

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

**0 088 704  
B1**

12

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

45

Date de publication du fascicule du brevet:  
**19.02.86**

51

Int. Cl.<sup>4</sup>: **A 61 G 11/00, B 60 H 1/00**

21

Numéro de dépôt: **83400485.5**

22

Date de dépôt: **09.03.83**

54

**Isolateur pour le confinement et le transport en atmosphère stérile d'êtres humains, notamment de nouveaux-nés.**

30

Priorité: **12.03.82 FR 8204199**

73

Titulaire: **LA CALHENE Société Anonyme, 5, rue Emile Zola, F-95870 Bezons (FR)**

43

Date de publication de la demande:  
**14.09.83 Bulletin 83/37**

72

Inventeur: **Mercey, Gilles, 14, Route d'Azé, F-41100 Vendome (FR)**  
Inventeur: **Picard, Claude, 34, rue de Zilina, F-92000 Nanterre (FR)**  
Inventeur: **Saint Martin, Bernard, 6, rue Leclerc, F-75014 Paris (FR)**

45

Mention de la délivrance du brevet:  
**19.02.86 Bulletin 86/8**

84

Etats contractants désignés:  
**CH DE GB IT LI SE**

74

Mandataire: **Mongrédién, André et al, c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR)**

56

Documents cités:  
**BE - A - 492 608**  
**DE - A - 2 925 192**  
**DE - A - 2 944 508**  
**FR - A - 2 475 679**  
**GB - A - 999 826**  
**GB - A - 1 088 573**  
**GB - A - 1 092 164**  
**US - A - 2 243 999**  
**US - A - 3 529 590**

**EP 0 088 704 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention se rapporte au domaine du transport en atmosphère stérile d'êtres humains qui ont besoin, pour des raisons médicales, d'être confinés en atmosphère stérile et transférés, d'un lieu en un autre à l'intérieur d'un même hôpital, ou même sur un trajet de plusieurs dizaines ou centaines de kilomètres, comportant par conséquent un transport en véhicule autonome (automobile, hélicoptère, avion) sans que soient rompues pour autant l'étanchéité et la stérilité du milieu dans lequel ils baignent, ni la possibilité d'intervenir médicalement sur eux pour effectuer certains traitements d'urgence indispensables. C'est le cas en particulier d'individus qui ont, temporairement au moins, perdu tout ou partie de leurs défenses immunologiques et aussi de certains nouveau-nés prématurés auxquels il est nécessaire de faire parcourir parfois de longues distances pour leur assurer les traitements de survie appropriés.

Lorsqu'il s'agit de nouveau-nés qui représentent le domaine d'application préférentiel bien que non exclusif de la présente invention, on a recours de façon connue à des couveuses qui doivent théoriquement protéger ces enfants vis-à-vis des trois facteurs essentiels qui sont: la contamination bactérienne, l'hygrométrie et la température. L'expérience montre malheureusement que la protection réellement obtenue vis-à-vis de ces trois facteurs est très illusoire et ce, pour les raisons suivantes.

En ce qui concerne d'abord la bactériologie, le confinement offert par une couveuse, qui n'est à proprement parler qu'une enceinte fermée par un couvercle, n'est pas étanche car toute intervention sur le nouveau-né suppose l'ouverture de cette enceinte. Cette simple constatation implique par conséquent de limiter au strict minimum nécessaire toute intervention durant le transport et, d'autre part, d'envisager une stérilisation de l'intérieur du véhicule dans lequel on effectue le transport ce qui, à la limite, est pratiquement impossible et en tout cas ne peut se faire rapidement lorsque l'on a besoin d'effectuer un transport d'urgence.

Certains nouveau-nés ont besoin d'une forte hygrométrie supérieure à la normale au niveau pulmonaire. Ces mêmes sujets peuvent nécessiter une température ambiante atteignant 37°C. Le cumul de ces deux conditions physiques crée un climat particulièrement favorable au développement bactérien.

En ce qui concerne enfin la température, on constate souvent des variations relativement brusques dans les couveuses, même lorsqu'elles sont bien conditionnées thermiquement puisque la nécessité d'ouvrir le couvercle un certain nombre de fois pour pratiquer des soins, amène à chaque fois un volume d'air frais non négligeable qui fait chuter brutalement la température. Ces variations peuvent être dans certains cas très gênantes pour l'enfant (phénomène de «stess»).

On connaît par ailleurs, dans la technique des interventions médicales à poste fixe et en atmosphère confinée des isolateurs qui permettent de séparer biologiquement parlant de façon complète, un malade de l'extérieur, tout en communiquant avec lui dans les deux sens (entrée et sortie d'objets ou de

matériels) à l'aide de dispositifs de transfert étanche ou de dispositifs d'intervention également étanches dont certains comme des gants, scaphandres et autres peuvent faire au moins partiellement partie intégrante de la paroi de l'enceinte. Une enceinte de cette nature est généralement ventilée par un circuit d'air entre une entrée et une sortie possédant chacune un filtre absolu qui arrête l'entrée ou la sortie de tout germe microbien. Lorsque le besoin se fait sentir, une telle enceinte munie de ses filtres peut être très facilement stérilisée par un agent microbicide circulant dans le circuit de ventilation pendant un certain temps, tel que par exemple l'acide peracétique.

De tels isolateurs et leurs dispositifs d'intervention ont été décrits notamment p. 121 à 125 du n° 284 de février 1979 de la Revue Labo Pharma, p. 227 à 230 du volume 3 de 1978 de Science et Techniques des Animaux de Laboratoires, ainsi que dans le FR-A-2 475 679 déposé le 12 février 1980 par la demanderesse.

On pourrait songer évidemment à utiliser de tels isolateurs pour le transport d'êtres humains en milieu stérile, mais on rencontre immédiatement une difficulté quasi insurmontable qui est celle de la puissance de chauffage d'un tel isolateur fonctionnant en circuit ouvert. En effet, l'expérience montre que pour chauffer et maintenir aux alentours de 37°C un isolateur humain plongé dans une ambiance à 20°C et parcouru par un débit d'air neuf de 10 m<sup>3</sup>/h, il faut disposer d'une puissance électrique de 680 W et la montée en température demande 1h.30 environ. Une telle utilisation, qui peut se concevoir facilement à un poste fixe où l'on dispose du réseau électrique, est délicate à mettre en pratique à bord d'un véhicule en utilisant une batterie d'accumulateurs classique, même si celle-ci est rechargée en permanence par l'alternateur du véhicule. On doit tenir compte en effet de ce que de tels transports sont souvent effectués en état d'urgence par des véhicules du type ambulance qui sont, de par leur nature même, gros consommateurs d'énergie non seulement pour le chauffage, mais pour les phares, les giro-phares et les sirènes; les batteries d'accumulateurs de telles ambulances, même lorsqu'elles sont alimentées par une dynamo ou un alternateur branché sur le moteur, ont tendance à se décharger rapidement et ne pourraient par conséquent assurer un transport de plusieurs heures en fournissant une puissance complémentaire aussi élevée.

La présente invention a précisément pour objet un isolateur pour le confinement et le transport en atmosphère stérile d'êtres humains qui permet de résoudre les difficultés précédentes, à l'aide d'isolateur ou enceintes étanches du type précédemment rappelé, en utilisant exclusivement une batterie d'accumulateurs pour assurer le fonctionnement de l'ensemble.

Cet isolateur, du genre de ceux qui comportent, de façon connue, une enceinte étanche, ventilée par une circulation forcée d'air frais mise en mouvement par un premier ventilateur au travers d'un filtre absolu d'entrée et d'un filtre absolu de sortie, des dispositifs de transfert rapide et étanche avec l'extérieur pour le transfert d'objets matériels, des dispositifs d'intervention également étanches dont certains

font partie intégrante de la paroi de l'enceinte, se caractérise en ce qu'il comporte, entre l'entrée et la sortie d'air frais, une dérivation munie d'un second ventilateur et d'un élément de chauffe à température variable, limitée automatiquement à une valeur maximale de l'ordre de 120°C, de façon à créer un réchauffage et une régulation à une température de consigne de l'atmosphère interne par recyclage partiel de celle-ci, la totalité de l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'installation étant fournie par une batterie d'accumulateurs autonome pouvant être celle du véhicule de transport.

Le fait de prévoir, conformément à l'invention, sur un isolateur ou enceinte étanche de type connu, deux circuits de ventilation en parallèle, à savoir un circuit d'air frais pour la respiration du malade et un circuit de recyclage chauffant, permet de restreindre les pertes thermiques à leur strict minimum et de limiter ainsi à une centaine de watts environ, la puissance électrique suffisante pour assurer le fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, le recours à une enceinte étanche munie de filtres d'entrée et de sortie permet de conserver en même temps tous les avantages de ce type d'isolateur rappelé précédemment, en particulier le transfert d'un poste de soin à un autre, le transport sur une longue distance, l'entrée et la sortie d'objets divers et l'intervention directe au travers de la paroi de l'enceinte.

Par ailleurs, la limitation automatique à une valeur maximale de l'ordre de 120°C mais fréquemment de 80°C ou 90°C de l'élément de chauffe à température variable évite de porter des éléments au rouge dans le circuit de recyclage de l'atmosphère interne de l'enceinte, ce qui est fondamental notamment lorsque, pour des raisons biologiques, l'atmosphère interne est enrichie en oxygène et pourrait conduire à des risques d'inflammation non négligeables en cas de fuite. L'enceinte étanche ainsi équipée de ses deux circuits de ventilation et de recyclage peut être déplacée à volonté sur un simple chariot possédant une batterie d'accumulateurs autonome qui assure son indépendance durant les différents transferts à l'intérieur d'un même hôpital par exemple. Dès qu'un transport par véhicule est nécessaire, on peut à volonté soit conserver la même batterie d'accumulateurs à laquelle il sera ainsi demandé une contribution complémentaire de l'ordre de 100 W, soit recourir à la batterie de ce véhicule.

L'isolateur selon l'invention a le grand avantage de permettre le transfert et le transport d'une chambre stérile à une autre, située à plusieurs centaines de kilomètres, sans que soient jamais rompues l'étanchéité et la stérilité biologique de l'atmosphère dans laquelle le malade est confiné, et ce, tout en continuant à lui administrer de façon continue les médicaments et les soins dont il peut avoir besoin.

Selon une autre caractéristique de l'isolateur objet de l'invention, les vitesses de rotation du premier et du second ventilateurs sont maintenues à des valeurs constantes préchoisies, et la température de consigne de l'atmosphère de l'enceinte est obtenue en réglant la température de l'élément de chauffe simultanément à l'aide d'une part d'une commande de base tenant compte de l'écart entre les températures externe et de consigne et de l'état de fonction-

nement ou de repos du premier ventilateur et, d'autre part, d'une boucle d'asservissement fin complémentaire dont le signal d'erreurs est élaboré à partir de l'écart entre les températures interne et de consigne.

Le choix de maintenir les deux ventilateurs d'air neuf et d'atmosphère de recyclage à des vitesses de rotation constantes résulte d'une volonté de simplicité car, à bord d'un véhicule, il est plus facile de moduler le chauffage à l'aide d'un système d'asservissement. Par ailleurs, ces ventilateurs d'une type en soi connu ne demandent qu'une puissance très faible de l'ordre de 8 W par exemple, pour un débit de quelques mètres cubes par heure.

Quant à la conception du chauffage et de la régulation en température de l'enceinte étanche, elle résulte du fait que pour une installation de ce type, la déperdition thermique est approximativement au moins, proportionnelle à la différence entre la température de consigne et la température ambiante extérieure. C'est pourquoi on choisit de réaliser, à l'aide d'une commande de base, un chauffage à une température proche de la valeur de consigne souhaitée et de le compléter par une boucle d'asservissement fin complémentaire dont l'action dépend de l'écart à chaque instant entre la température de consigne et la température réelle régnant à l'intérieur de l'enceinte; dans ces conditions, cette boucle complémentaire n'a à fournir que le complément de surchauffe ou de sous-chauffe nécessaire pour obtenir la température de consigne exacte à partir de la température approchée obtenue par la commande de base.

Selon une autre caractéristique intéressante de la présente invention, l'élément de chauffe situé dans la dérivation de recyclage est constitué par des transistors de puissance parcourus par un courant réglé par la commande de base et la boucle d'asservissement et dont les ailettes de refroidissement baignent dans la dérivation de recyclage d'air.

Selon l'invention, l'élément de chauffe est de plus équipé de thermistances variables avec la température et qui, en cas de besoin, diminuent automatiquement le courant dans les transistors de puissance de façon à limiter la température de l'élément de chauffe à une valeur maximale de l'ordre de 120°C.

Cette conception de la réalisation de l'élément de chauffe permet à la fois d'éviter la présence de points rouges ou d'étincelles, ce qui pourrait se produire avec des résistances électriques ordinaires et conduirait à des risques très importants dans le cas où une oxygénothérapie est nécessaire pour le malade transporté. De toute façon, la présence de thermistances qui permettent de limiter la température à une valeur maximale de l'ordre de 80°C à 120°C constitue également une sécurité tant vis-à-vis des risques d'incendie que des risques de surchauffe de l'enceinte.

Enfin, l'isolateur selon l'invention peut comporter en outre à l'intérieur de l'enceinte étanche un casque respiratoire alimenté depuis l'extérieur et dont on recouvre de façon non étanche la tête du patient, pour conditionner la nature et/ou le degré hygrométrique de l'atmosphère qu'il respire, la partie consommée de cette atmosphère étant, au moins en partie, rejetée directement dans l'enceinte.

Ce casque respiratoire permet, à l'aide de son ali-

mentation autonome traversant de façon étanche les parois de l'enceinte, une alimentation respiratoire du patient assisté quasi indépendante; il est très utile pour tous les cas où l'on souhaite apporter au patient un mélange respiratoire particulier, et notamment pour des séances d'oxygénothérapie. Il permet également de résoudre de façon simple et élégante le problème de l'hygrométrie de l'atmosphère gazeuse respirée par les nouveau-nés; ce casque étant simplement posé sans étanchéité particulière sur la tête du patient, ce dernier rejette, directement dans l'enceinte étanche elle-même, une partie des gaz ou de l'humidité ainsi amenés, ce qui n'offre pas de graves inconvénients sur le plan de l'hygrométrie car la portion de l'atmosphère gazeuse rejetée dans l'enceinte reste toujours très faible et se dilue dans le courant de l'ensemble.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise en se référant à la description qui suit d'un exemple de réalisation de l'isolateur pour le transport d'êtres humains en atmosphère stérile; cette description, qui est donnée surtout à titre explicatif et non limitatif, sera faite en se référant aux figures 1 à 4 ci-jointes, sur lesquelles:

la figure 1 est une vue schématique générale en élévation d'un isolateur conforme à l'invention munie de certains de ces accessoires de fonctionnement;

la figure 2 représente le détail d'implantation du casque respiratoire d'un patient transporté;

la figure 3 représente un schéma de principe du système de commande et d'asservissement de l'élément de chauffe de l'isolateur;

la figure 4 représente le système des transistors de puissance utilisés pour constituer l'élément de chauffe de l'isolateur.

Sur la figure 1, on voit une enceinte étanche ou isolateur 1 d'un type en soi connu et destinée au transport d'un nouveau-né 2. Dans l'exemple décrit, l'enceinte 1 a un volume de 120 litres. Le nouveau-né 2 repose, dans le cas particulier, sur un matelas à vide 3 d'un genre en soi connu et constitué par un certain nombre de billes de matière plastique de faible diamètre enfermées dans une enveloppe souple et étanche dans laquelle on a fait le vide. Un tel matelas 3 est très utile pour mouler la forme du corps du malade 2 en assurant son support et son maintien en position lors des variations d'accélération qui surviennent du fait du transport.

L'enceinte étanche 1 comporte de façon connue une canalisation d'entrée d'air frais 4 et de sortie d'air usagé 5 sur laquelle se trouvent situés respectivement les filtres absolus 6 et 7 dont la taille des pores est choisie de façon qu'ils soient de nature à arrêter tout transfert bactérien. Dans la canalisation 4, est située avant le filtre 6, l'ailette du premier ventilateur 8 dont le moteur et la commande électrique ne sont pas représentés et qui assure la circulation d'air frais pour la respiration du nouveau-né 2 dans l'enceinte 1. Ce ventilateur a une puissance de l'ordre de 8 W et il assure à l'intérieur de l'enceinte 1, une circulation d'air frais à débit constant de l'ordre de 3 m<sup>3</sup>/h. Un système de transfert étanche à double porte 9, d'un genre en soi connu, notamment par le FR-A-2 040 616 du 4 avril 1969, permet l'introduc-

tion et la sortie rapides dans l'enceinte 1 de tous les accessoires et matériels nécessaires au malade sans rompre l'étanchéité de l'installation.

Conformément à l'invention, une dérivation de recyclage 10, placée entre les tubulures d'entrée 4 et de sortie d'air usagé 5, comporte un second ventilateur 11 et un élément de chauffe 12 qui permettent de recycler un débit constant de l'ordre de 9 m<sup>3</sup>/h de l'atmosphère contenue dans l'enceinte 1 en la réchauffant au contact des ailettes chauffantes 13 de l'élément de chauffe 12.

L'ensemble de l'isolateur décrit sur la figure 1 est rendu autonome d'un point de vue énergétique grâce à la batterie d'accumulateurs classique 14 qui alimente l'ensemble des ventilateurs 8 et 11 et de l'élément de chauffe 12 au travers d'une commande électrique générale 15 dont certains détails seront décrits et représentés plus loin en se référant à la figure 3. L'ensemble est porté sur un chariot mobile 16 et peut, soit se déplacer de façon autonome à l'intérieur d'un même hôpital par exemple, soit être placé à bord d'une ambulance de transport qu'il n'est alors nullement besoin de préparer en la désinfectant au préalable.

Les parois de l'enceinte étanche 1 comportent également des dispositifs d'intervention faisant partie de cette paroi telle que des gants 17 et 18; divers autres accessoires médicaux utiles peuvent être également prévus sur le chariot de transport 16, comme par exemple des sondes d'alimentation et la bouteille d'oxygène 19 qui sert à alimenter le casque respiratoire 20 recouvrant la tête du nouveau-né transporté 2. Tous ces accessoires peuvent être, de façon classique et connue, manipulés et utilisés grâce au système à double porte 9 et aux gants de manipulation 17 et 18 sans qu'à aucun moment le confinement de l'enceinte étanche 1 soit rompu.

On peut encore compléter les économies d'énergie réalisées sur l'isolateur objet de l'invention, en prévoyant, aux endroits où il n'est pas nécessaire de voir ce qui se passe dans l'enceinte 1, de réaliser celle-ci avec une double paroi dans laquelle on introduit de la laine de verre qui est un excellent isolant thermique. De plus, on peut aussi, durant le transport, poser sur l'installation une coque enveloppant le tout et construite elle-même avec une enveloppe plastique double contenant de la laine de verre. Ceci permet de renforcer encore l'isolation thermique et de diminuer les pertes, soit lors du chauffage de l'enceinte avant l'introduction du malade, soit durant le transport lorsque les médecins n'ont pas besoin d'intervenir. Cette coque (non représentée) peut également être munie de fenêtres de vision, ce qui permet néanmoins de surveiller l'enfant.

Le fonctionnement de l'isolateur tel que représenté sur la figure 1, comporte d'une façon générale les étapes suivantes:

— avant l'introduction du patient, on commence d'abord par stériliser l'enceinte. Ceci est réalisé de façon connue, comme l'indique par exemple le FR-A-2 475 679 de la demanderesse, à l'aide d'une circulation d'acide peracétique qui détruit tous les germes vivants, non seulement dans l'enceinte 1, mais dans les canalisations qui l'alimentent et dans les filtres absolus 6 et 7. Cette circulation ainsi que le balayage

d'air frais consécutif sont réalisés à l'aide du ventilateur 8 et des canalisations 4 et 5.

Cette première opération ayant été réalisée, on effectue un préchauffage de l'enceinte 1 en utilisant de préférence le secteur s'il en existe un à disposition, ou la batterie 14 dans le cas contraire. Pour réaliser ce préchauffage, on met en route uniquement le ventilateur 11 et la circulation de recyclage dans le conduit 10. Le ventilateur 11 qui, pour des raisons de simplicité déjà expliquées, n'a qu'une seule vitesse de rotation, débite environ  $9 \text{ m}^3/\text{h}$  pour une enceinte 1 de 120 litres de contenance approximativement. Ce débit de  $9 \text{ m}^3/\text{h}$  résulte d'un choix qui découle d'une optimisation pour assurer à la fois un minimum de transfert d'énergie calorifique depuis l'élément de chauffe 12 jusqu'à l'enceinte 1 et pour éviter en même temps un brassage d'air trop important dans l'enceinte 1 qui conduirait à des pertes thermiques trop élevées.

Lorsque le chauffage est ainsi réalisé, on peut introduire le malade 2 par la double porte étanche 9 évidemment. Dès ce moment, il est indispensable de mettre en route le ventilateur 8 situé sur la canalisation d'air 4 pour propulser l'air frais respiratoire jusqu'au malade 2 (flèches F). Le ventilateur 8 tourne également à vitesse constante et assure, dans le cas particulier décrit, un débit horaire de  $3 \text{ m}^3/\text{h}$  environ. Ce chiffre a été retenu comme résultat d'une optimisation en fonction de trois critères essentiels qui sont d'une part de permettre une respiration normale, d'autre part de conserver l'homogénéisation de l'atmosphère de l'enceinte 1 et enfin d'assurer une dilution suffisante du surplus d'oxygène présent dans cette atmosphère: en effet, lorsque le patient reçoit par son casque 20 un mélange respiratoire enrichi en oxygène, ce dernier ne doit jamais dépasser, pour des raisons de sécurité vis-à-vis des risques d'explosions, la proportion de 28% d'oxygène en volume.

Un isolateur du genre de celui décrit sur la figure 1 fonctionne en autonomie totale sur une batterie 14 à laquelle on demande une puissance totale de l'ordre de 100 W. C'est dire qu'elle permet des transports à longue distance (plusieurs centaines de kilomètres) dans des ambulances ou des véhicules qui n'ont pas besoin d'être spécialisés ni préparés à l'avance. On peut obtenir, avec ce type de matériel, un écart de température de  $30^\circ\text{C}$  si nécessaire entre la température de l'enceinte étanche 1 et la température extérieure, ce qui est d'un grand intérêt dans les pays où l'hiver est très froid, comme le Canada ou l'URSS et où jusqu'à présent, de tels transports à distance de façon autonome étaient pratiquement très délicats. Bien entendu, la protection biologique du malade 2 subsiste durant tout le transport grâce à l'action des filtres 5 et 6.

La figure 2 montre le détail d'utilisation d'un casque respiratoire 20 sur la tête du patient 2 lorsque le besoin s'en fait sentir. A cet effet, deux canalisations d'entrée 21 et de sortie 22 de gaz respiratoire traversent de façon étanche la paroi 1 de l'enceinte et pénètrent dans le casque 20 qui est simplement posé sans aucune étanchéité sur la tête du malade 2, lequel peut ainsi rejeter une partie de l'atmosphère respirée dans l'atmosphère interne de l'enceinte 1.

Ce casque 20 permet, comme déjà expliqué précédemment, à la fois de choisir une atmosphère respiratoire de composition particulière souhaitée et de régler l'hygrométrie de cette même atmosphère.

La figure 3 représente schématiquement la commande et l'asservissement du chauffage de l'enceinte 1. Sur cette figure 3, on voit les capteurs de température interne 25 et externe 26. La température de consigne souhaitée pour l'intérieur de l'enceinte 1 est affichée sur la commande de température 27. La température interne 25 est affichée sur un thermomètre externe 28 qui permet de toute façon au médecin surveillant le malade d'être renseigné à tout moment sur la valeur de cette température.

Un premier sommateur  $S_1$  constitue le signal d'erreur de température entre la température de consigne affichée en 27 et la température externe 26. Il délivre un premier signal qui, après passage dans le correcteur 30, alimente l'une des trois entrées 31 du sommateur  $S_3$ . Le correcteur 30 a deux positions en fonction de l'état de repos ou de rotation du ventilateur 8 de circulation d'air neuf. Lorsque ce ventilateur 8 est à l'arrêt, le signal d'erreur présent en 29 est transmis dans l'état en 31 au sommateur  $S_3$ ; lorsqu'au contraire, le ventilateur 8 est en fonctionnement à sa vitesse nominale, le signal présent en 29 est multiplié avant d'être transmis sur la ligne 31 par un facteur fixe qui tient compte du refroidissement constant introduit dans l'enceinte 1 par le débit d'air neuf. Le circuit 29, 30, 31 réalise ainsi la commande de base qui assure au travers du sommateur  $S_3$  et de sa sortie 32 vers l'élément de chauffe 12 un réglage de base de cet élément 12 qui permet d'approcher la température régnant dans l'enceinte 1 de la valeur de consigne affichée en 27.

Conformément à l'invention, une boucle d'asservissement fin complémentaire permet de compléter le réglage de l'élément de chauffe 12 de la façon suivante: un second signal d'erreur construit à partir de l'écart entre les indications du capteur interne 25 et de la commande de température 27 est élaboré dans le sommateur  $S_2$  et transmis sur la ligne 33 au travers d'un réseau correcteur 34 à l'entrée 35 du sommateur  $S_3$ . Enfin, un dispositif de sécurité thermique 36 constitué de thermistances variables et reliées à l'élément de chauffe 12 transmettent sur la ligne 37 au sommateur  $S_3$  des indications concernant un dépassement éventuel de la température limite admissible pour l'élément chauffant 12 et qui se situe le plus souvent au voisinage de  $80^\circ\text{C}$  à  $120^\circ\text{C}$ . Ces indications présentes sur la ligne 37, viennent en soustraction dans le sommateur  $S_3$  des signaux présents aux entrées 31 et 35 de façon à diminuer la commande 32 de l'élément de chauffe 12 et à faire baisser sa température. Le sommateur  $S_3$  reçoit donc sur ses trois entrées 31, 35 et 37 des signaux de commande provenant respectivement de la commande de base, de l'asservissement complémentaire et de la sécurité thermique 36 pour élaborer finalement sur sa sortie 32 la commande du courant servant au chauffage de l'élément de chauffe 12.

Pour illustrer l'intérêt et le fonctionnement du dispositif de commande de la figure 3, on donnera ci-après un exemple chiffré qui permettra de mieux

comprendre les actions respectives de la commande de base et de la boucle d'asservissement.

Dans une installation comme celle de la figure 1, on peut admettre des pertes naturelles en énergie de  $5 \text{ W/}^\circ\text{C}$  d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'enceinte étanche 1.

Si on admet par conséquent une température de consigne interne de  $38^\circ\text{C}$  pour une température ambiante de  $20^\circ\text{C}$ , l'écart entre ces deux dernières températures est de  $18^\circ\text{C}$ , ce qui signifie qu'il faut une puissance de

$$5 \cdot 18 = 90 \text{ W}$$

pour maintenir les températures à leur valeur précédente.

Supposons d'abord que la boucle d'asservissement soit seule en jeu. Son gain d'asservissement dans l'exemple décrit est de l'ordre de  $50 \text{ W/}^\circ\text{C}$ , c'est-à-dire que pour chaque degré d'écart constaté entre le capteur 25 et la commande de température de consigne 27, elle engendre par le sommateur  $S_3$  un signal qui développe  $50 \text{ W}$  de chauffe dans l'élément 12. Pour développer alors dans ces conditions les  $90 \text{ W}$  nécessaires au chauffage de l'enceinte, il faudrait un signal d'erreur de

$$90 : 50 = 1,8^\circ\text{C}.$$

Ceci signifie que la température réelle dans l'enceinte 1 serait alors de  $18 - 1,8 = 16,2^\circ\text{C}$ .

Si l'on ajoute alors la boucle de commande 29, 30, 31, dont le gain est de l'ordre de  $4 \text{ W/}^\circ\text{C}$ , cette boucle va commander la puissance de:

$$4 \cdot 18 = 72 \text{ W}.$$

Dans ces conditions, la boucle d'asservissement ne travaillera plus que pour la commande de:

$$90 - 72 = 18 \text{ W}$$

et l'écart de température entre la consigne et l'intérieur ne sera plus que de:

$$18 : 50 = 0,36^\circ\text{C}$$

ce qui conduit à une régulation interne à la valeur de:

$$38 - 0,36 = 37,64^\circ\text{C}$$

et l'écart de température entre la température interne et la température de consigne est donc passé de:

$$1,8^\circ\text{C} \text{ à } 0,36^\circ\text{C}.$$

Cet exemple nous permet de comprendre que plus la boucle de commande 29, 30, 31 est efficace et précise en correspondance température-puissance, meilleure est la régulation de l'ensemble.

Sur la figure 4, on a montré enfin l'un des schémas possibles de réalisation de l'élément de chauffe 12 dans la canalisation 10 de recyclage d'air de l'enceinte étanche. Dans ce mode de réalisation, un certain nombre de transistors de puissance tels que 40, montés sur des plaquettes 41 sont munis de leurs ailettes de refroidissement 42. Chaque transistor 40 est alimenté au travers de sa résistance de polarisation 43. Les plaquettes 41 sont montées deux par deux face à face, dans la canalisation 10 dont elles constituent une partie des parois et les ailettes 42, léchées par l'air de recyclage qui circule dans cette

canalisation 10 servent à dissiper la chaleur produite par le passage dans les transistors 40 du courant déterminé par la commande de base de la boucle d'asservissement. Localement et à l'intérieur de chacun des boîtiers qui les renferment, les transistors 40 peuvent, en certains points, s'échauffer à l'intérieur jusqu'à une température de l'ordre de  $200^\circ\text{C}$ , mais les boîtiers correspondants ne dépassent pas  $120^\circ\text{C}$ , car des thermistances de protection montées sur des transistors 40 empêchent la température externe de ces boîtiers de dépasser  $120^\circ\text{C}$  ainsi qu'il a été expliqué à propos du schéma de la figure 3. L'avantage du mode de réalisation de la figure 4 réside dans le fait que les plaquettes 41 munies de leur transistor de puissance 40 et des ailettes de refroidissement 42 sont des éléments que l'on trouve dans le commerce et qui s'adaptent sur une canalisation 100 pour constituer l'élément de chauffe 12 à puissance voulue.

L'élément de chauffe 12 répond ainsi parfaitement à tous les critères de dissipation d'énergie à basse température et d'absence de points rouges pouvant provoquer des incendies imposés par la sécurité d'emploi d'installations conformes à l'invention.

Les chiffres précédemment donnés permettent de voir que les  $90 \text{ W}$  nécessaires au fonctionnement de cette installation permettent de recourir lors d'un transport sur véhicule routier à la batterie de ce véhicule sans problème particulier dès lors que celle-ci est soumise à une recharge permanente à partir d'énergie prélevée sur la rotation du moteur du véhicule.

## Revendications

1. Isolateur pour le confinement et le transport en atmosphère stérile d'êtres humains, et notamment de nouveau-nés (2), comportant une enceinte bactériologiquement étanche (1), ventilée par une circulation forcée d'air frais mise en mouvement par un premier ventilateur (8) au travers d'un filtre absolu d'entrée (6) et d'un filtre absolu de sortie (7) des dispositifs de transfert rapide et étanche avec l'extérieur (9) pour le transfert d'objets matériels, des dispositifs d'intervention également étanches (17-18) dont certains font partie intégrante de la paroi de l'enceinte (1), caractérisé en ce qu'il comporte, entre l'entrée et la sortie d'air frais, une dérivation (10) munie d'un second ventilateur (11) et d'un élément de chauffe à température variable (12), limitée automatiquement à une valeur maximale de l'ordre de  $120^\circ\text{C}$ , de façon à créer un réchauffage et une régulation à une température de consigne de l'atmosphère interne par recyclage partiel de celle-ci, la totalité de l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'installation étant fournie par une batterie d'accumulateurs autonome (14) pouvant être celle du véhicule de transport.

2. Isolateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les vitesses de rotation du premier (8) et du second (9) ventilateurs sont maintenues à des valeurs constantes préchoisies et en ce que la température de consigne de l'atmosphère de l'enceinte (1) est obtenue en réglant la température de l'élément de

chauffe (12) simultanément à l'aide d'une part d'une commande de base (29, 30, 31) tenant compte de l'écart entre les températures externe et de consigne et de l'état de fonctionnement ou de repos du premier ventilateur (8) et, d'autre part, d'une boucle d'asservissement complémentaire (33, 35) dont le signal d'erreur est élaboré à partir de l'écart entre les températures interne et de consigne.

3. Isolateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'élément de chauffe (12) est constitué par des transistors de puissance (40) parcourus par un courant réglé par la commande de base (29, 30, 31) et la boucle d'asservissement (33, 35) et dont les ailettes de refroidissement (42) baignent dans la dérivation (10) de recyclage d'air.

4. Isolateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'élément de chauffe (12) est équipé de thermistances variables avec la température et qui en cas de besoin diminuent automatiquement le courant dans les transistors de puissance (40) de façon à limiter la température de l'élément de chauffe à une valeur maximale de l'ordre de 80°C à 120°C.

5. Isolateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un casque (20) alimenté depuis l'extérieur de l'enceinte étanche (1) et dont on recouvre, de façon non étanche, la tête d'un patient (2), pour conditionner la nature et/ou le degré hygrométrique de l'atmosphère qu'il respire, la partie consommée de cet atmosphère étant, au moins en partie, rejetée directement dans l'enceinte (1).

## Claims

1. Isolation means for the confinement and transport in a sterile atmosphere of human beings, especially of new born infants (2), comprising: a bacteriologically-sealed enclosure (1), ventilated by a forced circulation of fresh air produced by a first fan (8) through an ultimate inlet filter (6) and an ultimate outlet filter (7), transfer means for rapid and gas-tight transfer of material objects with the exterior (9), intervention means (17-18) which are also gas-tight some of which form an integral part of the walls of the enclosure (1), characterized in that it comprises, between the fresh air inlet and outlet, a by-pass (10) having a second fan (11) and a variable-temperature heating element (12), automatically limited to a maximum value of the order of 120°C, whereby to produce heating and control of the initial temperature of the internal atmosphere by partial recycling, the total energy necessary for operation of the installation being provided by a battery of independent accumulators (14) which may be those of a transport vehicle.

2. Isolator according to claim 1, characterized in that the speeds of rotation of the first (8) and the second (9) fans, are held at preselected constant values, and in that the chosen temperature of the atmosphere of the enclosure (1) is obtained by controlling the temperature of the heating element (12) simultaneously with the aid, on the one hand, of a base control (29, 30, 31) taking account of the difference between the external and the chosen temperatures and of the state of operation or non-operation of the

first fan (8), and on the other hand, of a complementary closed servo loop (33, 35) whose error signal is generated according to the difference between the internal and chosen temperatures.

3. Isolator according to claim 2, characterized in that the heating element (12) comprises power transistors (40) through which passes a current regulated by the base control (29, 30, 31) and the servo loop (33, 35) and cooling fins (42) with the air-recycling by-pass (10).

4. Isolator according to claim 3, characterized in that the heating element (12) has temperature-variable thermistances, which, when necessary, automatically decrease the current in the power transistors (40) whereby to limit the temperature of the heating element to a maximum value of the order of 80°C to 120°C.

5. Isolator according to claim 1, characterized in that it additionally comprises a helmet (20) fed from externally of the sealed enclosure (1) and which covers the head of the patient (2) in non-sealed manner, to control the nature and/or the humidity of the atmosphere which he breathes, the portion of said atmosphere that is breathed out being at least partially vented into the enclosure (1).

## Patentansprüche

1. Isolator zum Einschliessen und Transportieren von Menschen in steriler Umgebung, insbesondere von Neugeborenen (2), mit einer bakteriologisch dichten Kammer (1), die durch erzwungene Zirkulation frischer Luft belüftet wird, welche durch einen ersten Ventilator (8) durch ein absolutes Einlassfilter (6) und ein absolutes Auslassfilter (7) hindurch bewegt wird, mit Vorrichtungen zur schnellen und dichten Überführung von materiellen Gegenständen, mit ebenfalls dichten Eingriffsvorrichtungen (17-18), von denen gewisse einen Bestandteil der Wand der Kammer (1) bilden, dadurch gekennzeichnet, dass der Isolator zwischen dem Einlass und dem Auslass für die frische Luft eine Umleitung (10) aufweist, die mit einem zweiten Ventilator (11) und einem Heizelement mit veränderbarer Temperatur (12), die automatisch auf einen Maximalwert in der Größenordnung von 120°C beschränkt ist, ausgerüstet ist derart, dass eine Wiedererwärmung und eine Regelung auf eine Solltemperatur der inneren Atmosphäre durch teilweises Zurückführen derselben geschaffen wird, wobei die gesamte notwendige Energie für den Betrieb der Einrichtung von einer unabhängigen Akkumulatorbatterie (14) lieferbar ist, welche diejenige des Transportfahrzeuges sein kann.

2. Isolator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehgeschwindigkeiten des ersten (8) und des zweiten (9) Ventilators auf konstanten, vorgewählten Werten gehalten werden und dass die Solltemperatur der Atmosphäre der Kammer (1) dadurch erhalten wird, dass die Temperatur des Heizelementes (12) gleichzeitig mittels einerseits einer Basisregelung (29, 30, 31), die den Unterschied zwischen der Aussentemperatur und der Solltemperatur sowie den Betriebs- oder Ausserbetriebszustand des ersten Ventilators (8) berücksichtigt, und

andererseits mittels eines zusätzlichen, feinen Regelkreises (33, 35) geregelt wird, dessen Fehlersignal aufgrund des Unterschiedes zwischen der inneren Temperatur und der Solltemperatur bestimmt wird.

3. Isolator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement (12) von Leistungstransistoren (40) gebildet ist, die von einem durch die Basisregelung (29, 30, 31) und den Regelkreis (33, 35) geregelten Strom durchflossen werden und deren Kühlrippen (42) in der Umleitung (10) von der rückgeführten Luft umstrichen werden.

4. Isolator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement (12) mit temperatur-

abhängigen Thermistoren ausgerüstet ist, die im Bedarfsfall selbsttätig den Strom in den Leistungstransistoren (40) derart verringern, dass die Temperatur des Heizelementes auf einen maximalen Wert in der Größenordnung von 80°C bis 120°C begrenzt ist.

5. Isolator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner einen Helm (20) umfasst, der von ausserhalb der dichten Kammer (1) versorgt wird und der in nicht dichter Weise den Kopf eines Patienten (2) bedeckt, um die Art und/oder das Mass der Feuchtigkeit der Atmosphäre, die jener einatmet, zu regeln, wobei der verbrauchte Anteil dieser Atmosphäre wenigstens teilweise unmittelbar in die Kammer (1) abgegeben wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

8

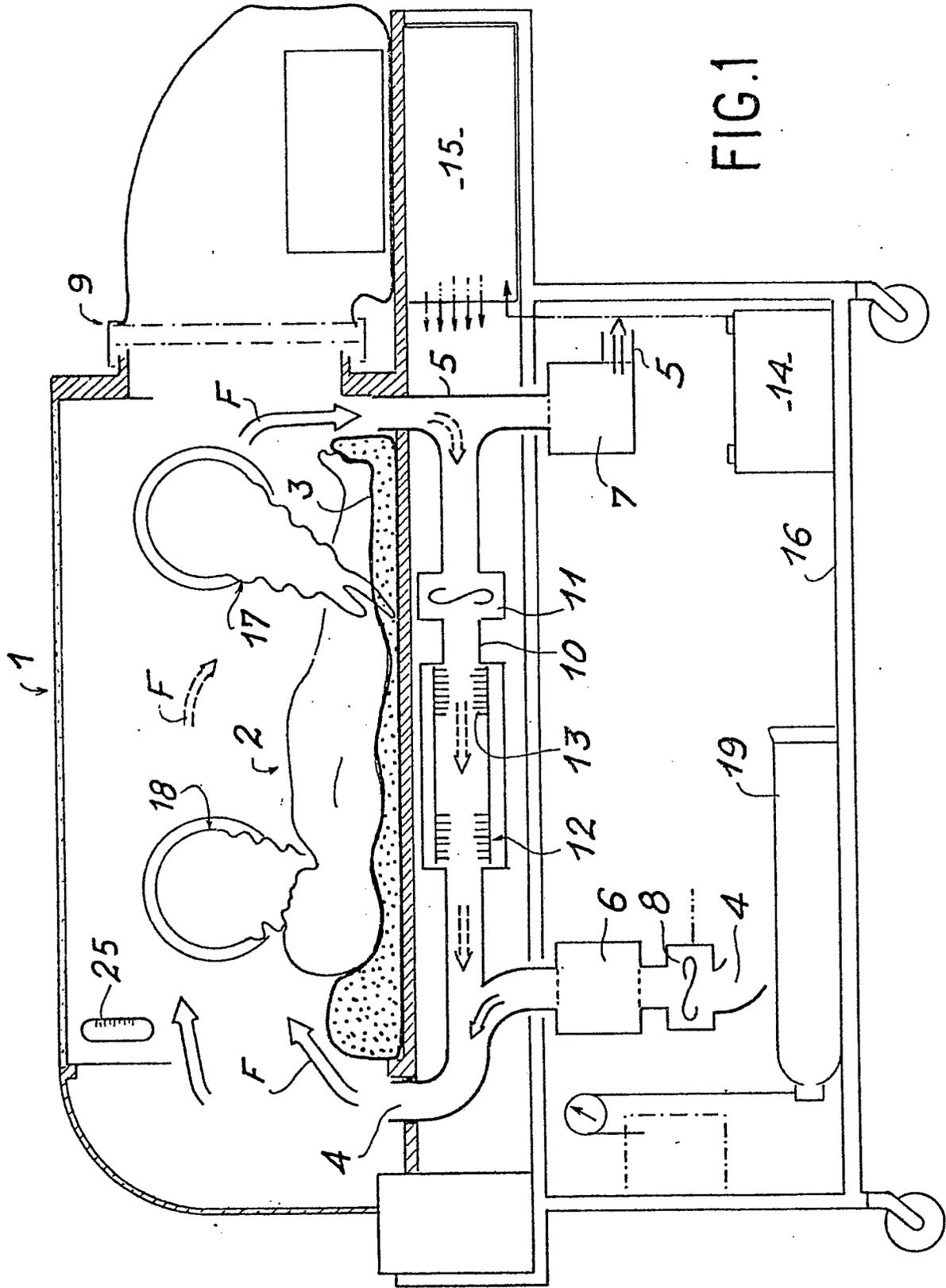


FIG.1

