

No de l'essai	Réfringence totale en unités $\beta$ $\beta = (n - 1) 10^6$	Déviatiou inter-férométrique $(\frac{1}{2} - n) L$ en unités $\beta$ de réfringence	Résultats obtenus à l'interféromètre	Résultats obtenus par analyse	Observations relatives à l'analyse interférométrique
57	527.007	54.007	CH <sub>4</sub> = 22,74 O <sub>2</sub> = 15,55 N <sub>2</sub> = 61,75	22,54 15,21 62,45	CH <sub>4</sub> a été déterminé par analyse.
58	502.657	9.657	CH <sub>4</sub> = 6,44 O <sub>2</sub> = 17,65 N <sub>2</sub> = 75,91	6,45 17,55 76,22	Idem.
59	B : 575.877 B' : (585.852)	82.877	CH <sub>4</sub> = 54,70 O <sub>2</sub> = 7,55 N <sub>2</sub> = 37,95	54,89 7,05 58,06	O <sub>2</sub> a été absorbé et le mélange passé avant (B) et après (B') à l'interféromètre.

(1) Dans cette méthode, on dilue d'une manière répétée le mélange grisouteux avec de l'air atmosphérique de manière à demeurer constamment dans le champ de l'appareil.

INSTITUT NATIONAL DES MINES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1939

ANNEXE II

## Etude de masques antipoussières

(Seconde note.)

par M. J. FRIPIAT,

Ingénieur principal des Mines  
attaché à l'Institut National des Mines.

Au cours de l'année 1939, nous avons poursuivi sur les masques antipoussières les recherches commencées à la fin de l'année 1938 et dont les résultats ont fait l'objet d'une première note dans le Rapport annuel relatif à cet exercice (voir pages 171 à 201 de ce rapport) (1).

Nous avons conservé le mode opératoire suivi dans nos premières expériences.

Rappelons-en d'abord les caractéristiques essentielles :

L'épreuve du masque se fait dans une atmosphère de poussières de schiste; celle-ci est aspirée dans le masque soit par une pompe volumogène (essai sous débit continu), soit par une pompe à piston (essai sous débit pulsatoire).

La capacité de rétention ou l'efficacité du masque s'établit d'après la quantité de poussières retenues dans un tube rempli d'ouate, placé entre le masque et la pompe.

(1) Voir aussi *Annales des Mines de Belgique*, Tome XL, année 1939, pp. 171-201.

L'aisance respiratoire est mesurée par la dépression régnant à l'intérieur du masque pour un débit déterminé d'air chargé ou non de poussières.

Une seule modification a été apportée au mode opératoire, en ce sens que la poussière utilisée (schiste séché et broyé) traverse en totalité le tamis de 10.000 mailles/cm<sup>2</sup>.

Cette remarque montre que notre étude est strictement limitée à l'emploi des masques destinés aux travaux miniers.

Nous avons pu obtenir des résultats défavorables avec des masques destinés à la protection vis-à-vis de poussières autres que celles de la mine.

Rappelons aussi que nous avons déterminé, par des expériences sur des opérateurs déployant un effort physique, la limite que ne pouvait dépasser la résistance d'un masque antipoussière sans qu'il y ait gêne respiratoire pour le porteur.

Cette limite peut se chiffrer par la dépression régnant dans le masque pour une circulation continue d'air pur d'un débit déterminé.

Nous avons trouvé comme dépression maximum admissible, 40 millimètres d'eau pour un débit continu de 40 litres par minute.

Les expériences rapportées dans cette note concernent des masques provenant non plus d'un seul constructeur (comme c'était le cas pour la note précédente), mais de plusieurs constructeurs mettant en œuvre des dispositifs très différents comme organes filtrants.

Les masques étudiés proviennent des firmes indiquées ci-après :

- 1) Masque type IX de la firme Brison (fabrication belge).  
Seuls, les masques de cette firme sont visés dans les expériences rapportées dans le précédent rapport annuel;
- 2) Masques types 2, 4, 22, 55 de la firme « The American Equipment », de Bruxelles, tous désignés par Masques AE.;
- 3) Masques types B.N.1, B.N.2, B.N.1S. et 3A. de la firme italienne Pirelli, mais représentée en Belgique par la Société Antigaz, de Bruxelles;
- 4) Masque type IV de la firme Siebe, Gorman, de Londres (fabriqué sous licence du Home Office);
- 5) Masque de « The Pyrene Company », de Brentford (Middlesex), Angleterre.

## MASQUE BRISON TYPE IX.

La firme Brison, continuant ses recherches, a présenté un nouveau modèle de masque dénommé type IX, ne différant du type III étudié antérieurement (voir Rapport annuel sur les travaux de 1938, pages 180 et suivantes) que par l'organe filtrant. Celui-ci, constitué primitivement par un disque en caoutchouc mousse, est remplacé maintenant par un disque soit de feutre, soit d'ouate non comprimée.

Le masque répond donc à la figure 1.

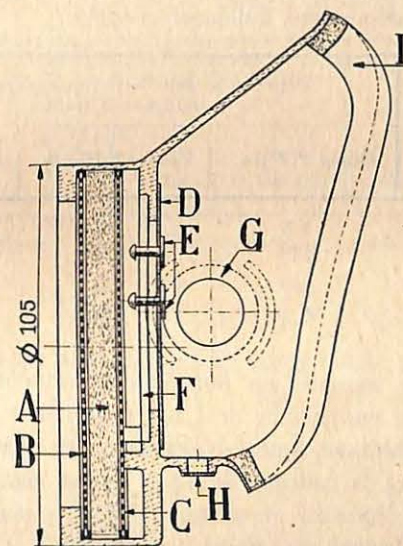


fig. 1. Masque Brison, type IX

Le disque filtrant A (ouate ou feutre), de forme circulaire (diamètre, 100 mm.), est serré entre deux toiles métalliques B et C à mailles carrées de 3 mm. de côté.

Derrière le disque filtrant se trouve une soupape d'inspiration D, simple feuille de caoutchouc circulaire, attachée par deux rivets E à une bande de caoutchouc diamétrale F.

Le masque possède en outre deux soupapes latérales d'expiration G s'appuyant sur des ouvertures circulaires de 16,5 mm. de diamètre et une petite soupape d'évacuation de la salive H.

Le long de la périphérie, à l'intérieur du masque, se trouve une bande de caoutchouc mousse l réalisant l'étanchéité au contact de la face du porteur. Comme d'habitude, le masque est adapté à la figure par des lanières réglables, non représentées.

Ce masque a été soumis aux essais suivants :

*Mesure de la résistance du masque dans l'air pur.*

La circulation continue d'air pur dans le masque réalisée par un aspirateur volumogène, crée à l'intérieur du masque et pour différents débits, les dépressions indiquées ci-après :

Débit en l/minute	Dépression dans le masque en m/m d'eau Organe filtrant :		
	Ouate 2,8 grs.	Feutre 2,25 grs.	Feutre 2,75 grs.
20	1,5	1,0	1,7
40	2,8	2,6	3,7
60	4,7	3,9	5,5
80	6,4	5,2	7,5

Porteur de ce masque, un homme non entraîné peut effectuer d'un pas accéléré une marche de 1.200 mètres sans ressentir d'essoufflement. Immédiatement après cet exercice, les mouvements respiratoires se faisant à la cadence de 18 à 19 par minute, créent dans le masque une dépression maximum de 3 à 4 mm. quel que soit l'organe filtrant (ouate ou feutre).

Le port du masque est d'ailleurs très commode, grâce à la souplesse et au dimensionnement bien proportionné de la bande de caoutchouc garnissant le bord du couvre-face.

Cette remarque s'applique à tous les masques Brison.

*Essais sous débit continu en atmosphère poussiéreuse.*

Le masque, placé dans une atmosphère poussiéreuse, a été soumis à une aspiration continue réalisée par une pompe volumogène.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons pour chaque essai :

- le débit en litres/minute d'air chargé de poussières;
- la durée de l'essai;

c) la quantité de poussières dans l'air, c'est-à-dire, dans l'atmosphère entourant le masque;

d) la quantité de poussières dans le masque, c'est-à-dire dans l'air ayant traversé l'organe filtrant du masque;

e) la dépression dans le masque en millimètres d'eau;

f) le pouvoir de rétention ou efficacité du masque, exprimé par le rapport en % du poids de poussières arrêtées par le masque et du poids de poussières dans l'atmosphère ambiante.

*Masque Brison type IX. — Essais sous débit continu.*

N° d'ordre	Débit en l/m.	Durée de l'essai en minutes	Quantité de poussières en grs/m <sup>3</sup>		Dépression à la fin de l'essai	Pouvoir de rétention
			dans l'air	dans le masque		
Organe filtrant : ouate non comprimée; poids : 2,8 grs.						
35	20	15	7,2	0,235	90	96,7
36	30	17	7,7	0,092	210	98,8
Organe filtrant : feutre; poids : 2,25 grs.						
37	40	15	6,88	0,046	190	99,3
Organe filtrant : feutre; poids : 2,75 grs.						
38	20	15	7,2	0,029	138	99,6

On constate, par l'examen de ce tableau, que la dépression régnant dans le masque atteint déjà une valeur élevée même après 15 minutes seulement de fonctionnement, mais que, par contre, le pouvoir de rétention ou efficacité du masque est très satisfaisant.

Remarquons que l'essai n° 35 a donné lieu à des constatations anormales dues probablement à un défaut d'étanchéité du masque sur le support d'essai.

Ce défaut s'est traduit par une résistance et une efficacité inférieures à celles des autres essais.

Si l'on se reporte aux résultats obtenus avec les masques Brison types III, V et VII (voir Rapport annuel sur le travaux de 1938), on voit que le type IX peut rivaliser avec le type VII au point de vue efficacité, mais que sa résistance élevée ne permet pas de l'uti-

liser pour les travaux pénibles dans des atmosphères fortement poussiéreuses.

Au cours des essais nos 36 et 37, nous avons constaté en outre que des chocs donnés sur le masque ne diminuaient que passagèrement sa résistance, laquelle revenait en deux ou trois minutes à sa valeur primitive.

*Essais sous débit pulsatoire en atmosphère poussiéreuse.*

Rappelons que ces essais, dont le but est de reproduire approximativement le régime de circulation de la respiration humaine, sont réalisés à l'aide d'une pompe d'un litre de cylindrée donnant 21 aspirations et 21 refoulements par minute.

Au cours de l'essai en débit pulsatoire, nous relevons les dépressions et surpressions maxima régnant dans le masque, mais leur caractère oscillatoire rend la mesure peu précise.

Nous faisons donc alterner les essais en débit pulsatoire avec ceux en débit continu; ces derniers permettant de vérifier plus facilement et la résistance du masque et sa perméabilité aux poussières.

Voici les résultats obtenus avec le masque Brison type IX :

*Essai n° 39.*

Organe filtrant : ouate de 2,8 grs.

a) Débit pulsatoire pendant 31 minutes en atmosphère renfermant 6,35 grs de poussières par m<sup>3</sup>.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 140 mm. d'eau;

b) Débit continu dans l'air pur.

Dépression dans le masque : 165 mm. pour 20 litres/minute et 210 mm. pour 30 litres/minute.

*Essai n° 40.*

Organe filtrant : feutre de 2,25 grs.

a) Débit pulsatoire pendant 20 minutes en atmosphère renfermant 6,88 grs de poussières par m<sup>3</sup>.

A la fin de l'essai :

Dépression maximum : 115 mm. d'eau.

Pression maximum : 8 mm. d'eau;

b) Débit continu dans l'air pur : 40 litres/minute.

Dépression dans le masque : 100 mm. d'eau.

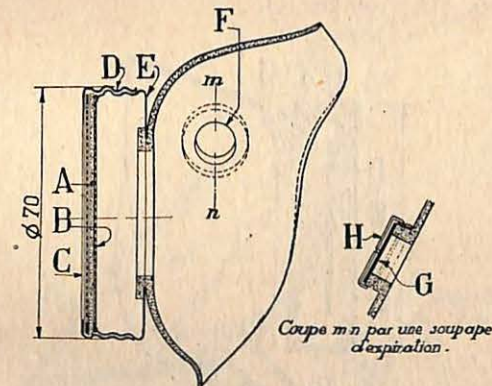
Les essais effectués sur porteur et relatés dans le Rapport annuel de 1938 montrent que pour de telles dépressions, le travail avec masque est très pénible.

Pour conclure, disons que de tous les masques Brison que nous avons expérimentés, le type VII avec pochette de grande surface filtrante est le mieux adapté pour les travaux fatigants en atmosphère fortement poussiéreuse.

MASQUES DE LA FIRME « THE AMERICAN EQUIPMENT » (Masques AE.).

Tous les masques de cette firme comportent un couvre-face en caoutchouc et ne diffèrent l'un de l'autre que par la nature de l'organe filtrant et par le genre et le nombre de soupapes. Ils sont fabriqués en Belgique, mais s'inspirent des types de la firme américaine « Willson Products », à Reading, Pa., U.S.A., dont l'« American Equipment Co Ltd » a lancé les produits depuis bientôt dix ans.

*Masque type 2 AE. (voir fig. 2).*



*fig 2. Masque A.E. type 2*

L'organe filtrant de ce masque est constitué par un disque mince d'ouate à longues fibres laminées et gaufrées A (diamètre, 70 mm.; poids, 0,375 gr.) serré entre deux tamis en fils métalliques B et C.

Le disque et les deux tamis sont maintenus en place par un anneau en tôle emboutie et fileté D se vissant sur un autre anneau analogue E accroché à un rebord circulaire du couvre-face.

Le masque porte latéralement deux soupapes d'expiration F (une seule est visible dans la figure 2).

Ces soupapes sont constituées par une feuille en caoutchouc mince G s'appuyant sur une ouverture circulaire de 12 mm. de diamètre. Cette feuille est maintenue par un couvercle métallique H accroché au couvre-face par 3 ergots.

Comme on le voit, le remplacement du disque filtrant et des soupapes est aisé.

Le masque s'appliquant sur la face du porteur par un bord en caoutchouc relativement mince (2 à 3 mm.), celui-ci est garni d'une gaine de coton qui améliore le confort.

Le poids de ce masque complet est de 96 grs.

#### Masque type 22 AE.

Ce masque est identique au type 2, sauf que l'organe filtrant est un disque épais en feutre de laine. Le poids de ce disque est de 1,25 gr.

Masque type 55 AE. (voir fig. 3).

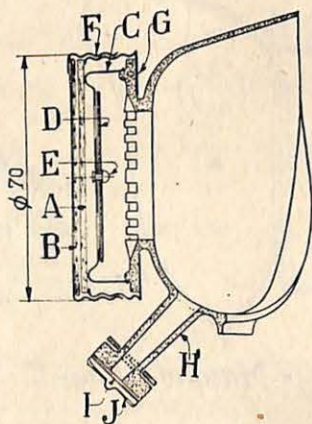


fig. 3. Masque A.E. type 55

L'organe filtrant est un disque épais de feutre de laine A identique à celui du masque type 22, placé derrière un treillis en fils métalliques B.

Le bord du disque de feutre est pincé entre ce treillis et un boîtier circulaire C percé de 8 ouvertures également circulaires de 9,5 mm. de diamètre.

Ce boîtier sert de support et de siège à une soupape d'inspiration D, simple feuille circulaire de caoutchouc attachée par un rivet central E.

Le tout est maintenu en place par un anneau en tôle emboutie et fileté F se vissant sur un autre anneau analogue G accroché à un rebord circulaire du couvre-face.

La partie inférieure du couvre-face porte une tubulure en caoutchouc H, dont l'ouverture vers l'extérieur, de forme rectangulaire et mesurant 35 × 5 mm., est fermée par une feuille mince de caoutchouc I, faisant office de soupape d'expiration.

Celle-ci est protégée contre les chocs extérieurs par une pièce métallique J.

Le poids de ce masque est de 128 grs.

Masque type 4 AE. (voir fig. 4).

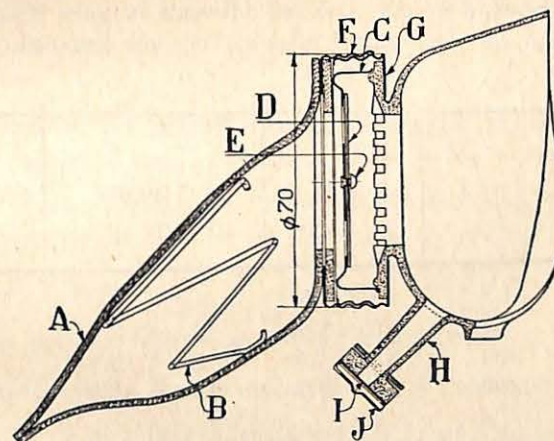


fig. 4. Masque A.E. type IV.

L'organe filtrant de ce masque est une pochette A d'une surface totale de 225 cm<sup>2</sup>, faite de deux feuilles de feutre de 2,5 mm. d'épaisseur, réunies par des coutures.

Les parois de la pochette sont maintenues à un certain écartement, grâce à la présence d'un ressort en boudin B.

Le rebord plat et circulaire de la pochette s'appuie contre un boîtier C percé de 8 ouvertures circulaires de 9,5 mm. de diamètre.

Ce boîtier sert de support et de siège à une soupape d'inspiration D, feuille de caoutchouc attachée par un rivet central E.

Le tout est maintenu en place par un anneau en tôle emboutie et fileté F se vissant sur un autre anneau analogue G, accroché à un rebord circulaire du couvre-face.

La partie inférieure du couvre-face porte une tubulure en caoutchouc H dont l'ouverture, vers l'extérieur, de forme rectangulaire et mesurant 35 × 5 mm. est fermée par une feuille mince de caoutchouc faisant office de soupape d'expiration. Celle-ci est protégée contre les chocs extérieurs par une pièce métallique J.

Le poids de ce masque est de 172 grammes.

Les masques de la firme « The American Equipment » ont été soumis aux essais suivants :

#### Mesure de la résistance dans l'air pur.

La circulation d'air pur pour les différents masques et différents débits donne les dépressions indiquées ci-après (mesurée en mm. d'eau) :

Débit en l/minute	Type 2	Type 22	Type 55	Type 4
20	1,2	1,1 à 1,5	2,8 à 3,8	2,5
40	3,1	2,6 à 3,5	6,1 à 8,1	5,2
60	4,9	3,9 à 6,0	9,6 à 13,2	8,0
80	7,0	5,5 à 8,9	13,5 à 18,2	10,9

Les dépressions constatées pour les types 22 et 55 varient avec le serrage du disque de feutre. Celui-ci est plus ou moins accentué suivant le vissage des 2 pièces métalliques emprisonnant l'organe filtrant.

Néanmoins, les types 2 et 22 présentent sensiblement la même résistance, tout au moins pour les débits ne dépassant 40 litres-/min.

Moyennant cette restriction, les disques d'ouate et de feutre sont équivalents au point de vue de l'aisance respiratoire.

Bien que l'organe filtrant (disque de feutre) soit le même pour les types 22 et 55, le second est plus résistant à cause du boîtier circulaire servant de siège à la soupape d'inspiration et réduisant la section de passage.

Des essais comparatifs ont montré, en effet, que l'accroissement de résistance ne pouvait être imputé à la soupape elle-même constituée d'ailleurs par une feuille de caoutchouc très mince qui s'incurve sous l'action du moindre souffle d'air.

La résistance du type 4 est comprise entre celles du type 22 et 55, la réduction de passage causée par le boîtier étant partiellement atténuée par la grande surface filtrante de la pochette.

La soupape d'inspiration dont il est question ci-dessus a ceci d'avantageux qu'elle supprime le retour de l'air expiré, à travers l'organe filtrant, évitant ainsi l'accentuation du colmatage par la vapeur d'eau condensée.

Un opérateur a porté chacun des masques type 4, 22 et 55 et a effectué une marche de 1.200 mètres au pas accéléré sans ressentir d'essoufflement.

Il a trouvé cependant le type 55 un peu plus résistant que le type 22.

A la cadence de 22 mouvements respiratoires par minute, la dépression maximum dans le masque type 22 est de 7 mm.

Nous n'avons pu faire cette mesure de dépression sur les types 4 et 55 à cause de la difficulté de placer sur ces masques une prise de pression.

#### Essais sous débit continu en atmosphère poussiéreuse.

Les résultats de ces essais sont donnés dans le tableau ci-après.

Le pouvoir de rétention est sensiblement le même pour les types 2, 22 et 55 (entre 95 et 96 %); il est nettement supérieur (99,94 %) pour le type 4.

La résistance des trois premiers est fort élevée; elle se maintient au contraire à une valeur acceptable pour le dernier, même après une heure de circulation continue de l'air poussiéreux.

Comme on le verra ci-après, ces constatations sont confirmées par les essais sous débit pulsatoire.

Masques AE.  
Essais sous débit continu.

N° d'ordre	Débit en l./min.	Durée de l'essai en min.	Quantité de poussières en grs/m <sup>3</sup>		Dépression en m/m d'eau après				Pouvoir de rétention	
			dans l'air	dans le masque	15'	30'	45'	60'		
Type 2.										
41	40	25	6,54	0,314	42,0	—	—	—	95,2	(à la fin de l'essai : 70 mm.)
Type 22.										
42	20	25	7,14	0,464	86,0	—	—	—	93,5	(à la fin de l'essai : 110 mm.)
Type 55.										
45	30	25	6,84	0,260	60,0	—	—	—	96,2	(à la fin de l'essai : 108 mm.)
Type 4.										
44	30	1 h. 5	6,84	0,0037	10,4	18,6	28,5	39,0	99,94	
45	40	1 h. 15	5,07	0,0028	9,2	21,2	36,0	47,4	99,94	(à la fin de l'essai : 73 mm.)

Essais sous débit pulsatoire.

Les mêmes masques ont été soumis à des essais alternés sous débit pulsatoire et sous débit continu.

Masque type 2. — Essai n° 46.

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 6,85 grs de poussières par m<sup>3</sup>. Durée de l'essai : 30 minutes.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 120 mm. d'eau;

b) Débit continu dans l'air pur.

Dépression dans le masque :

49,5 mm. pour 30 litres/minute.

65,0 mm. pour 40 litres/minute.

Masque type 22. — Essai n° 47.

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 6,745 grs de poussières par m<sup>3</sup>. Durée de l'essai : 30 minutes.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 120 mm. d'eau;

b) Débit continu dans l'air pur à raison de 40 litres/minute.

Dépression dans le masque : 55 mm.

On voit qu'après 30 minutes de fonctionnement, la résistance des masques types 2 et 22 dépasse la limite maximum admissible.

Masque type 55. — Essai n° 48.

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 6,56 grs/m<sup>3</sup>. Durée de l'essai : 1 heure.

Dépression maximum après :

15 minutes : 47 mm.

45 minutes : 105 mm.

60 minutes : 130 mm.;

b) Débit continu dans l'air pur.

Dépression dans le masque :

65 mm. pour 30 litres/minute

85 mm. pour 40 litres/minute.

c) Débit continu dans une atmosphère renfermant 6,56 grs de poussières par m<sup>3</sup>, à raison de 30 litres/minute pendant 6 minutes.

La dépression dans le masque passe de 88 à 160 mm. Quantité de poussières traversant le masque : 30,4 mgrs, soit 0,170 gr./m<sup>3</sup>, d'où pouvoir de rétention : 97,4 %.

Essai n° 49.

a) Débit pulsatoire pendant 15 minutes en atmosphère renfermant 6,46 grs de poussières par m<sup>3</sup>.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 65 mm.;

b) Débit continu dans le même milieu poussiéreux à raison de 40 litres/minute pendant 2 minutes.

La dépression dans le masque passe de 30 à 55 mm. Quantité de poussières traversant le masque : 0,003 gr., soit 0,0375 par m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 99,42 %;

c) Débit pulsatoire pendant 30 minutes dans le même milieu poussiéreux.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 180 mm.;

d) Débit continu dans le même milieu poussiéreux à raison de 40 litres/minute pendant 2 minutes.

La dépression dans le masque passe de 100 à 135 mm. d'eau. Quantité de poussières traversant le masque : 0,038, soit 0,475 gr./m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 95 %.

L'essai n° 48 montre que le masque type 55 présente après 1 heure de fonctionnement en courant pulsatoire une résistance supérieure à celle que nous avons estimée être la limite maximum admissible.

L'essai n° 49 montre que cette limite est atteinte en moins de 45 minutes.

*Masque type 4. — Essai n° 50.*

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 6,35 grs/m<sup>3</sup> pendant 30 minutes.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 13 mm.;

b) Débit continu dans l'air pur.

Dépression dans le masque :

6,8 mm. pour 30 litres/minute.

8,8 mm. pour 40 litres/minute.

*Essai n° 51.*

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 5,2 kgs/m<sup>3</sup> pendant 1 h. 15.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 18 mm.;

b) Débit continu dans l'air pur.

Dépression dans le masque :

8,6 mm. pour 30 litres/minute.

11,8 mm. pour 40 litres/minute.

*Essai n° 52.*

a) Débit pulsatoire en atmosphère renfermant 7,28 grs/m<sup>3</sup> pendant 30 minutes.

Dépression maximum après 30 minutes : 26 mm.;

b) Débit continu dans le même milieu à raison de 40 litres/min. pendant 6 minutes.

La dépression dans le masque à la fin de l'essai est de 17 mm. Les poussières sont totalement arrêtées par le masque. Le pouvoir de rétention est donc de 100 %.

*Essai n° 53.*

a) Débit pulsatoire pendant 16 minutes en atmosphère renfermant 7,26 grs de poussières par m<sup>3</sup>.

Dépression maximum : 16 mm. d'eau;

b) Débit continu en air pur à raison de 40 litres/minute.

Dépression dans le masque : 9,2 mm.;

c) Débit continu pendant 2 minutes en atmosphère renfermant 7,26 grs de poussières par m<sup>3</sup> à raison de 40 litres/minute.

La dépression dans le masque à la fin de l'essai est de 11,5 mm. Les poussières sont totalement arrêtées par le masque. Le pouvoir de rétention est donc de 100 %;

d) Débit pulsatoire pendant 15 minutes, toujours dans le même milieu poussiéreux.

Dépression maximum : 40 mm. d'eau;

e) Débit continu dans le même milieu poussiéreux, à raison de 40 litres/minute.

Dépression maximum : 26 mm. Les poussières sont totalement arrêtées par le masque, donc pouvoir de rétention : 100 %.

Donc, même après une heure de fonctionnement en milieu poussiéreux, la dépression dans le masque pour une circulation continue de 40 litres/minute est inférieure à 40 mm. d'eau, et pendant toute la durée de l'essai, le pouvoir de rétention est parfait.

Le masque AE. type 4 présente donc l'aisance respiratoire et l'efficacité requises pour un port de longue durée (au moins 1 heure).

Il est donc nettement supérieur aux trois autres types 2, 22 et 55. Ceux-ci peuvent néanmoins être utilisés pour la protection d'ouvriers exposés à des concentrations intenses, mais momentanées de poussières.

Disons, pour finir, que le masque type 4 de « The American Equipment Co » présente les qualités des masques à grande surface filtrante, soit faible résistance et grande efficacité.



MASQUES DE LA FIRME PIRELLI (présentés par la Société Antigaz, de Bruxelles).

Cette firme nous a présenté quatre modèles différents dont nous donnons ci-après la description :

Masque Pi. type B.N.1.

Ce masque représenté à la figure 5 est constitué par un couvre-face entièrement en caoutchouc, de forme tronconique A et prolongé par une partie cylindrique B.

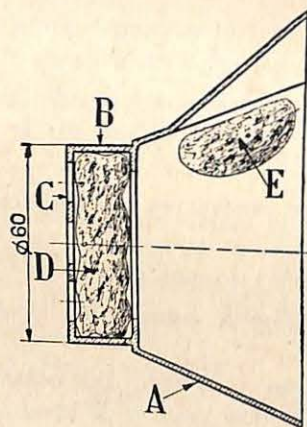


fig. 5. Masque Pi. type B.N.1

Celle-ci se termine par un fond percé de 7 ouvertures circulaires C de 12 mm. de diamètre et renferme l'organe filtrant D, constitué par une éponge naturelle pesant à l'état sec 1,5 gr.

Deux masselottes de caoutchouc mousse E contribuent à l'étanchéité à l'endroit du nez.

Le masque se fixe par deux lanières non représentées à la figure, mais attachées en deux points diamétralement opposés du couvre-face.

Le poids de ce masque est de 72 grs.

Masque Pi type B.N.2 (voir fig. 6).

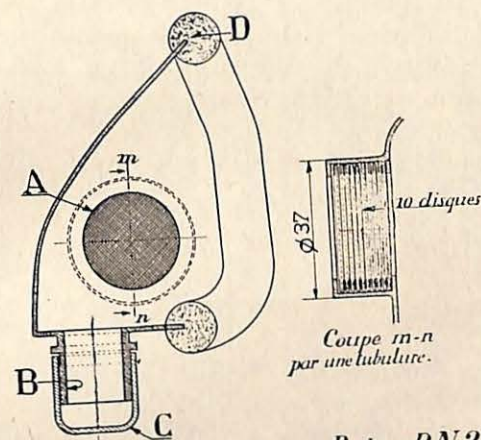


fig. 6. Masque Pi. type B.N.2

L'organe filtrant de ce masque est constitué par des disques circulaires de toile métallique juxtaposés au nombre de 10 dans chacune des 2 tubulures latérales A que porte un couvre-face entièrement en caoutchouc.

Dans chaque tubulure, les cinq premiers disques à partir de l'extérieur comportent 840 mailles par  $\text{cm}^2$  et les fils ont 0,125 mm. de diamètre.

Dans les cinq disques placés vers l'intérieur, les mailles sont au nombre de 1.700 par  $\text{cm}^2$  et les fils ont 0,175 mm. de diamètre.

Les mailles sont constituées par des carrés ou vides de 0,225 mm. de côté pour les premiers, et de 0,175 mm. pour les seconds.

Le couvre-face porte à sa partie inférieure une tubulure circulaire B, sur laquelle s'emboîte une petite cuvette C faisant office de pot à salive.

Le pourtour du couvre-face est gami d'un bourrelet en caoutchouc mousse D assurant l'étanchéité.

Ce masque pèse 107 grs.

Masque Pi type B.N.1S.

Ce masque, très simple, est constitué par une feuille de caoutchouc mousse rouge, façonnée en forme de couvre-face, mais ne cachant

que le nez et la bouche et pourvue de deux lanières élastiques pour la maintenir sur la face.

Deux petits bourrelets également en caoutchouc et une lame métallique pliée, placés à la partie supérieure du masque, les premiers à l'intérieur et la seconde à l'extérieur, assurent le contact du masque sur le nez.

Ce masque est très léger : il ne pèse avec les lanières d'attache que 68 grs.

#### Masque Pi. type 3A.

Ce masque, représenté à la figure 7, répond à la description suivante :

Couvre-face en caoutchouc A dont l'ouverture d'entrée d'air est renforcée par une pièce filetée en tôle emboutie B dans laquelle se visse un cône C également en tôle emboutie renfermant l'organe filtrant D.

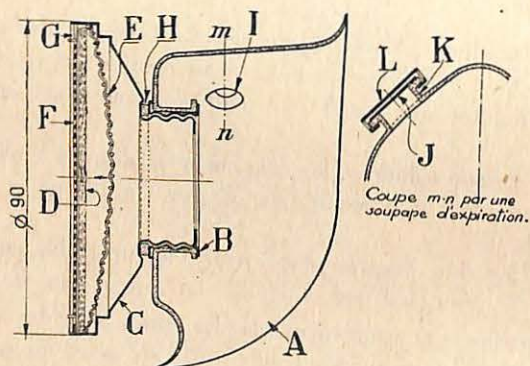


fig. 7. Masque Pi. type 3A.

Celui-ci est constitué soit par 3 disques de flanelle, soit par deux disques de caoutchouc mousse, soit par un disque d'ouate; il est serré entre une toile métallique à mailles carrées E et une tôle perforée F. Cette dernière s'engage par rotation en dessous de 3 ergots G (un seul représenté dans la fig. 7) qui la maintiennent en place.

Une bague de caoutchouc H assure l'étanchéité de l'assemblage.

Enfin, le masque possède une soupape latérale d'expiration I constituée par une feuille de caoutchouc mince J s'appliquant sur

une tubulure K d'un diamètre intérieur de 8 mm. Une cuvette métallique L ajourée latéralement sert de guide et de protection à la soupape.

Le poids du masque complet est de 180 grammes.

Les masques Pirelli ont été soumis aux mêmes essais que les précédents :

#### Mesure de la résistance dans l'air pur.

Les dépressions dans les masques ont été mesurées pour différents débits constants réalisés à l'aide d'un aspirateur volumogène.

Les types B.N.1 et B.N.1S. ont fait l'objet chacun de 2 séries de mesures. Pour la première, l'organe filtrant était sec, pour la seconde, il était humide. La quantité d'eau incluse ressort des chiffres suivants :

Pirelli	Poids de l'organe filtrant	
	Sec	Humide
Pirelli B.N.1 . . . . .	1,3	5,9
Pirelli B.N.1S. . . . .	68	84

Les résultats des mesures de dépression figurent dans le tableau ci-après :

Débit en l./min.	Type BN <sub>1</sub>		Type BN <sub>2</sub>	Type BN <sub>1</sub> S		Type 3 A	
	sec	humide		sec	humide	flanelle	caoutchouc mousse
20	0,4	—	1,3	—	—	1,8	0,35
40	1,9	2,4	2,2	—	—	4,2	0,80
60	3,3	4,4	3,3	—	—	6,6	1,20
80	4,7	7,0	5,7	0,4	1,0	8,6	2,00

Les trois masques B.N.<sub>2</sub>, B.N.<sub>1</sub>S et 3A. ont été portés par un opérateur qui a effectué chaque fois le même exercice, soit une marche de 1.200 mètres en terrain plat et au pas accéléré.

Voici les constatations relevées au cours de ces exercices :

a) Pour le type B.N.2, la dépression maximum immédiatement après l'exercice est de 3 à 4 mm. d'eau pour 19 mouvements respiratoires par minute;

b) Pour le type 3A. (organe filtrant : deux disques de caoutchouc mousse), la dépression maximum est de 5 mm. pour 25 mouvements respiratoires par minute;

c) Pour le type 3A. (organe filtrant : trois disques de flanelle), la dépression maximum est de 8 à 9 mm. d'eau pour 19 mouvements respiratoires par minute;

d) Pour le type B.N.1S., la respiration est aisée, mais l'atmosphère intérieure du masque se trouve à une température relativement élevée, qui nuit à la commodité d'emploi.

Le type B.N.1 n'a pas été soumis à ces essais.

A cause de sa forme absolument trop rudimentaire, ce masque présente une étanchéité tellement illusoire que nous ne pouvons le préconiser pour l'usage dans les mines.

*Mesure de la résistance et du pouvoir de rétention en atmosphère poussiéreuse (régime continu).*

Le masque type B.N.1 est plus efficace lorsque l'éponge naturelle qui lui sert d'organe filtrant est humide.

Le masque type B.N.2, dans lequel les poussières sont arrêtées par des toiles métalliques à mailles très fines, paraît être le plus résistant en régime continu, mais il paraît être aussi le plus efficace.

Le masque type B.N.1S., constitué uniquement par une feuille de caoutchouc mousse, est le moins résistant à cause de sa grande surface filtrante.

Pour l'essai 60, les poussières traversant le masque ont été recueillies en deux fois. La teneur en poussières à l'intérieur du masque a été de 0,6132 gr./m<sup>3</sup> pendant les soixante premières minutes, et de 0,1266 gr./m<sup>3</sup> pendant les trente dernières minutes.

Les pouvoirs de rétention correspondants sont respectivement 92,2 et 98,26 %.

Les trois essais 58, 59 et 60 montrent que l'efficacité du masque s'améliore au fur et à mesure que l'essai se prolonge.

Pour le masque type 3A., les 3 disques de flanelle constituent l'organe filtrant le plus résistant, mais aussi le plus efficace.

Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

No d'ordre	Débit en l./min.	Durée de l'essai en min.	Quantité de poussières en gr/m <sup>3</sup>		Dépression en m/m d'eau après				Pouvoir de rétention	
			dans l'air	dans le masque	15'	30'	45'	60'		
Masque Pi. type B.N.1.										
(Organe filtrant : éponge sèche.)										
54	20	15	7.75	1.214	6,8	—	—	—	84,55	
(Organe filtrant : éponge humide.)										
55	20	15	7.25	0.655	5.7	—	—	—	91,00	
Masque Pi. type B.N.2.										
56	20	15	7.999	0.765	98,0	—	—	—	90,43	
57	30	15	6.49	0.127	136,0	—	—	—	98,00	
Masque Pi. type B.N.1S.										
58	30	15	6.49	1.16	1,0	—	—	—	81,10	
59	30	45	7.55	1.207	0,5	1,4	3,6	—	85,50	
60	20	1 h. 30	7.84	0.451	1,5	4,6	8,0	16,0	94,25	
(à la fin de l'essai : 27 mm.)										
Masque Pi. type 3A.										
(Organe filtrant : 3 disques de flanelle.)										
61	20	15	6.45	1.24	85,0	—	—	—	80,80	
(Organe filtrant : 2 disques de caoutchouc mousse.)										
62	20	15	6.55	2.091	14,0	—	—	—	68,10	

*Essais sous débit pulsatoire.*

*Masque type B.N.2. — Essai n° 63.*

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 6,95 gr/m<sup>3</sup>.

a) Régime pulsatoire pendant 15 minutes.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 38 mm. d'eau;

b) Régime continu à raison de 40 litres/minute pendant 3 min.

La dépression dans le masque passe de 17 à 63 mm. d'eau. La quantité de poussières non retenues par le masque est de 0,0026 gr. ou 0,022 gr./m<sup>3</sup>, d'où pouvoir de rétention : 99,68 %;

c) Régime pulsatoire pendant 30 minutes.

Dépression maximum après :

15 minutes : 82 mm.

30 minutes : 135 mm.;

d) Régime continu : 40 litres/minute pendant 4 minutes 30".

La dépression dans le masque passe de 50 à 170 mm. La quantité de poussières non retenues par le masque est de 0,025 gr. ou 0,14 gr./m<sup>3</sup>, d'où pouvoir de rétention : 98 %.

Comme on pourra en juger par ce qui suit, le masque type B.N.2 est le mieux approprié de ceux présentés par la Société Antigaz.

C'est celui, en effet, qui présente le pouvoir de rétention le plus élevé, tout en ayant une résistance acceptable.

Après 45 minutes, la dépression dans le masque, pour un débit de 40 litres/minute, est de 50 mm. d'eau (170 mm. après colmatage anormal dû au passage continu d'air poussiéreux).

*Masque type B.N.1S. — Essai n° 64.*

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 7,455 grs/m<sup>3</sup>.

a) Régime pulsatoire pendant 1 heure.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 3 mm.;

b) Régime continu 30 litres/minute. Durée de l'essai : 5 minutes.

La dépression dans le masque à la fin de l'essai n'est que de 1 mm., mais il passe à travers le masque 0,1104 gr. de poussières, soit 0,736 gr./m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 90,1 %.

*Essai n° 65.*

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 7,7 grs/m<sup>3</sup>.

a) Régime continu à raison de 40 litres/minute pendant 6 min.

La dépression dans le masque est de 0,4 mm. et la quantité de poussières non retenues par le masque est de 0,4165 gr., soit 1,735 gr./m<sup>3</sup>, d'où pouvoir de rétention : 77,5 %;

b) Régime pulsatoire pendant 1 heure.

Dépression maximum à la fin de l'essai : 7 mm.;

c) Régime continu à raison de 40 litres/minute pendant 1 minute.

La teneur en poussières à l'intérieur du masque est de 0,904 gr./m<sup>3</sup>. Le pouvoir de rétention est donc de 88,26 %.

Ce masque est le moins résistant de ceux présentés par la Société Antigaz, mais son efficacité est inférieure à celle du type B.N.2.

Il présente cependant l'avantage d'un nettoyage facile, car il suffit de le presser dans un courant d'eau pour en expulser complètement les poussières.

*Masque type 3A. — Essai n° 66.*

(Organe filtrant : 3 disques de flanelle.)

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 6,44 grs/m<sup>3</sup>.

a) Régime pulsatoire pendant 15 minutes.

Dépression maximum : 80 mm. d'eau;

b) Régime continu à raison de 40 litres/minute pendant 3 min.

Dépression passe de 41 à 105 mm. d'eau. Quantité de poussières non arrêtées par le masque : 0,0667 gr., soit 0,555 gr./m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 91,38 %;

c) Régime pulsatoire pendant 11 minutes.

Dépression maximum : 200 mm. d'eau.

La dépression du masque dans l'air pur pour un débit continu de 40 litres/minute est de 115 mm. d'eau.

*Masque type 3A. — Essai n° 67.*

(Organe filtrant : 2 disques de caoutchouc mousse.)

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 6,35 grs/m<sup>3</sup>.

a) Régime pulsatoire pendant 15 minutes.

Dépression maximum : 12 mm.;

b) Régime continu à raison de 40 litres/min. pendant 2 min. 30".

Dépression maximum : 10,5 mm. Quantité de poussières non arrêtées par l'organe filtrant : 0,1964 gr., soit 1,964 gr./m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 69 %;

c) Régime pulsatoire pendant 45 minutes.

Dépression maximum : 56 mm.;

d) Régime continu à raison de 40 litres/min. pendant 2 min. 30".

Dépression maximum : 29,5 mm. Quantité de poussières non arrêtées par le masque : 0,1798 gr., soit 1,798 gr./m<sup>3</sup>, donc pouvoir de rétention : 71,7 %.

Pour le masque type 3A., les constatations rapportées ci-dessus peuvent se résumer comme suit :

Lorsque l'organe filtrant est constitué par trois disques de flanelle, le masque présente une efficacité moyenne, mais sa résistance devient prohibitive après 15 minutes de fonctionnement.

Lorsque l'organe filtrant est du caoutchouc mousse, la résistance reste acceptable, mais l'efficacité est inférieure à celle de tous les masques étudiés jusqu'à présent (1).

Disons pour conclure que parmi les masques présentés à ce jour par la Société Antigaz, il n'en est aucun que nous puissions préconiser pour l'usage dans les travaux miniers.

#### MASQUE TYPE IV DE LA FIRME SIEBE GORMAN, DE LONDRES (fabriqué sous licence du Home Office).

##### Description.

Le masque comporte un couvre-face A (voir fig. 8) en caoutchouc souple portant latéralement deux filtres B.

Chacun de ces filtres est constitué par un sac plat de toile noire, renfermant un mélange d'asbeste et de laine. Le mélange filtrant est disposé en deux couches maintenues à un écartement convenable par une pièce métallique perforée et ondulée C.

Le filtre est fixé au couvre-face par une tubulure métallique D, servant de siège à une soupape d'inspiration E, simple feuille de caoutchouc souple fixée par un rivet central F.

Le couvre-face porte en outre, à sa partie inférieure, une troisième tubulure métallique G renfermant une soupape d'expiration H analogue aux soupapes d'inspiration.

La soupape d'expiration est protégée par une pièce en caoutchouc I et une tôle métallique perforée J.

Le masque se fixe sur la face par les attaches K.

La surface filtrante totale est de 348 cm<sup>2</sup> et le poids du masque de 147.5 grs.

D'après le fabricant, les filtres peuvent être nettoyés soit par brossage et battage, soit par soufflage d'air comprimé par les tubulures métalliques de raccord, les soupapes d'inspiration étant au préalable enlevées.

(1) Tout récemment, le fabricant nous a fourni pour le type 3A des tampons d'ouate ayant subi une préparation spéciale. Ceux-ci sont plus résistants que les disques de flanelle, quoique moins efficaces.

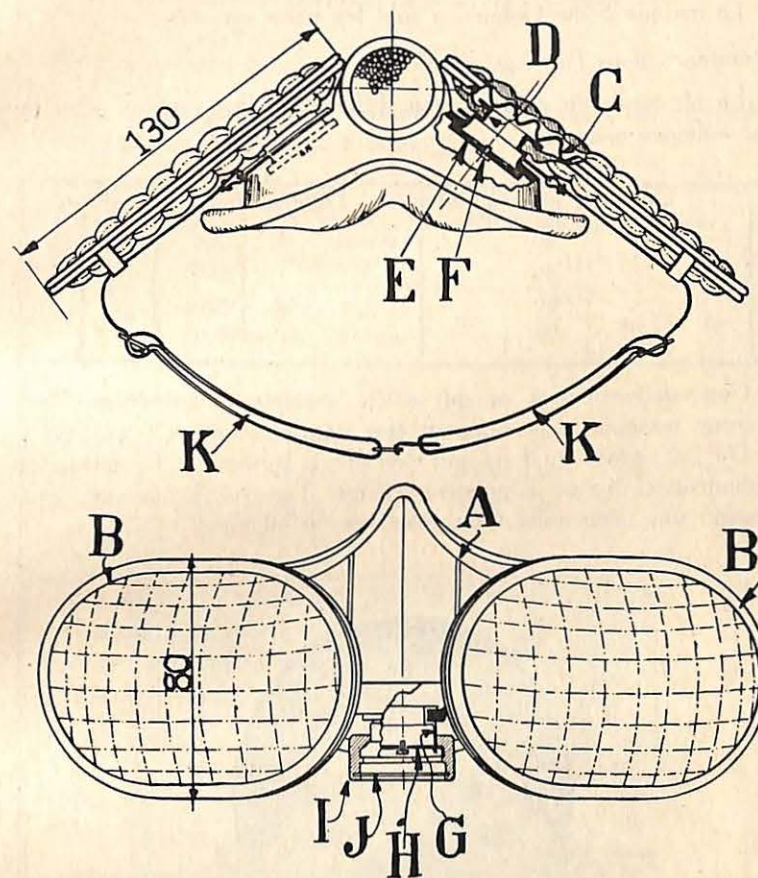


fig. 8. Masque Siebe Gorman IV.

De fait, nous avons constaté que l'un et l'autre procédés de nettoyage indiqués par le fabricant permettaient de ramener la résistance des filtres à leur valeur originelle ou à peu près.

La longévité des sacs filtrants, dans des conditions moyennes d'emploi, peut atteindre, suivant le fabricant, un an. Au point de vue pratique, c'est la suppression de la sujétion du remplacement fréquent (à chaque poste ou même plusieurs fois par poste) de l'organe filtrant.

Le masque Siebe Gorman a subi les essais suivants :

*Résistance dans l'air pur.*

La résistance du masque pour différents débits continus d'air pur est indiquée ci-après :

Débit en litres/minute	Dépression en mm. d'eau
20	4,5
40	9,6
60	15,0
80	20,0

Comparativement à ce qui a été constaté antérieurement avec d'autres masques, celui-ci paraît être assez résistant.

De fait, avant qu'il ne soit procédé à la mesure des résistances indiquées ci-dessus, l'opérateur chargé d'essayer le masque avait ressenti une gêne respiratoire, mais non rédhibitoire.



Fig. 8bis. Masque Siebe Gorman IV.

Le fond des boîtes est fixé au couvre-face par une tubulure métallique C circulaire de 20 mm. de diamètre.

Chaque tubulure est couverte d'un disque de caoutchouc D faisant office de soupape d'inspiration;

c) Une soupape d'expiration en forme d'appendice E s'introduisant à la partie inférieure du masque et constituée par deux lames de caoutchouc collées ensemble sur une partie de leur périphérie.

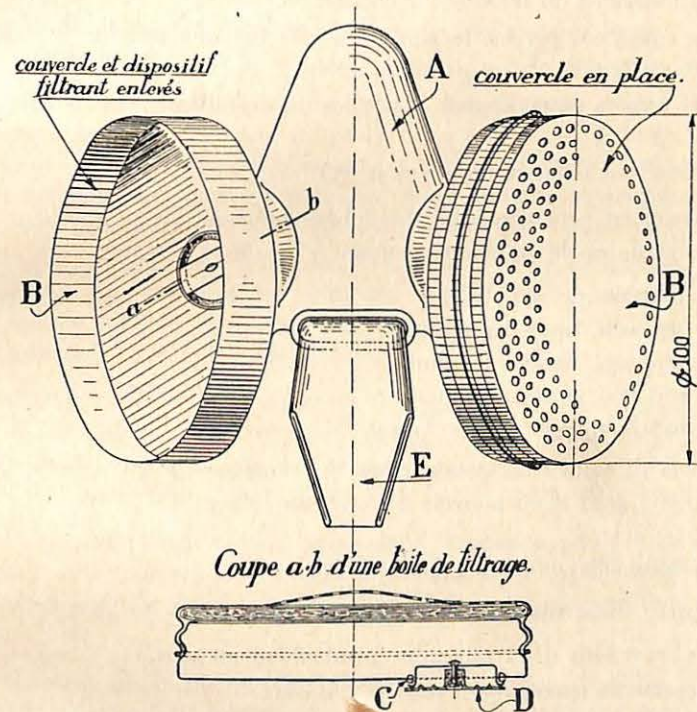


fig.9. Masque Pyrene.

Le dispositif filtrant utilisé au cours de nos essais était constitué par deux disques de feutre de 10 cm. de diamètre et de 1,5 mm. d'épaisseur : un de couleur blanche pesant 2,65 grs et un de couleur grise pesant 2,25 grs.

Dans chaque boîte, il y a deux disques, celui de couleur grise étant placé vers l'extérieur.

*Résistance du masque dans l'air pur.*

Ces essais ont donné les résultats suivants :

Débit en litres/minute	Dépression en mm. d'eau
20	33,5
40	81,0
60	112,0

La résistance du masque est énorme.

Un opérateur portant le masque a effectué une marche de 1.200 mètres en terrain plat et au pas accéléré.

Cet essai a entraîné pour le porteur un essoufflement intolérable.

*Examen sous débit continu (essai 73).*

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 5,88 gr/m<sup>3</sup>.

Débit de 30 litres/minute pendant 1 heure.

Dépression :

65 mm. après 1 minute.

80 mm. après 15 minutes.

100 mm. après 45 minutes.

108 mm. à la fin de l'essai.

Poids de poussières non retenues par l'organe filtrant : 1,085 gr., soit 0,603 gr./<sup>3</sup>, d'où pouvoir de rétention : 89,7 %.

*Essai sous débit pulsatoire (essai n° 74).*

Teneur en poussières de l'atmosphère ambiante : 5,78 gr/m<sup>3</sup>.

a) Essai sous débit pulsatoire pendant 15 minutes.

Dépression maximum : 100 mm. d'eau;

b) Essai sous débit continu à raison de 40 litres/minute pendant 3 minutes.

La dépression passe de 90 à 100 mm. d'eau. La quantité de poussières non retenues par l'organe filtrant est de 0,0348 gr., soit 0,290 gr./m<sup>3</sup>. Le pouvoir de rétention après 15 minutes de fonctionnement est de 95 %.

Le pouvoir de rétention présente une valeur satisfaisante, mais la résistance du masque est telle qu'on ne peut en préconiser l'emploi.

## CONCLUSIONS.

Voyons maintenant les conclusions à tirer de nos essais sur les masques antipoussières.

Au point de vue commodité d'emploi, nous estimons que la préférence doit aller aux couvre-face en caoutchouc souple (le maximum de souplesse étant désirable), avec bande compressible le long du bord en contact avec la face du porteur.

Cette bande, tout en améliorant l'étanchéité, contribue à diminuer la gêne qu'entraîne toujours le port du masque.

Au point de vue de la nature de l'organe filtrant, nous estimons que l'éponge naturelle, l'éponge de caoutchouc mousse ne sont pas suffisamment imperméables aux poussières et que les tampons d'ouate et de feutre, tout en étant supérieurs au point de vue du pouvoir de rétention, présentent l'inconvénient d'une résistance exagérée.

Au double point de vue de l'aisance respiratoire et de l'efficacité, nous pensons que la préférence doit être donnée aux masques à grande surface filtrante (pochettes de feutre, poche avec mélange filtrant, asbeste-laine par exemple).

A une grande section de passage correspond en effet une faible vitesse de circulation à l'intérieur même de l'organe filtrant, d'où résistance moindre du masque et facilité pour l'organe filtrant de capter les particules poussiéreuses (1).

Passant ensuite aux détails de construction, rappelons qu'un masque bien conçu comportera des soupapes d'inspiration et d'expiration; il sera conditionné de telle sorte que la capacité de rétention

(1) Alors que cette note était déjà rédigée, la firme Brison, de Bruxelles, nous a présenté un nouveau masque dont l'organe filtrant était constitué par une pochette en tissus d'amiante.

Cette pochette était placée sur un couvre-face analogue à celui du masque type IX (voir fig. 1).

Dans le fond du couvre-face se trouvait un disque d'ouate devant arrêter les fibres d'amiante qui pourraient se détacher de la pochette.

Ce masque n'a pas donné ce que le fabricant en attendait, tant au point de vue de l'aisance respiratoire qu'au point de vue de l'efficacité. Le remplacement de l'amiante par un tissu laineux a diminué la résistance du masque et augmenté le pouvoir de rétention.

Moyennant cette modification, le nouveau masque peut rivaliser avec le type VII mentionné dans le Rapport sur les travaux de 1938.

de l'organe filtrant ne soit pas fonction du serrage plus ou moins accentué des pièces constitutives.

L'organe filtrant sera facile à remplacer ou nettoyer.

Enfin, pour finir, disons que quels que soient les perfectionnements apportés à la fabrication d'un masque, il ne sera jamais parfait, car sa réalisation est conditionnée par deux caractéristiques contradictoires : la facilité de circulation de l'air et l'aptitude à capter les poussières.

Nos essais ont d'ailleurs une prétention bien limitée : nous avons voulu seulement départager, pour le travail dans les mines de houille, les masques acceptables de ceux qui ne le sont pas.

J. FRIPIAT.

INSTITUT NATIONAL DES MINES

---

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1939

---

ANNEXE III

## Contribution à l'étude du mécanisme de la combustion du méthane

par L. COPPENS.

Docteur en Sciences chimiques,  
attaché à l'Institut.

---

*La présente étude a d'abord fait l'objet d'une note de juin 1939 à la classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, que nous reproduisons ci-après et qui est suivie de la relation de nos essais ultérieurs.*

Le mécanisme complexe de la combustion du méthane figure depuis longtemps à l'ordre du jour des recherches de sécurité minière.

On peut admettre que la combustion du méthane ne porte pas d'emblée le carbone au stade maximum d'oxydation, à moins de postuler gratuitement la possibilité du choc effectif et simultané de deux molécules d'oxygène avec la molécule de l'hydrocarbure.

Au contraire, connaissant la filiation de l'acide formique, qui dérive par oxydation progressive de l'alcool méthylique et de l'aldé-