

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **85402173.0**

⑤① Int. Cl.⁴: **F 24 F 13/00, B 05 B 1/06,**
B 63 C 11/24

㉔ Date de dépôt: **12.11.85**

③① Priorité: **13.11.84 FR 8417308**

⑦① Demandeur: **Baumert, Charles, Domaine de Manacore**
Lucq de Béarn, F-64360 Monein (FR)
Demandeur: **Gomez, Ruben, F-64560 Licq-Atherey (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **18.06.86**
Bulletin 86/25

⑦② Inventeur: **Cosyns, Max, 215 avenue Armand Huysmans,**
B-1050 Bruxelles (BE)
Inventeur: **Gomez, Ruben, F-64560 Licq-Atherey (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI LU**
NL SE

⑦④ Mandataire: **Epstein, Henri, 18 Residence La**
Gaillarderie, F-78590 Noisy-Le-Roi (FR)

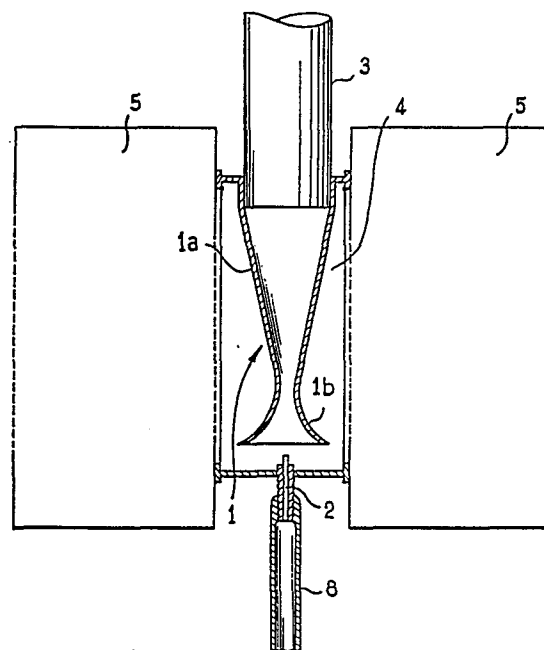
⑤④ **Régénérateur d'air au moyen d'un Venturi à jet d'oxygène.**

⑤⑦ Dans un conduit cylindrique (4) communiquant latéralement avec des cartouches filtrantes (5) est placé un Venturi (1), dont le cornet de sortie (1a) est raccordé à un tube (3) de sortie d'air régénéré.

L'extrémité du cornet d'entrée (1b) est ouverte et débouche à l'intérieur du conduit (4).

A une distance donnée par rapport au cornet (1b) débouche une tuyère (2) dont l'ajutage est percé d'un orifice calibré de diamètre entre 0,15 et 0,25 mm et dont l'épaisseur à l'endroit du perçage est au plus égale au diamètre de l'orifice.

Le régénérateur muni d'une telle tuyère raccordée sur une bouteille d'oxygène sous pression est capable d'aspirer de grandes quantités d'air, de sorte que le rendement volumétrique exprimé par le rapport d'air régénéré au volume d'oxygène injecté dépasse aisément 37.



Régénérateur d'air au moyen d'un Venturi à jet d'oxygène. 0184952

La présente invention se rapporte aux régénérateurs d'air individuels ou pour locaux collectifs, absorbant le dioxyde de carbone sous l'effet d'un Venturi assurant l'aspiration d'air à travers la cartouche au moyen d'une tuyère placée dans l'axe du Venturi et reliée à une réserve d'oxygène sous pression.

Lorsqu'il s'agit d'alimenter en air régénéré une enceinte fermée, telle que des locaux ou des habitacles, la quantité d'air régénéré doit correspondre à un minimum assurant au personnel qui s'y trouve une quantité d'air respirable permettant une certaine dépense d'énergie, par exemple pour l'exécution dans l'espace clos de certains travaux. On admet, qu'une telle activité, par exemple de l'ordre de 100 Watt, nécessite un apport minimum de 37 litres d'air régénéré à la minute par personne.

Des appareils respiratoires du genre précité, fonctionnant sans aucun apport d'énergie pour assurer l'aspiration d'air vicié à travers la cartouche absorbante autre que celui de l'énergie de détente d'oxygène comprimé et injecté dans le Venturi, consomment 1 litre d'oxygène sous pression atmosphérique, ce qui conduit à un rendement volumétrique minimum:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 37$$

Q_2 et Q_1 étant respectivement la quantité d'air régénéré et la quantité d'oxygène injecté en litres.

Pour obtenir un tel rendement volumétrique, on était obligé jusqu'à présent de recourir à l'utilisation de deux injecteurs en série, fonctionnant avec de l'oxygène détendu au moyen d'un détendeur à deux étages. Un tel détendeur est onéreux et de fonctionnement délicat. En outre, l'installation est encombrante, car elle nécessite également deux Venturi placés en série.

Finalement, le rendement volumétrique baisse rapidement avant l'épuisement de la bouteille, lorsque la pression dans la bouteille atteint celle du détendeur supérieur, ce qui réduit le volume d'oxygène utile d'environ 10%.

La présente invention repose sur la découverte du potentiel extraordinairement élevé pour l'entraînement d'air à l'aide de Venturi que présente un jet d'oxygène dont les molécules sont réorientées et dont la distribution de vitesses devient anisotrope et ne suit pas la fonction de distribution de Maxwell.

Il faut rappeler, que les molécules constituant un gaz en équilibre sont animées à tout instant de mouvements désordonnés qui constituent ce qu'on appelle l'agitation thermique.

Pour décrire l'état microscopique d'un gaz, on doit se contenter d'expressions statistiques qu'on appelle les fonctions de distribution de vitesses

et qui sont des grandeurs de base de la théorie cinétique des gaz.

Le mouvement d'une molécule est caractérisé par un vecteur de sa position en espace r et le vecteur de sa vitesse w .

$$dr = dx \, dy \, dz \text{ et } dw = dw_x \, dw_y \, dw_z,$$

5 la fonction $f(rwt)$ étant la fonction de distribution simple de vitesses.

Une fonction de distribution des vitesses est anisotrope, si elle ne dépend que du module de w et non de son orientation.

10 Dans le calcul classique des injecteurs, on considère le gaz comme un gaz parfait, c'est à dire un gaz dont les molécules ont une répartition isotrope en direction et une répartition maxwellienne des vitesses. Ces conditions sont approximativement remplies, lorsque le conduit de la tuyère est cylindrique, d'une longueur grande par rapport à son diamètre. La perte de charge dans le conduit est alors grande par rapport à celle dans l'extrémité de sortie ou ajutage et l'énergie de détente est principalement uti-

15 lisée pour réchauffer l'oxygène refroidi par sa détente.

Par contre, si la détente se fait par un orifice en paroi mince, toute l'énergie de détente est utilisée pour réorienter les molécules dont la répartition des vitesses devient anisotrope. On se trouve dans le cas de la distribution instationnaire (la distribution dépend de t), inhomogène (la distribution dépend de r) et anisotrope (distribution dépend de w et de r).

20 La notion de température disparaît et se trouve remplacée par un champ tensoriel de températures cinétiques. Cette température cinétique dans l'axe du jet peut descendre à moins d'un degré du zéro absolu. De même, la discontinuité des fonctions, lors du passage aux vitesses supersoniques, disparaît, la vitesse du son devenant elle-même fonction de l'orientation par rapport à l'axe du jet.

25 Pour de telles molécules orientées, le rendement volumétrique dépasse aisément le rendement de 37, qui apporte un volume minimum d'air régénéré au personnel travaillant dans une enceinte close. Ce potentiel accru pour entraîner de grandes quantités d'air à travers le Venturi peut s'expliquer par le fait, que dans un jet de molécules orientées il y a peu de collisions latérales entre les molécules d'oxygène et que toute l'énergie dissipée en collisions latérales le sera en collisions avec l'air entraîné, donnant

35 ainsi un bon rendement volumétrique du Venturi.

Le régénérateur d'air à cartouche absorbant le dioxyde de carbone comportant un Venturi assurant l'aspiration d'air à travers la cartouche au moyen d'une tuyère débouchant axialement en amont de la section rétrécie du Venturi et reliée à une réserve d'oxygène sous pression selon invention,

est caractérisé en ce que l'ajutage de la tuyère est constitué par une paroi relativement mince, dans laquelle est percé un orifice calibré et dont l'épaisseur à l'endroit du perçage est au plus égale au diamètre de l'orifice, de sorte qu'à la sortie de la tuyère les molécules du jet d'oxygène sont réorientées et la distribution de leurs vitesses devient anisotrope différente de la distribution suivant la fonction de Maxwell.

Un jet d'oxygène à molécules réorientées peut être réalisé au moyen d'une tuyère constituée par un tube relativement large, par exemple de 2 mm de diamètre se terminant par un ajutage formé par un orifice calibré de contour net d'un diamètre de 0,15 à 0,25 mm percé dans une paroi relativement mince, par exemple de 0,01 mm d'épaisseur. Une telle paroi percée d'orifice peut être réalisée dans une feuille métallique de cuivre ou d'aluminium, que l'on perce à l'aide d'un outil approprié.

Une autre façon de réaliser l'ajutage consiste à sertir à l'extrémité du tube une crapaudine d'horlogerie en rubis, saphir ou en cupro-béryllium dont la face plane est tournée vers l'extérieur et qui est percée d'un orifice central dont le diamètre varie entre 0,15 et 0,25 mm.

Les Venturi utilisés peuvent être de forme variables. Ils peuvent être symétriques avec les cornets d'entrée et de sortie de même longueur ou asymétriques, le cornet de sortie étant plus long que le cornet d'entrée. La pression d'alimentation en oxygène ne constitue pas un élément critique, des rendements volumétriques très acceptables sont obtenus dans la plage de pressions de 0,5 à 2 bars.

Des essais ont démontré qu'il existe un rapport critique entre le diamètre de la section rétrécie du Venturi et la distance à laquelle est placé l'ajutage de la tuyère en amont de la section rétrécie du Venturi, pour une pression d'oxygène donnée. De préférence, cette distance est telle, que le diamètre de la section du jet d'oxygène, mesuré à l'air libre, à l'endroit de la section rétrécie du Venturi est sensiblement égal au diamètre de cette section.

Pour contrôler la forme du jet et en particulier mesurer son diamètre à une distance donnée, on dirige le jet perpendiculairement sur une cible constituée par une surface d'eau recouvrant un écran blanc immergé sous quelques centimètres d'eau. La dépression de la surface sous le jet d'oxygène est observée et son diamètre est mesuré, lorsqu'on envoie un faisceau de lumière parallèle à l'écran à travers le liquide. La dépression crée un cercle d'ombre sur l'écran dont le diamètre varie avec le débit de la tuyère et la distance de celle-ci à la surface d'eau.

Grâce à ce système de contrôle, on peut déterminer la distance de l'ajutage de la tuyère de la section rétrécie en fonction de la pression du

débit d'oxygène de façon à ce que le diamètre de la section du jet ainsi mesuré à l'air libre soit sensiblement égal à l'endroit de la section rétrécie du Venturi au diamètre de cette section.

5 D'autres particularités de l'invention apparaîtront à la lumière de mesures de divers paramètres et d'un mode de réalisation d'un régénérateur individuel selon l'invention présenté à titre d'exemple, illustrés par des graphiques et dessins, dont

la figure 1 montre en coupe axiale un régénérateur selon l'invention,

la figure 2 un ajutage en coupe axiale formé d'un rubis d'horlogerie

10 la figure 3 un graphique donnant les variations du rendement volumétrique Q_2/Q_1 en fonction de la pression de l'oxygène

la figure 4 un graphique montrant les variations du rendement volumétrique en fonction du diamètre de la section rétrécie d'un Venturi

15 la figure 5 un graphique donnant les variations du débit d'air régénéré Q_2 en fonction de la distance de l'ajutage de la tuyère de la section rétrécie du Venturi d'un diamètre donné.

Le régénérateur d'air représenté comprend un conduit cylindrique 4 fermé par le bas, dans lequel est placé un Venturi 1 dont le cornet de sortie 1a est fixé à l'intérieur du conduit 4 par soudure et est raccordé à un tube 3 de sortie d'air régénéré. La paroi opposée du conduit 4 se présente sous forme d'un disque percé d'une ouverture centrale pour le passage d'une tuyère 2 branchée par l'intermédiaire d'un conduit 8 sur le détendeur d'une bouteille d'oxygène comprimé. L'extrémité du cornet d'entrée 1b est ouverte et débouche librement à l'intérieur du conduit cylindrique 4.

25 Ce conduit communique avec deux cartouches filtrantes 5 pour l'absorption de dioxyde de carbone, disposées de part et d'autre du conduit cylindrique 4. La fixation des cartouches 5 s'effectue de façon démontable par application avec pression sur un joint en matière plastique.

La tuyère 2 possède un ajutage représenté à la figure 2. Un embout 10 muni d'un épaulement circulaire 11 destiné à prendre appui sur un support 12, se termine par une section rétrécie à l'extrémité de laquelle est serti un rubis 13. Ce rubis d'horlogerie est taillé de façon à présenter une face plane 14 à laquelle débouche un orifice calibré 15 de 0,20 mm de diamètre. La face intérieure du rubis est taillée de façon à présenter un creux 16, ce qui réduit son épaisseur à l'endroit du perçage à 0,20 mm. 35 Le Venturi utilisé est de forme asymétrique. Son cornet d'entrée, très évasé, mesure 20 mm, son cornet de sortie de forme conique d'une longueur de 60 mm se termine par un évasement de 30 mm de diamètre. Le diamètre de la section rétrécie du Venturi est de 12 mm.

Le diamètre intérieur de la tuyère à l'endroit du rétrécissement de section est de 2 mm. L'épaisseur du rubis à l'endroit du perçage est de 0,2 mm.

La détente d'oxygène au niveau du rétrécissement du Venturi provoque en amont une dépression qui a pour effet d'aspirer l'air pollué à travers les cartouches, le faire passer à l'intérieur du Venturi où il se mélange à l'oxygène et de faire sortir par le tube 3 un mélange d'air épuré et d'oxygène pur.

En faisant varier la pression d'oxygène entre 0,5 et 2 bars, on a montré à la figure 3 son influence sur le rendement volumétrique Q_2/Q_1 pour deux Venturi de forme différente, ayant le même diamètre de la section de rétrécissement. On voit que les rendements volumétriques restent largement au dessus de la norme que l'on s'est fixée, à savoir 37 litres d'air régénéré par litre d'oxygène injecté. Les rendements pour une pression d'un bar différent entre un Venturi à forme symétrique (courbe 1) et un Venturi à forme asymétrique (courbe 2) et varient de 6% seulement, ce qui prouve que la forme du Venturi ne constitue pas un critère important de choix.

Selon les essais, la perte de charge occasionnée par le montage d'une cartouche absorbante fait baisser le rendement volumétrique de 10%, l'embout destiné à l'autre cartouche étant bouché. Le rendement ne baisse que de 5%, lorsque deux cartouches sont montées.

Les essais dont les résultats sont consignés sur le graphique de la figure 4 permettent d'apprécier, pour un Venturi de forme donné (diamètre de sortie de 30 mm) et pour une pression d'oxygène donnée (1 bar), la variation du rendement volumétrique avec la variation du diamètre de la section rétrécie du Venturi. On remarque que le rendement est de l'ordre de 90% pour un diamètre de la section situé entre 10 et 15 mm, lorsque les mesures sont effectuées avec des distances optimales entre l'ajutage de la tuyère et la section rétrécie du Venturi pour chaque diamètre.

Le choix de la distance entre l'ajutage de la tuyère et la section rétrécie du Venturi fait l'objet des mesures dont les résultats sont consignés à la figure 5. Les deux courbes 1 et 2 représentent les variations du débit d'air régénéré Q_2 avec la distance de l'ajutage de la section rétrécie du Venturi pour un Venturi dont la section rétrécie possède un diamètre de 12 mm et pour des débits d'oxygène de 1 bar (courbe 1) et de 2 bars (courbe 2). Dans le cas considéré, l'optimum de débit se situe entre 20 et 40 mm de distance. Ces distances correspondent à des formes de jets telles, que le diamètre de leur section, mesuré à l'air libre, est sensiblement égal à l'endroit de la section rétrécie au diamètre de celle-ci.

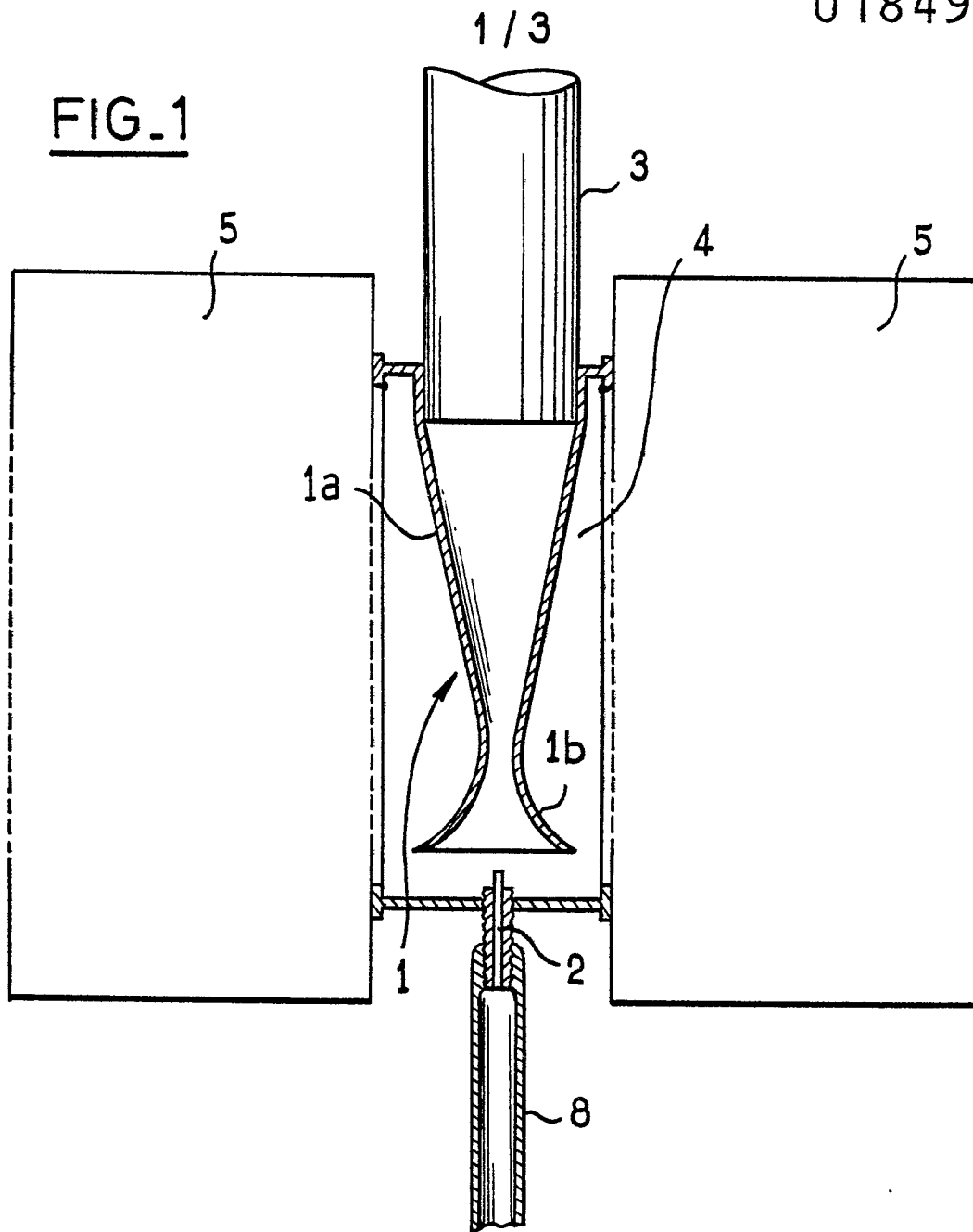
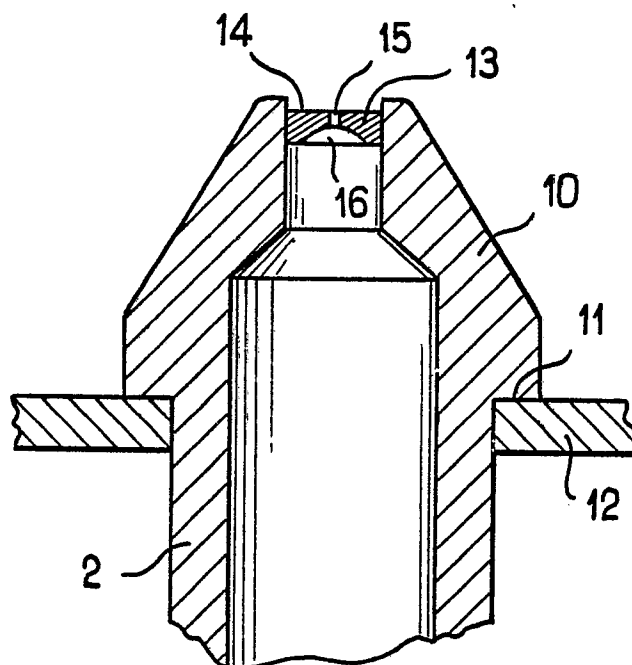
Des courbes semblables peuvent être tracées pour chaque diamètre et chaque pression. De façon générale, on a trouvé, que pour une pression d'oxygène variant de 1 à 2 bars, l'ajutage de la tuyère étant situé à une distance de 20 à 40 mm en amont de la section rétrécie du Venturi dont le diamètre varie entre 8 et 12 mm, les rendements volumétriques obtenus étaient optimaux de l'ordre de 90 .

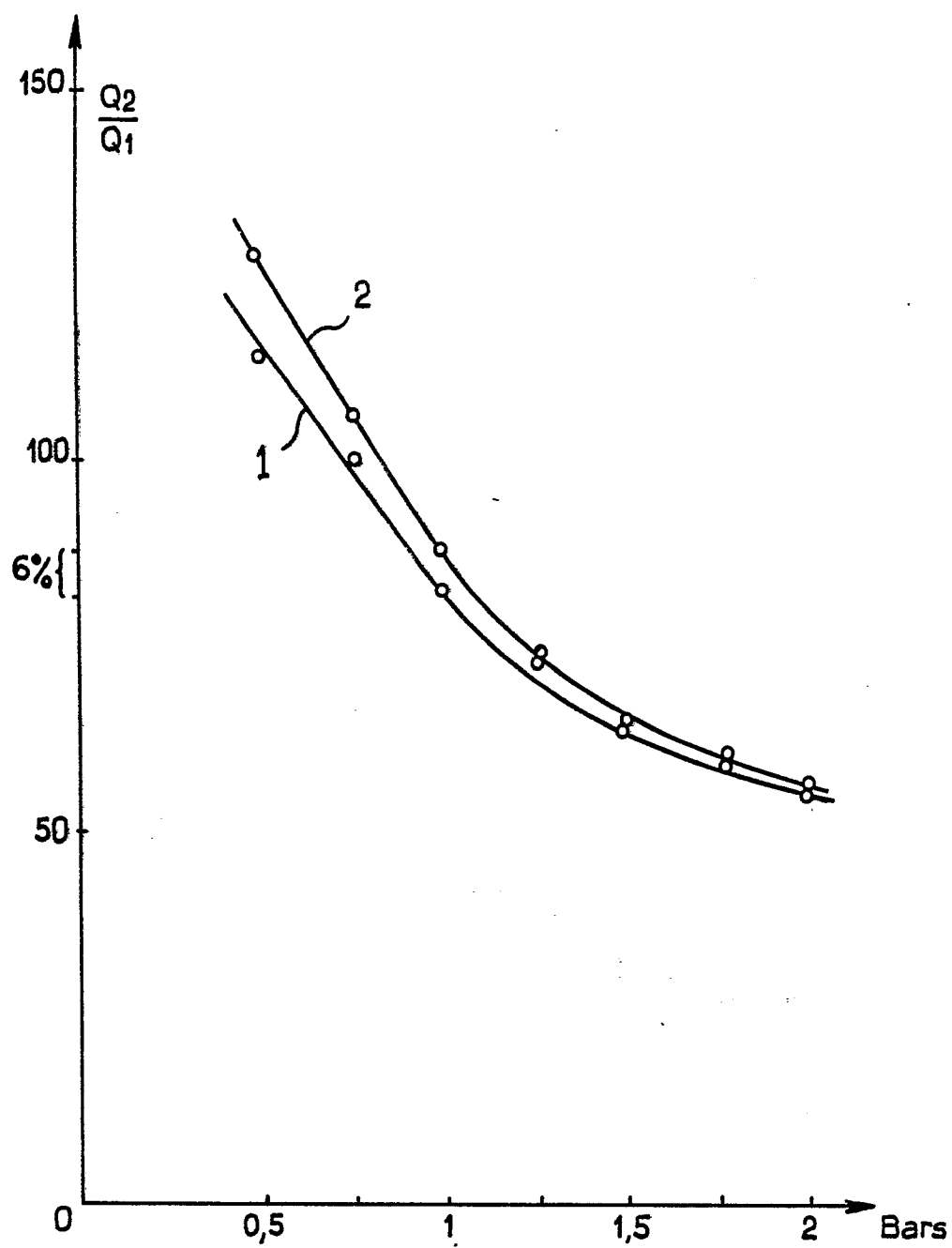
Le dispositif selon l'invention constitue un progrès indéniable dans le domaine de l'alimentation en air régénéré dans une enceinte close, car il permet de réaliser une alimentation accrue et largement suffisante pour assurer le confort de respiration aux personnes qui s'y trouvent au moyen d'un appareil de faible encombrement sans apport d'énergie extérieure autre que celle de détente d'une bouteille d'oxygène comprimé.

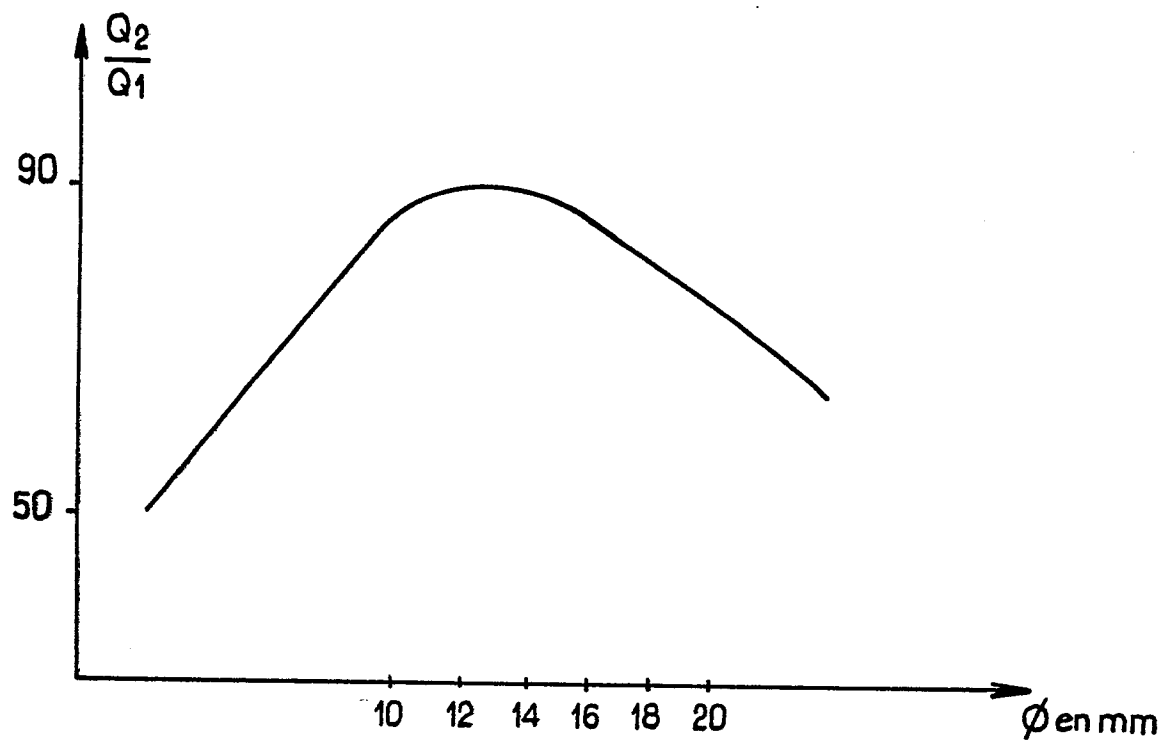
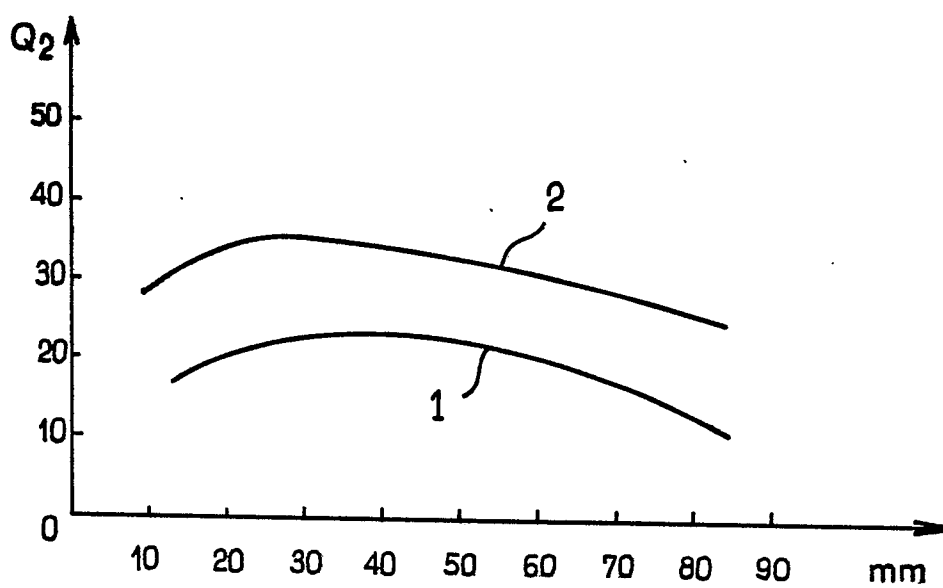
L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais s'étend à toutes les variantes de réalisation à la portée de l'homme de l'art.

REVENDECATIONS.

1. Régénérateur d'air muni d'une cartouche (5) absorbant le dioxyde de carbone comportant un Venturi (1) assurant l'aspiration d'air à travers la cartouche au moyen d'une tuyère (2) débouchant axialement en amont de la section rétrécie du Venturi et reliée à une réserve d'oxygène sous pression, caractérisé en ce que l'ajutage de la tuyère est constitué par une paroi relativement mince (13), dans laquelle est percé un orifice calibré (15) et dont l'épaisseur à l'endroit du perçage est au plus égale au diamètre de l'orifice, de sorte qu'à la sortie de la tuyère les molécules du jet d'oxygène sont réorientées et la distribution de leurs vitesses devient anisotrope différente de la distribution suivant la fonction de Maxwell.
2. Régénérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance à laquelle est situé l'ajutage de la tuyère (2) par rapport à la section rétrécie du Venturi est telle, que le diamètre de la section du jet d'oxygène, mesuré à l'air libre, à l'endroit de la section rétrécie du Venturi est sensiblement égal au diamètre de cette section.
3. Régénérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tuyère (2) est constituée par un tube de diamètre intérieur relativement large tel qu'un tube métallique de 2 mm de diamètre, obturé à son extrémité par une paroi en matériau relativement mince, tel qu'une feuille d'aluminium de 0,01 mm d'épaisseur, percée d'un orifice central dont le diamètre varie entre 0,15 et 0,25 mm.
4. Régénérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'extrémité de la tuyère (2) est sertie une crapaudine d'horlogerie (13) en rubis, saphir ou en cupro-béryllium, à paroi plane (14) orientée vers la sortie et percée d'un orifice central (15) dont le diamètre varie entre 0,15 et 0,25 mm.
5. Régénérateur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, pour une pression d'oxygène variant de 1 à 2 bars, l'ajutage de la tuyère est située à une distance de 20 à 40 mm en amont de la section rétrécie du Venturi, dont le diamètre varie de 8 à 12 mm.
6. Régénérateur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour un Venturi dont le diamètre de sortie est d'environ 30 mm, on fixe le diamètre de la section rétrécie à une valeur de 10 à 15 mm pour l'obtention d'un rendement volumétrique de l'ordre de 90 .

FIG. 1FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0184952

Numéro de la demande

EP 85 40 2173

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	FR-A-1 319 246 (LUWA A.G.) * Figure 2; page 1, colonne de droite, dernier alinéa - page 2, colonne de droite, alinéa 2 *	1	F 24 F 13/00 B 05 B 1/06 B 63 C 11/24
A	--- TRANSACTIONS OF THE A.S.M.E. JOURNAL OF ENGINEERING FOR INDUSTRY, vol. 105, no. 1, février 1983, pages 54-59, New York, US; P.G. SEXTON et al.: "Computer simulation of breathing systems for divers" * Figures 1,6 *	1	
A	--- NL-A- 264 397 (A.B. SVENSKA FLÄKTFABRIKEN) -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17-02-1986	Examineur BOGAERTS M.L.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	