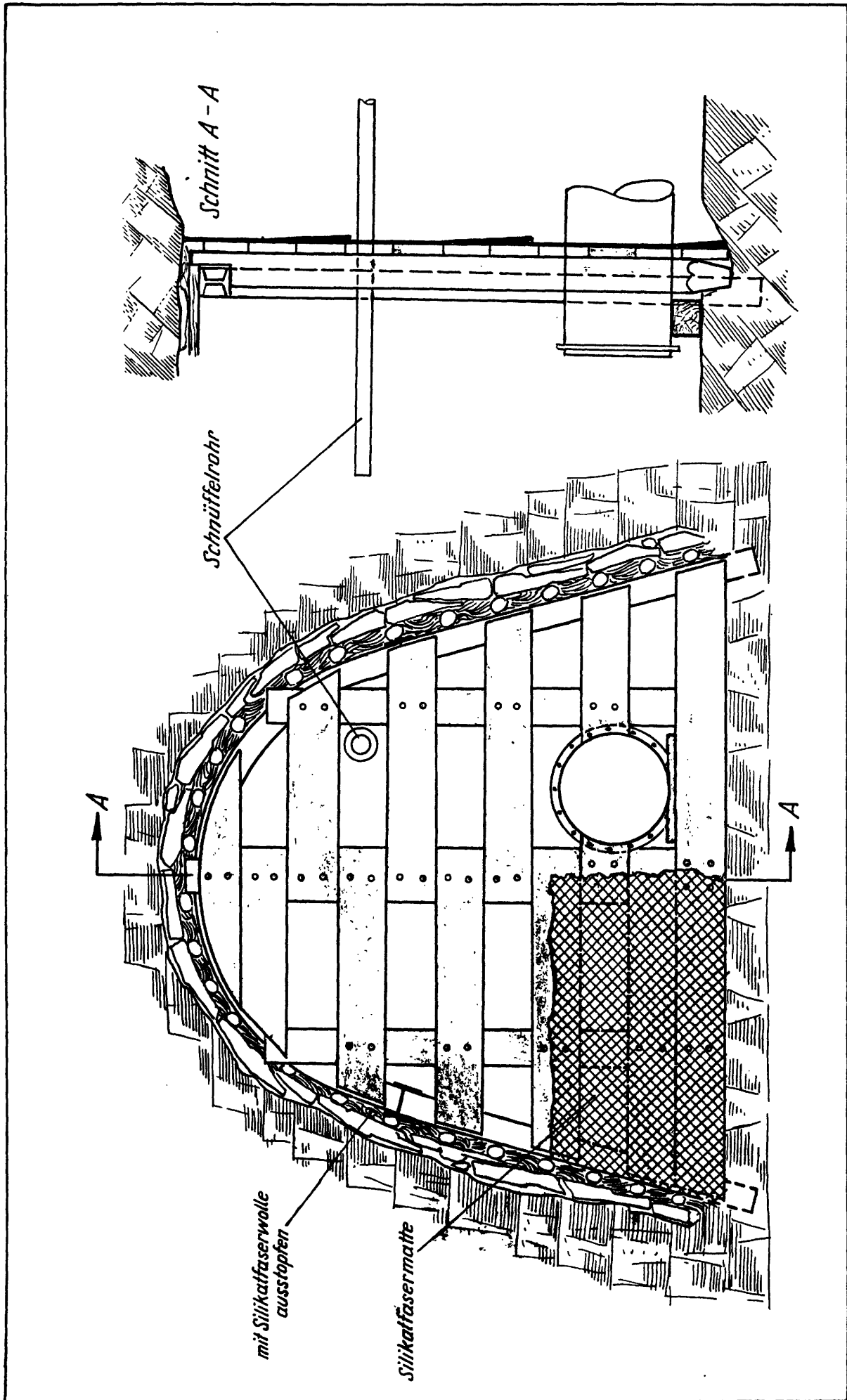


Fig. 3 Clouage des planches et des nattes en fibres de silicate de la cloison postérieure  
 Abb. 3 Errichtung eines Gipsdammes. Aufnageln der Bretter und der Silikatfasermatte  
 des hinteren Verschlages



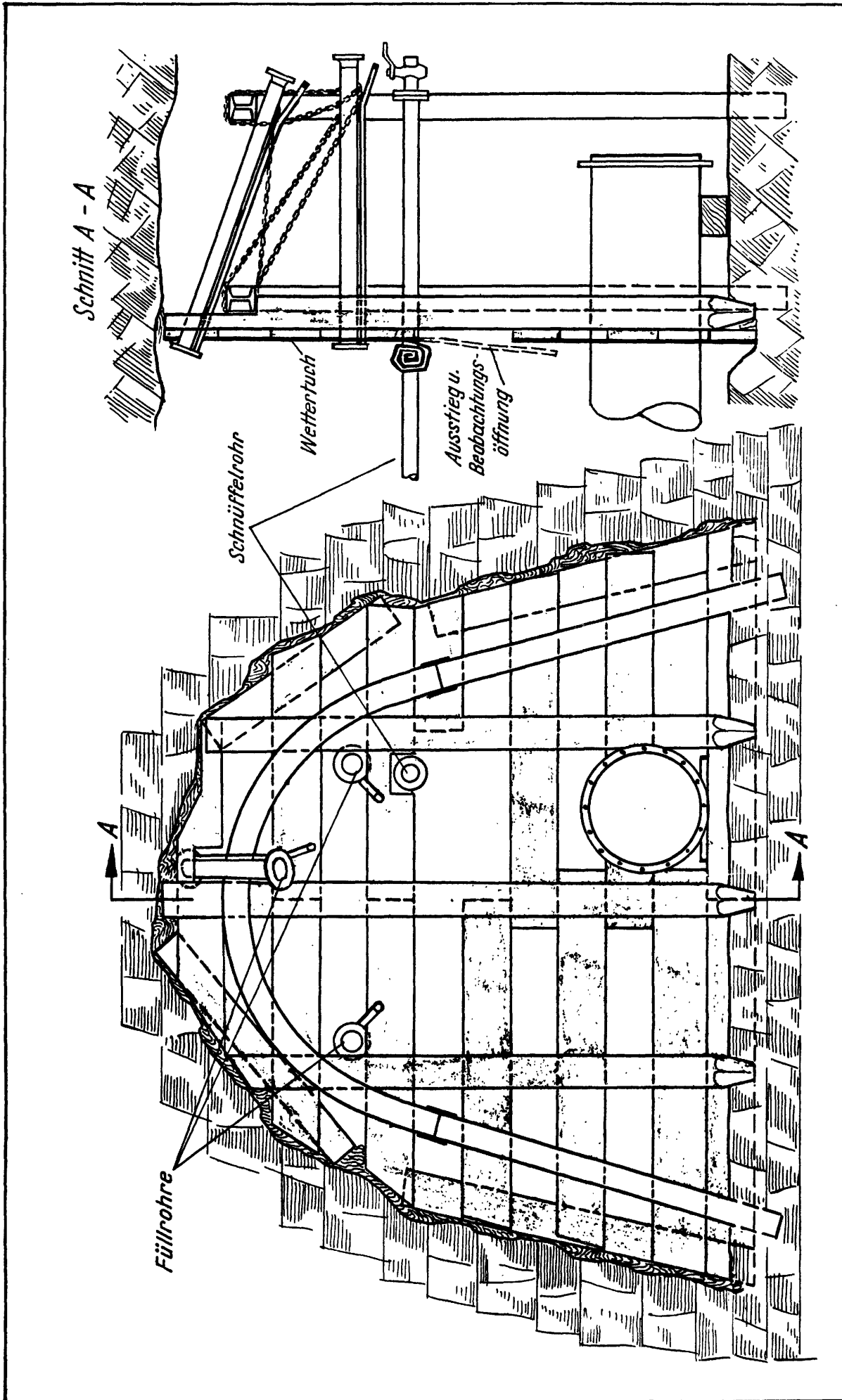


Fig. 4 Mise en place de la cloison antérieure mobile et incorporation des tuyaux de remplissage

Abb. 4 Errichtung eines Gipsdammes. Setzen des vorderen, befahrbaren Verschlages und Einbau der Füllrohre

3436/65/1



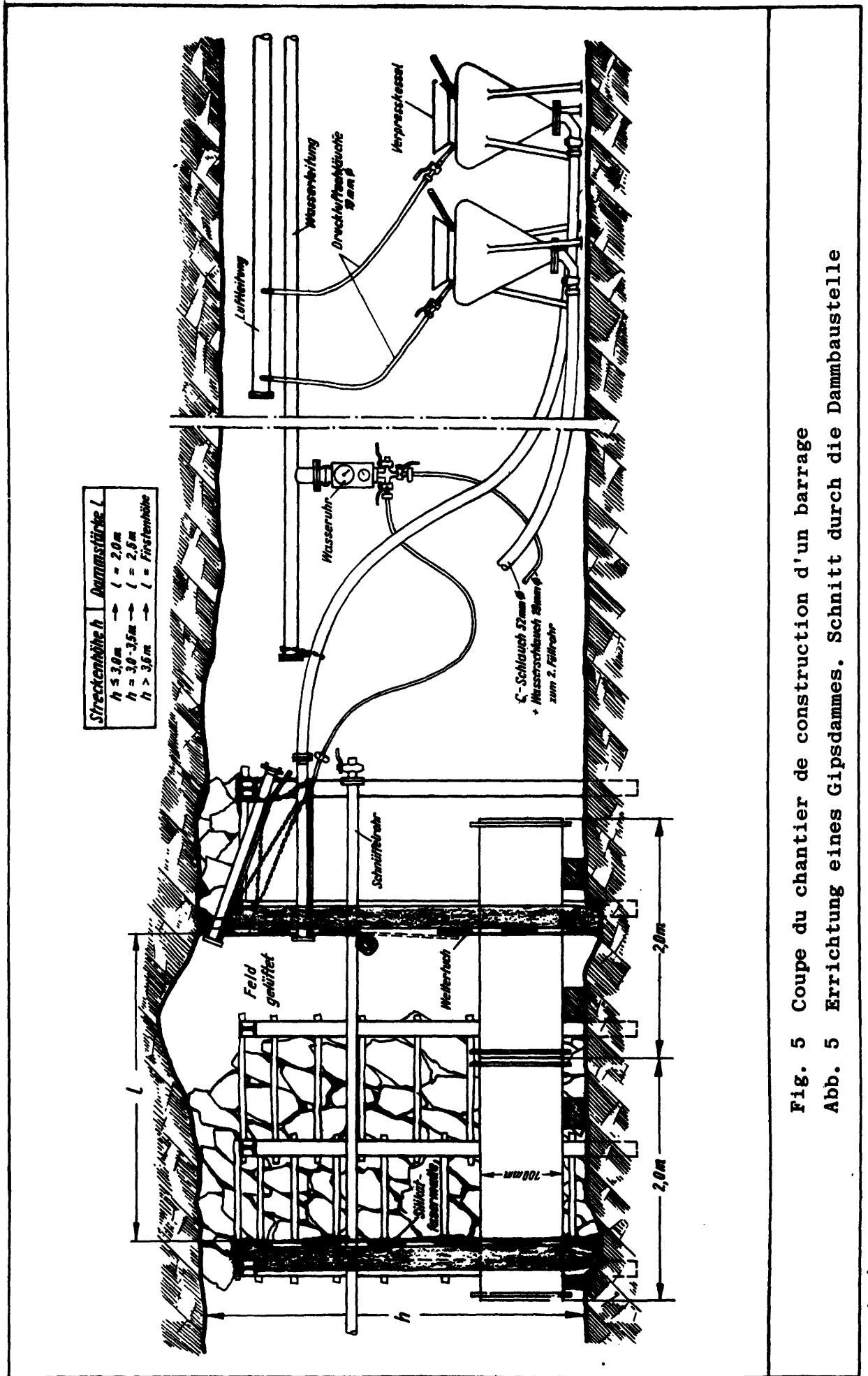


Fig. 5 Coupe du chantier de construction d'un barrage  
 Abb. 5 Errichtung eines Gipsdammes. Schnitt durch die Dammbaustelle



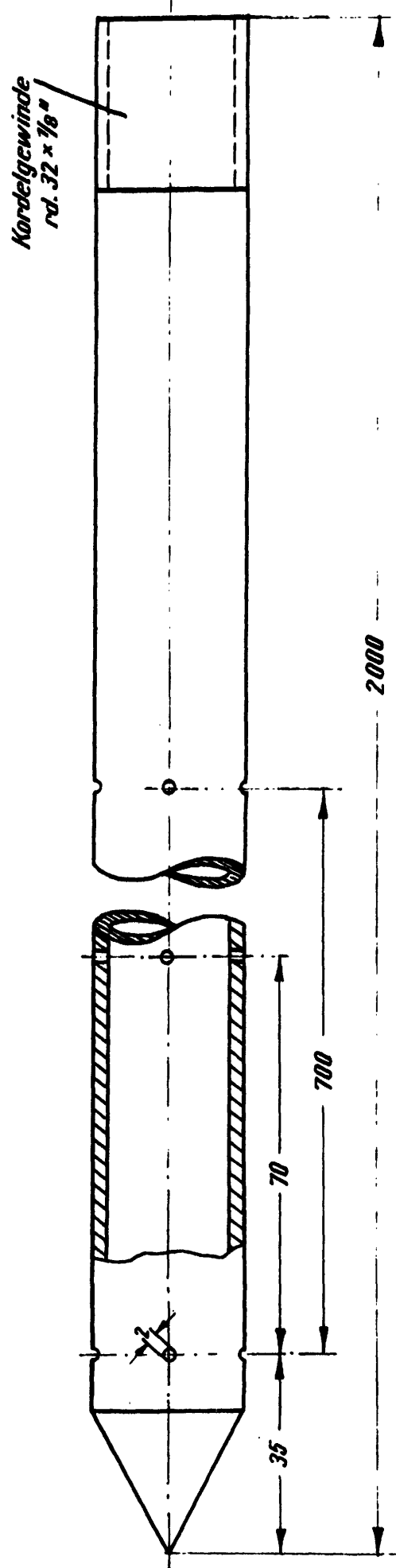


Fig. 6 Lance à eau

Abb. 6 Errichtung eines Gipsdammes. Wasserlanze