



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**21.06.2000 Bulletin 2000/25**

(51) Int Cl.7: **B61D 27/00**

(21) Numéro de dépôt: **99403098.9**

(22) Date de dépôt: **09.12.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **18.12.1998 FR 9816054**

(71) Demandeurs:  
 • **Regie Autonome des Transports Parisiens RATP**  
**75599 Paris Cedex 12 (FR)**  
 • **Centre d'Etudes Techniques et d'Inventions**  
**CETI**  
**92150 Suresnes (FR)**

(72) Inventeurs:  
 • **Bozetty, Patrick**  
**77410 Villevaude (FR)**  
 • **Thomas, Thierry**  
**93120 La Courneuve (FR)**  
 • **Ragueneau, Jean-Pierre**  
**75014 Paris (FR)**  
 • **Le Gal, Hervé**  
**78570 Andresy (FR)**  
 • **Desboeufs, Roland**  
**98190 Goussainville (FR)**

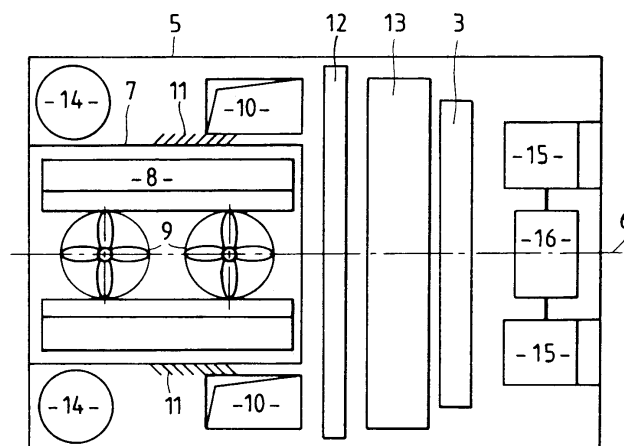
(74) Mandataire: **Farges, Roger et al**  
**c/o Cabinet Lavoix,**  
**2, Place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(54) **Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule, et véhicule pour la mise en oeuvre de ce procédé**

(57) Des courants d'air extérieur et intérieur au véhicule sont mélangés et la température du mélange est mesurée pour activer en fonction de celle-ci sélectivement des éléments d'une installation de ventilation. Ainsi, selon la température, un ou deux compresseurs (14) ou un réchauffeur (3) peuvent être actionnés ; des ventilateurs (15) soufflent l'air provenant d'un échangeur dans une gaine haute vitesse puis une gaine faible

vitesse ; la gaine faible vitesse est équipée de diffuseurs à induction insufflant l'air dans le véhicule ; une partie de l'installation est logée dans un caisson (5) disposé entre le plafond et la toiture du véhicule lequel comporte par exemple deux installations et ainsi un caisson (5) à chaque extrémité.

Utilisation possible sur les voitures de chemins de fer métropolitains.



**FIG.2**

## Description

[0001] L'invention concerne un procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans des véhicules notamment de transport en commun, et plus particulièrement les voitures des rames des chemins de fer, par exemple des chemins de fer dits métropolitains ; elle concerne également un véhicule pour la mise en oeuvre de ce procédé.

[0002] En effet, la ventilation des voitures des rames des chemins de fer métropolitains doit respecter un certain nombre de normes dont certaines sont récentes. En particulier les voitures doivent être ventilées au moyen d'air ayant un débit d'au moins 25 m<sup>3</sup> par heure et par passager en air extérieur nécessitant l'apport de 15 m<sup>3</sup> par heure et par passager d'air intérieur.

[0003] De plus, les chemins de fer métropolitains fonctionnent dans des conditions qui rendent difficile l'utilisation dans les voitures, des techniques de ventilation mises en oeuvre dans les voitures des chemins de fer classiques.

[0004] Tout d'abord, les rames des chemins de fer métropolitains desservent un parcours en grande partie en tunnel où les conditions climatiques sont stables, avec en alternance des passages brusques à l'extérieur où les conditions sont très différentes. En outre, la densité d'occupation des voitures est très variable d'un instant à l'autre, et parfois un grand nombre de passagers sont en station debout, la tête proche du plafond.

[0005] A priori, la mise en oeuvre d'une installation de conditionnement d'air semble donc souhaitable.

[0006] Cependant, cette solution consistant à maintenir des conditions intérieures approximativement constantes se révèle difficilement envisageable, à cause de la fréquence de l'ouverture des portes (en moyenne toutes les 90 secondes environ), et de la durée de cette ouverture (en moyenne une quinzaine de secondes).

[0007] Aussi, il apparaît que la solution la plus appropriée est de s'attacher plutôt à assurer la qualité de ce qui est directement sensible pour le passager, à savoir l'air introduit, au moyen de diffuseurs, dans la voiture.

[0008] Naturellement, la température de l'air insufflé au niveau du visage des personnes les plus proches de l'origine du jet ne doit pas leur créer de sensation désagréable et en particulier de froid et de vitesse en comparaison de l'air ambiant, et la température du jet doit être perçue par le passager comme étant pratiquement constante.

[0009] Par ailleurs, compte tenu, sur une même ligne de chemin de fer métropolitain, de la succession de tronçons en tunnel et de tronçons aériens, et de la section nécessairement restreinte des tunnels en milieu urbain, due à la densité des équipements souterrains des villes, les dimensions des voitures en section transversale sont réduites autant qu'il est possible. Comme de plus, toujours à cause de la densité des équipements souterrains des villes, certaines courbes doivent présenter un

très faible rayon, la longueur des voitures doit être également réduite. La nécessité d'un espace raisonnable pour chaque passager, eu égard au nombre de passagers à transporter dans une rame, exige donc de consacrer la plus grande partie du volume de celle-ci au transport des personnes, et de réduire l'espace consacré aux équipements, notamment de traitement de l'air, que cet espace consacré aux équipements soit pris sur la longueur ou sur la section des voitures.

[0010] Ainsi, la présente invention vise à créer un procédé de conditionnement et de diffusion d'air efficace, et à loger une ou plusieurs installations de mise en oeuvre de ce procédé dans un espace ou des espaces restreint(s) s'étendant longitudinalement par rapport à la voiture et présentant en section transversale une largeur de l'ordre de 1,4 m et une hauteur à peine supérieure à une vingtaine de centimètres, avec dans certaines zones une tolérance pour atteindre une hauteur d'environ 35 cm, l'espace dévolu à l'installation étant localisé à la partie supérieure de la voiture et plus particulièrement entre le plafond et la toiture de celle-ci.

[0011] L'invention vise aussi à diffuser le long de chaque voiture, une quantité d'air par unité de surface qui soit sensiblement constante, avec une vitesse approximativement constante, et une capacité également pratiquement constante d'induction d'air intérieur, cela afin de constituer un mélange à une température acceptable pour les passagers debout à proximité des organes de diffusion (visage à une trentaine de centimètres du diffuseur), cette température ne s'écartant pas de plus de 4°C environ de la température ambiante de la voiture.

[0012] A cette fin, l'invention consiste en un procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant un appareillage de refroidissement d'air comprenant au moins deux compresseurs, caractérisé en ce que l'on forme au moins un courant d'air provenant de l'intérieur et au moins un courant d'air provenant de l'extérieur du véhicule, on mélange ces courants d'air, on mesure en permanence ou par intervalles la température de l'air mélangé, et, si la température est au moins égale à une première valeur on met en fonctionnement un compresseur de l'appareillage de refroidissement puis si la température descend à une valeur égale ou inférieure à une deuxième valeur inférieure à la première on arrête le compresseur, mais si la température continue à monter au moins jusqu'à une troisième valeur supérieure à la première on met en fonctionnement un autre compresseur de l'appareillage de refroidissement puis si la température descend au dessous d'une quatrième valeur comprise entre la première et la troisième on arrête cet autre compresseur.

[0013] Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'assurer un rafraîchissement des voitures sans provoquer de chocs thermiques pour les passagers, et de faire fonctionner efficacement le procédé sur une large plage de températures extérieures.

[0014] Le procédé peut de plus présenter une ou plu-

sieurs des caractéristiques suivantes :

- dans une installation de ventilation comportant un dispositif de réchauffage de l'air mélangé, si la température mesurée est inférieure à une cinquième valeur inférieure à la deuxième valeur on met en fonctionnement le dispositif de réchauffage de l'air mélangé puis si la température atteint au moins une sixième valeur comprise entre la cinquième valeur et la deuxième valeur on arrête le fonctionnement du dispositif de réchauffage ;
- dans un véhicule destiné à transporter des passagers, on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et dont le débit est au moins égal à 25 m<sup>3</sup> par heure et par passager, et d'air provenant de l'intérieur du véhicule ;
- dans un véhicule destiné à transporter des passagers, on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et d'air provenant de l'intérieur du véhicule, le débit d'air mélangé étant au moins égal à 40 m<sup>3</sup> par heure et par passager ;
- on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule dont le débit est au moins égal à 3000 m<sup>3</sup> par heure et d'air provenant de l'intérieur du véhicule ;
- on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et d'air provenant de l'intérieur du véhicule, le débit d'air mélangé étant au moins égal à 4800 m<sup>3</sup> par heure ;
- dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant des diffuseurs pour diffuser chacun une partie de l'air mélangé, les diffuseurs comportant un col de sortie d'air mélangé, la vitesse de l'air sortant, mesurée au col des diffuseurs, est comprise environ dans la gamme de 4,5 m/s à 5,5 m/s ;
- dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant des diffuseurs à induction pour diffuser chacun une partie de l'air mélangé, pour chaque diffuseur, l'air diffusé est mélangé à de l'air ambiant avec un taux d'induction d'environ 50%.

**[0015]** L'invention concerne également un véhicule pour la mise en oeuvre du procédé, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une installation de ventilation comprenant des moyens d'introduction d'air intérieur au véhicule en vue de former au moins un courant d'air entrant intérieur, des moyens d'introduction d'air extérieur au véhicule en vue de former au moins un courant d'air entrant extérieur, un dispositif mélangeur pour mélanger ces courants entrants et former un courant d'air mélangé, un appareillage de refroidissement d'air mélangé comportant un échangeur-évaporateur par où transite l'air mélangé et des compresseurs fonctionnant sélectivement pour coopérer avec l'échangeur-évaporateur en

réponse à la température de l'air mélangé détectée par un capteur disposé en amont de l'échangeur-évaporateur de telle sorte qu'en fonction de cette température aucun compresseur ne fonctionne ou seulement l'un d'entre eux ou tous les compresseurs simultanément, et des dispositifs de soufflage pour transmettre l'air mélangé qui a transité dans l'appareillage de refroidissement à au moins une gaine de circulation d'air mélangé.

**[0016]** Le véhicule peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- l'installation de ventilation comporte un dispositif de réchauffage monté en aval de l'échangeur-évaporateur, par où transite l'air mélangé, et fonctionnant sélectivement en réponse à la température de l'air mélangé détectée par le capteur disposé en amont de l'échangeur-évaporateur ;
- l'installation de ventilation est logée partiellement dans un caisson implanté entre le plafond et la toiture du véhicule, ce caisson comportant un coffret dans lequel sont logés des condenseurs et des moto-ventilateurs de l'appareillage de refroidissement et dont des parois comportent des ouvertures d'entrée d'air extérieur, et le caisson renferme, hors du coffret, l'échangeur-évaporateur et les compresseurs de l'appareillage de refroidissement, un dispositif de réchauffage d'air, et les dispositifs de soufflage comprenant des ventilateurs ainsi que leur moteur d'entraînement, ce caisson comportant au moins une paroi munie d'au moins une trappe de reprise d'air intérieur au véhicule ;
- le caisson est approximativement centré par rapport à un plan vertical qui est un plan central longitudinal du véhicule, et le coffret est disposé à une extrémité du caisson en direction longitudinale et est centré par rapport au caisson en direction transversale ;
- dans le coffret, des condenseurs de forme allongée s'étendent dans la direction longitudinale du véhicule le long des parois latérales du coffret, et des moto-ventilateurs sont disposés entre les condenseurs et présentent un axe central disposé verticalement, et les compresseurs ainsi que les trappes de reprise d'air sont disposés de part et d'autre du coffret ;
- l'échangeur-évaporateur est disposé dans le caisson au voisinage d'une extrémité du coffret, et les dispositifs de soufflage sont disposés à l'opposé du coffret dans le caisson ;
- l'installation comporte des gaines de circulation de l'air mélangé comprenant au moins une gaine haute vitesse dans laquelle les dispositifs de soufflage soufflent l'air mélangé et au moins une gaine faible vitesse raccordée à la gaine haute vitesse pour en recevoir l'air mélangé, et la gaine faible vitesse comporte des diffuseurs à induction ;
- la gaine faible vitesse est disposée sur la gaine haute vitesse, à laquelle elle est accolée, et comporte

deux parois inférieures latérales s'étendant le long de voussoirs du véhicule, les diffuseurs à induction étant portés par ces parois inférieures, le long de laquelle ils s'étendent en au moins une rangée par paroi inférieure latérale ;

- chaque paroi inférieure de gaine basse vitesse comporte deux rangées longitudinales de diffuseurs dont l'axe longitudinal est incliné par rapport à la verticale, les diffuseurs d'une rangée étant orientés pour souffler l'air vers une paroi latérale du véhicule et ceux de l'autre rangée pour souffler l'air vers un couloir central du véhicule ;
- le véhicule comporte deux installations de ventilation, comportant chacune un caisson dans lequel sont logés des éléments de l'installation et notamment l'appareillage de refroidissement, à une extrémité respective du véhicule.

**[0017]** On notera que la température intérieure des voitures n'est pas directement contrôlée et commandée, et peut varier en fonction de l'occupation de l'espace, tout en restant à l'intérieur d'une plage confortable pour les passagers. Cette possibilité de ne pas contrôler et commander la température intérieure n'est possible qu'avec une diffusion performante.

**[0018]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'une forme de réalisation de l'invention donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique de fonctionnement d'une installation de production et de diffusion d'air équipant un véhicule selon l'invention,
- la figure 2 est un schéma d'implantation d'une partie des éléments de cette installation en vue de dessus,
- la figure 3 est une vue de côté d'une partie des éléments de la figure 2,
- la figure 4 est un diagramme montrant le mode de fonctionnement de l'installation des figures 1 à 3, et
- la figure 5 est une section schématique d'une autre partie de l'installation, selon un plan s'étendant transversalement au véhicule.

**[0019]** L'installation dont le schéma général de fonctionnement est représenté sur la figure 1 est destinée à mélanger dans un dispositif 1 tel qu'un collecteur, un courant d'air prélevé à l'intérieur du véhicule et un courant d'air provenant de l'extérieur, pour former un courant d'air mélangé qui est amené dans un appareillage de refroidissement 2 puis un dispositif de réchauffage 3 et est soufflé par des dispositifs de soufflage 4 dans des gaines de circulation ; on notera que le dispositif de réchauffage 3 est indépendant de l'installation de chauffage général de la voiture.

**[0020]** A titre d'exemple, pour une voiture de chemin de fer métropolitain, le débit du courant d'air intérieur («

air repris ») destiné à jouer le rôle de tampon thermique est de l'ordre de 1800 m<sup>3</sup>/h, le débit du courant d'air extérieur (« air neuf ») est de l'ordre de 3000 m<sup>3</sup>/h, et le débit d'air mélangé donc d'air traité et ensuite soufflé, environ de 4800 m<sup>3</sup>/h, pour obtenir un refroidissement de 20000 fg/h environ.

**[0021]** On peut noter que bien que l'air mélangé parcoure toujours l'appareillage de refroidissement 2 et le dispositif de réchauffage 3, l'un ou/et l'autre peuvent, en fonction des conditions climatiques, ne pas être en fonctionnement, l'expression « air traité » signifiant simplement qu'il s'agit de l'air sortant de l'ensemble constitué par l'appareillage de refroidissement et le dispositif de réchauffage, même si aucun traitement réel n'a été effectué et si la température de l'air à la sortie est la même qu'à l'entrée.

**[0022]** La partie amont de l'installation, depuis les moyens qui permettent d'introduire l'air repris et l'air neuf jusqu'aux dispositifs de soufflage inclus, est constituée sous la forme d'une unité de traitement logée dans un caisson 5 implanté entre le plafond et la toiture du véhicule et gérée par une unité électrique de commande ; cette unité de traitement est représentée schématiquement sur les figures 2 et 3 montrant l'implantation des divers éléments permettant de respecter les caractéristiques dimensionnelles évoquées plus haut, imposées par un cahier des charges.

**[0023]** Le caisson 5 dans lequel est logée l'unité de traitement est approximativement centré par rapport à un plan vertical 6 qui est le plan central longitudinal du véhicule, ici une voiture de chemin de fer métropolitain ; ce caisson comporte un coffret 7 disposé à l'une de ses extrémités en direction longitudinale et également centré en direction transversale, contenant des condenseurs 8 et des moto-ventilateurs 9 de refroidissement des condenseurs appartenant à l'appareillage de refroidissement 2 comme on le verra dans la suite.

**[0024]** Deux trappes de reprise 10 de section calibrée, disposées dans la paroi inférieure du caisson 5 de chaque côté de celle-ci, sont destinées à introduire de l'air intérieur au véhicule dans l'installation et transmettre cet air repris au dispositif mélangeur 1.

**[0025]** Deux grilles pare-pluie 11 ouvertes sur l'extérieur du véhicule et équipant les parois latérales du coffret 7 sont destinées à introduire de l'air extérieur dans l'installation et à le transmettre également à ce dispositif 1.

**[0026]** La sortie du dispositif mélangeur 1 est reliée à l'appareillage de refroidissement 2 par l'intermédiaire d'un dispositif de filtrage 12 raccordé à un échangeur-évaporateur 13 appartenant également à l'appareillage de refroidissement 2.

**[0027]** L'échangeur-évaporateur 13 est du type à vaporisation de fluide frigorigène (par exemple celui connu sous la référence R134a) ; ce fluide frigorigène est comprimé dans des compresseurs 14 disposés de part et d'autre du coffret 7, à proximité de l'extrémité du caisson 5.

**[0028]** L'échangeur-évaporateur 13 est approximativement centré par rapport au véhicule lorsque l'on considère la direction transversale de celui-ci et s'étend approximativement symétriquement de part et d'autre du plan central 6 au voisinage de l'extrémité du coffret 7 opposée à son extrémité commune avec le caisson 5, dont il est séparé par le dispositif de filtrage 12.

**[0029]** La sortie d'air de l'échangeur-évaporateur 13 est reliée à l'entrée du dispositif de réchauffage 3 lui-même centré de la même manière dans le véhicule, le coffret 7 et le dispositif de réchauffage 3 étant disposés de part et d'autre de l'échangeur-évaporateur 13.

**[0030]** La sortie d'air du dispositif de réchauffage 3 est reliée à des ventilateurs de soufflage 15 appartenant aussi aux dispositifs de soufflage 4, placés de part et d'autre du plan central 6 et entraînés par un moteur 16 commun disposé entre eux en étant axé sur ce plan 6, à l'opposé du coffret 7 dans le caisson 5 ; les ventilateurs 15 sont montés en entrée de gaines de circulation s'étendant le long du véhicule, dans le plafond de celui-ci comme on le verra dans la suite.

**[0031]** Dans cette installation, des courants d'air intérieur et extérieur sont formés et mélangés, et l'air mélangé est filtré, aspiré au travers de l'échangeur-évaporateur 13 au contact duquel il peut se refroidir, puis du dispositif de réchauffage 3 au contact duquel en alternative il peut se réchauffer, en fonction de sa température initiale, et enfin propulsé par les ventilateurs de soufflage 15 dans les gaines de circulation.

**[0032]** Selon l'invention, l'appareillage de refroidissement 2 comporte plusieurs groupes frigorifiques, ici deux groupes identiques ou de même puissance pouvant être actionnés de telle sorte qu'un seul soit en fonctionnement ou les deux simultanément afin d'obtenir deux « niveaux » de réfrigération. L'installation possède donc quatre « niveaux » de fonctionnement : un niveau de ventilation simple, deux niveaux de réfrigération, et un niveau de réchauffage.

**[0033]** En cas de fonctionnement de l'appareillage de refroidissement 2, la chaleur perdue par l'air et transférée au fluide frigorigène doit être évacuée vers l'extérieur ; cette évacuation s'effectue au niveau du coffret 7, dans lequel le fluide frigorigène évaporé est condensé au moyen des condenseurs 8 au travers desquels circule de l'air de refroidissement aspiré par les moto-ventilateurs 9.

**[0034]** Comme l'appareillage de refroidissement comporte deux groupes frigorifiques, deux compresseurs 14 hermétiques sont disposés respectivement de part et d'autre du coffret 7, et celui-ci contient deux condenseurs 8 et deux moto-ventilateurs 9, chaque groupe frigorifique comprenant un compresseur et un condenseur fonctionnant en association avec les moto-ventilateurs. Les deux condenseurs 8, de forme allongée, s'étendent dans la direction longitudinale du plan central 6, le long des parois latérales du coffret 7 ; les deux moto-ventilateurs 9 sont disposés entre les condenseurs et ont leur axe central disposé verticalement dans le

plan central 6, l'un étant à proximité de l'extrémité du coffret qui est proche du dispositif de filtrage 12 et l'autre à proximité de l'extrémité opposée qui est à une extrémité du caisson 5. Afin que la ventilation soit efficace, les condenseurs 8 sont à proximité de la base, évasée vers l'extérieur, des ventilateurs 9, et latéralement inclinés vers le bas en direction des parois latérales du coffret 7. Les axes centraux respectifs des compresseurs 14 sont eux mêmes verticaux de part et d'autre du coffret. Pour être étanches vis-à-vis des intempéries et des projections des installations de lavage des voitures, le coffret 7 comporte une double enveloppe ; cette double enveloppe est munie de larges ouvertures vers l'extérieur pour permettre l'important débit d'air nécessaire au refroidissement (environ 4000 m<sup>3</sup>/h), disposées par exemple en chicanes.

**[0035]** L'évacuation des eaux de pluie est assurée par deux canalisations latérales d'une cinquantaine de millimètres de diamètre partant de l'avant du coffret et venant traverser verticalement son fond pour se piquer sur le dispositif d'évacuation de la voiture (non représentés).

**[0036]** Egalement, le refroidissement de l'air au travers de l'échangeur-évaporateur 13 s'accompagne d'un phénomène de condensation sur les parois froides (ailettes de l'évaporateur) ; les condensats sont recueillis dans un bac en tôle servant de support à l'évaporateur et sont évacués par deux conduits latéraux venant se piquer sur les évacuations du caisson à condenseur. Un système à siphon est nécessaire pour assurer l'écoulement des condensats en compensant la dépression qui règne à l'intérieur (cette dépression étant de l'ordre d'une quarantaine de millimètres de colonne d'eau) ; ces éléments dont la conception est à la portée de l'homme de métier ne sont pas représentés sur les dessins.

**[0037]** Cet agencement est rendu extrêmement compact afin que l'installation logée dans le plafond de la voiture ne soit pas proche de la voûte du tunnel à un point tel que l'introduction d'air soit entravée.

**[0038]** Le dispositif de réchauffage 3 est à résistance (s) électrique(s).

**[0039]** L'unité électrique de commande (non représentée) gère le fonctionnement de l'unité de traitement en fonction de mesures de température. Plus précisément, un capteur de température (non représenté) placé en amont de l'échangeur-évaporateur 13 pour mesurer soit en permanence soit à intervalles réguliers ou non la température de l'air mélangé (air neuf + air repris), est relié électriquement à l'unité de commande pour lui transmettre des informations.

**[0040]** Le procédé de fonctionnement que l'on met en oeuvre est le suivant (diagramme de la figure 4) :

**[0041]** Si l'on mesure une température d'air mélangé inférieure à une valeur  $T_{e1}$  ici égale à 13° C, on met en fonctionnement le dispositif de réchauffage 3, dont on interrompt le fonctionnement seulement si la température s'élève au moins à une température  $T_{d1}$  ici égale

à 15° C.

**[0042]** Si l'on mesure une température d'air mélangé égale ou supérieure à une valeur  $T_{e2}$  ici égale à 21° C, on met en route un premier compresseur de circuit frigorifique ; si le refroidissement est suffisant, la température dans le véhicule diminue suffisamment pour que la température de l'air mélangé diminue également. Si l'on atteint une température égale ou inférieure à une valeur  $T_{d2}$  ici égale à 19° C, on arrête le compresseur de ce groupe frigorifique. On ne remet le compresseur en fonctionnement que si la température de l'air mélangé atteint à nouveau la valeur  $T_{e2}$  égale à 21° C.

**[0043]** Si le fonctionnement de ce groupe n'empêche pas l'élévation de la température de l'air mélangé, lorsque l'on mesure une température égale ou supérieure à une valeur  $T_{e3}$  ici de 25° C, on met en service le deuxième compresseur, et on arrête ce compresseur lorsque la température de l'air mélangé redescend à une valeur ou sous une valeur  $T_{d3}$  ici de 23° C.

**[0044]** Ce mode de fonctionnement d'une installation par laquelle sont prélevés environ 1500 m<sup>3</sup>/h d'air neuf et 900 m<sup>3</sup>/h d'air repris permet ainsi d'injecter dans une voiture de chemin de fer métropolitain comportant deux installations de ce type, environ 40 m<sup>3</sup> d'air mélangé par heure et par passager autour de 20° C dans une large gamme de températures ambiantes.

**[0045]** Le transfert de l'air « traité », pour être suffisamment rapide et assurer des débits constants le long des voitures, est réalisé au moyen d'un système de gaines de circulation (figure 5) s'étendant comme on l'a vu sur la longueur du véhicule de préférence dans le plafond de celui-ci ; l'air traité est injecté dans l'espace à ventiler au moyen de diffuseurs à fort pouvoir d'induction. Le débit étant important, selon l'invention, il a été trouvé avantageux de concevoir un transfert à haute vitesse avec détente avant diffusion.

**[0046]** A cette fin, à la sortie du caisson 7, les ventilateurs de soufflage 15 insufflent l'air dans une gaine haute vitesse 17 approximativement centrée dans le sens de la largeur du véhicule et sur laquelle est disposée une gaine basse vitesse 18 dont une partie de la paroi inférieure est superposée ou commune avec la paroi supérieure de la gaine haute vitesse 17, les deux gaines communiquant par des ouvertures centrales 19 se succédant le long de la voiture. Tandis que la gaine haute vitesse 17 présente intérieurement une section transversale approximativement rectangulaire, la gaine basse vitesse 18 présente une section en U retourné et ses deux parois inférieures 20 s'étendant latéralement le long des voussours du plafond du véhicule sont munies de groupes de diffuseurs 21, comme on l'a vu à induction ; la détente du mélange assure un bon équilibre du débit et la perte de charge une répartition homogène de l'air, tandis que grâce au fait que les diffuseurs 21 sont à induction, le jet d'air soufflé peut être relativement froid car il se mélange intimement rapidement avec une grande quantité d'air ambiant ; à titre d'exemple, le flux de sortie de chaque diffuseur d'air se

mélange à de l'air ambiant avec un taux d'induction d'environ 50%, et les diffuseurs étant à 2,10 m du sol du véhicule, l'air insufflé n'est plus ressenti en tant que tel déjà à 1,8 m du sol.

**[0047]** Grâce à la structure adoptée, on obtient une vitesse au col du diffuseur importante, supérieure aux valeurs prescrites par la norme NFF 13010, conférant un pouvoir d'induction élevé.

**[0048]** Chaque paroi inférieure latérale 20 de la gaine basse vitesse 18 comporte deux rangées longitudinales de diffuseurs 21 régulièrement espacés dont l'axe longitudinal est incliné par rapport à la verticale ; ici, les diffuseurs de la rangée la plus éloignée du plan central longitudinal 6 sont orientés pour insuffler l'air vers les parois latérales de la voiture en léchant la surface des voussours en la balayant sur la distance la plus longue possible, et ceux de la rangée la plus proche de ce plan vertical pour insuffler l'air vers le couloir central de celle-ci.

**[0049]** Les diffuseurs 21 peuvent être des cylindres en aluminium ou en alliage d'aluminium, et l'inclinaison de leur axe central par rapport à la verticale est d'au moins 45° ; les parois inférieures latérales 20 de la gaine basse vitesse 18 sur lesquelles ils sont montés sont constituées de tôles perforées démontables pour faciliter l'entretien. Afin d'assurer la ventilation souhaitée, le débit total est de 200 à 250 m<sup>3</sup> par heure et par mètre linéaire, avec une vitesse au col comprise environ dans la gamme de 4,5 m/s à 5,5 m/s ; le niveau sonore qui en résulte est sensiblement inférieur à 60dbA, de l'ordre de 50 dbA.

**[0050]** Grâce à la proportion choisie pour les composants de l'air mélangé et particulièrement au grand débit d'air « froid », et aux températures choisies pour le fonctionnement de l'installation, l'air insufflé dans le véhicule dans les conditions climatiques habituelles peut être à une température de l'ordre de 20° C, ce qui permet de l'introduire directement dans le véhicule, d'accepter des variations brutales des conditions de température de l'air neuf lors des passages en extérieur, de simplifier la régulation en considérant l'air neuf comme une charge thermique au même titre que la charge de la voiture, de permettre un rafraîchissement de la voiture sans les contraintes d'une véritable climatisation, et d'assurer une bonne fiabilité par suite de l'adoption d'une régulation en amont de l'évaporateur, ce qui limite les risques de givrage lors des passages à l'extérieur.

**[0051]** Ces résultats sont obtenus au moyen d'une installation simple, ne faisant pas appel à des structures métalliques lourdes mais simplement à une tôle autoportante intégrant l'ensemble du matériel, constituée de composants classiques, et permettant une maintenance ou un remplacement aisés de ceux-ci, avec notamment un accès facile aux filtres lors de leur changement, et une possibilité de dépose et de repose du caisson d'un seul bloc par le toit du véhicule.

**[0052]** Le nombre des installations telles que celle qui vient d'être décrite, nécessaires dans un véhicule, dé-

pend naturellement des dimensions de celui-ci ; par exemple, dans une voiture d'une rame de chemin de fer métropolitain conventionnelle, on pourra prévoir deux installations comportant chacune un caisson 5 à une extrémité respective de la voiture pour débiter au total les 4800 m<sup>3</sup>/h nécessaires.

## Revendications

1. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant un appareillage de refroidissement d'air comprenant au moins deux compresseurs (14), caractérisé en ce que l'on forme au moins un courant d'air provenant de l'intérieur et au moins un courant d'air provenant de l'extérieur du véhicule, on mélange ces courants d'air, on mesure en permanence ou par intervalles la température de l'air mélangé, et, si la température est au moins égale à une première valeur (Te2) on met en fonctionnement un compresseur de l'appareillage de refroidissement puis si la température descend à une valeur égale ou inférieure à une deuxième valeur (Td2) inférieure à la première (Te2) on arrête le compresseur, mais si la température continue à monter au moins jusqu'à une troisième valeur (Te3) supérieure à la première (Te2) on met en fonctionnement un autre compresseur de l'appareillage de refroidissement puis si la température descend au dessous d'une quatrième valeur (Td3) comprise entre la première (Te2) et la troisième (Te3) on arrête cet autre compresseur.
2. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule, selon la revendication 1, l'installation de ventilation comportant un dispositif de réchauffage de l'air mélangé, caractérisé en ce que si la température mesurée est inférieure à une cinquième valeur (Te1) inférieure à la deuxième valeur (Td2) on met en fonctionnement le dispositif de réchauffage de l'air mélangé puis si la température atteint au moins une sixième valeur (Td1) comprise entre la cinquième valeur (Te1) et la deuxième valeur (Td2) on arrête le fonctionnement du dispositif de réchauffage.
3. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule destiné à transporter des passagers, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et dont le débit est au moins égal à 25 m<sup>3</sup> par heure et par passager, et d'air provenant de l'intérieur du véhicule.
4. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule destiné à transporter des passa-

gers, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et d'air provenant de l'intérieur du véhicule, le débit d'air mélangé étant au moins égal à 40 m<sup>3</sup> par heure et par passager.

5. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule dont le débit est au moins égal à 3000 m<sup>3</sup> par heure et d'air provenant de l'intérieur du véhicule.
6. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on diffuse dans le véhicule de l'air mélangé à partir d'air provenant de l'extérieur du véhicule et d'air provenant de l'intérieur du véhicule, le débit d'air mélangé étant au moins égal à 4800 m<sup>3</sup> par heure.
7. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant des diffuseurs pour diffuser chacun une partie de l'air mélangé, les diffuseurs comportant un col de sortie d'air mélangé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de l'air sortant, mesurée au col des diffuseurs, est comprise environ dans la gamme de 4,5 m/s à 5,5 m/s.
8. Procédé de conditionnement et de diffusion d'air dans un véhicule équipé d'au moins une installation de ventilation comportant des diffuseurs à induction pour diffuser chacun une partie de l'air mélangé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour chaque diffuseur, l'air diffusé est mélangé à de l'air ambiant avec un taux d'induction d'environ 50%.
9. Véhicule pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une installation de ventilation comprenant des moyens d'introduction (10) d'air intérieur au véhicule en vue de former au moins un courant d'air entrant intérieur, des moyens d'introduction (11) d'air extérieur au véhicule en vue de former au moins un courant d'air entrant extérieur, un dispositif mélangeur (1) pour mélanger ces courants entrants et former un courant d'air mélangé, un appareillage de refroidissement d'air mélangé comportant un échangeur-évaporateur (13) par où transite l'air mélangé et des compresseurs (14) fonctionnant sélectivement pour coopérer avec l'échangeur-évaporateur en réponse à la température de l'air mélangé détectée par un capteur disposé en amont de l'échangeur-évaporateur (13) de telle sorte qu'en fonction de cette tem-

pérature aucun compresseur (14) ne fonctionne ou seulement l'un d'entre eux ou tous les compresseurs simultanément, et des dispositifs de soufflage (15) pour transmettre l'air mélangé qui a transité dans l'appareillage de refroidissement à au moins une gaine (17) de circulation d'air mélangé.

10. Véhicule selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'installation de ventilation comporte un dispositif de réchauffage (3) monté en aval de l'échangeur-évaporateur (13), par où transite l'air mélangé, et fonctionnant sélectivement en réponse à la température de l'air mélangé détectée par le capteur disposé en amont de l'échangeur-évaporateur.

11. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que l'installation de ventilation est logée partiellement dans un caisson (5) implanté entre le plafond et la toiture du véhicule, ce caisson (5) comportant un coffret (7) dans lequel sont logés des condenseurs (8) et des moto-ventilateurs (9) de l'appareillage de refroidissement et dont des parois comportent des ouvertures d'entrée d'air extérieur, et le caisson (5) renferme, hors du coffret (7), l'échangeur-évaporateur (13) et les compresseurs (14) de l'appareillage de refroidissement, un dispositif de réchauffage d'air (3), et les dispositifs de soufflage comprenant des ventilateurs (15) ainsi que leur moteur d'entraînement (16), ce caisson (5) comportant au moins une paroi munie d'au moins une trappe (10) de reprise d'air intérieur au véhicule.

12. Véhicule selon la revendication 11, caractérisé en ce que le caisson (5) est approximativement centré par rapport à un plan vertical (6) qui est un plan central longitudinal du véhicule, et le coffret (7) est disposé à une extrémité du caisson en direction longitudinale et est centré par rapport au caisson en direction transversale.

13. Véhicule selon la revendication 11, caractérisé en ce que, dans le coffret (7), des condenseurs (8) de forme allongée s'étendent dans la direction longitudinale du véhicule le long des parois latérales du coffret, et des moto-ventilateurs (9) sont disposés entre les condenseurs et présentent un axe central disposé verticalement, et les compresseurs (14) ainsi que les trappes (10) de reprise d'air sont disposés de part et d'autre du coffret (7).

14. Véhicule selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'échangeur-évaporateur (13) est disposé dans le caisson (5) au voisinage d'une extrémité du coffret (7), et les dispositifs de soufflage sont disposés à l'opposé du coffret (7) dans le caisson (5).

15. Véhicule selon l'une quelconque des revendica-

tions 9 à 14, caractérisé en ce que l'installation comporte des gaines de circulation de l'air mélangé comprenant au moins une gaine haute vitesse (17) dans laquelle les dispositifs de soufflage soufflent l'air mélangé et au moins une gaine faible vitesse (18) raccordée à la gaine haute vitesse pour en recevoir l'air mélangé, et la gaine faible vitesse comporte des diffuseurs à induction (21).

16. Véhicule selon la revendication 15, caractérisé en ce que la gaine faible vitesse (18) est disposée sur la gaine haute vitesse (17), à laquelle elle est accolée, et comporte deux parois inférieures latérales (20) s'étendant le long de voussours du véhicule, les diffuseurs à induction (21) étant portés par ces parois inférieures, le long de laquelle ils s'étendent en au moins une rangée par paroi inférieure latérale.

17. Véhicule selon la revendication 16, caractérisé en ce que chaque paroi inférieure (20) de gaine basse vitesse (18) comporte deux rangées longitudinales de diffuseurs (21) dont l'axe longitudinal est incliné par rapport à la verticale, les diffuseurs d'une rangée étant orientés pour souffler l'air vers une paroi latérale du véhicule et ceux de l'autre rangée pour souffler l'air vers un couloir central du véhicule.

18. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 9 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte deux installations de ventilation, comportant chacune un caisson (5) dans lequel sont logés des éléments de l'installation et notamment l'appareillage de refroidissement (2), à une extrémité respective du véhicule.



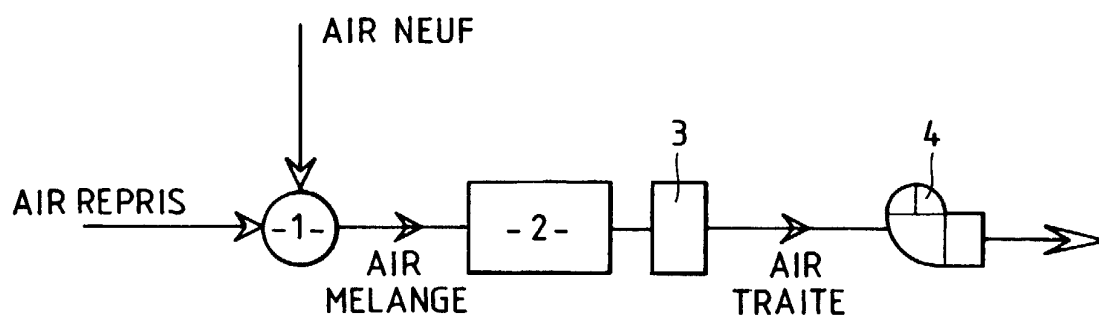


FIG.1

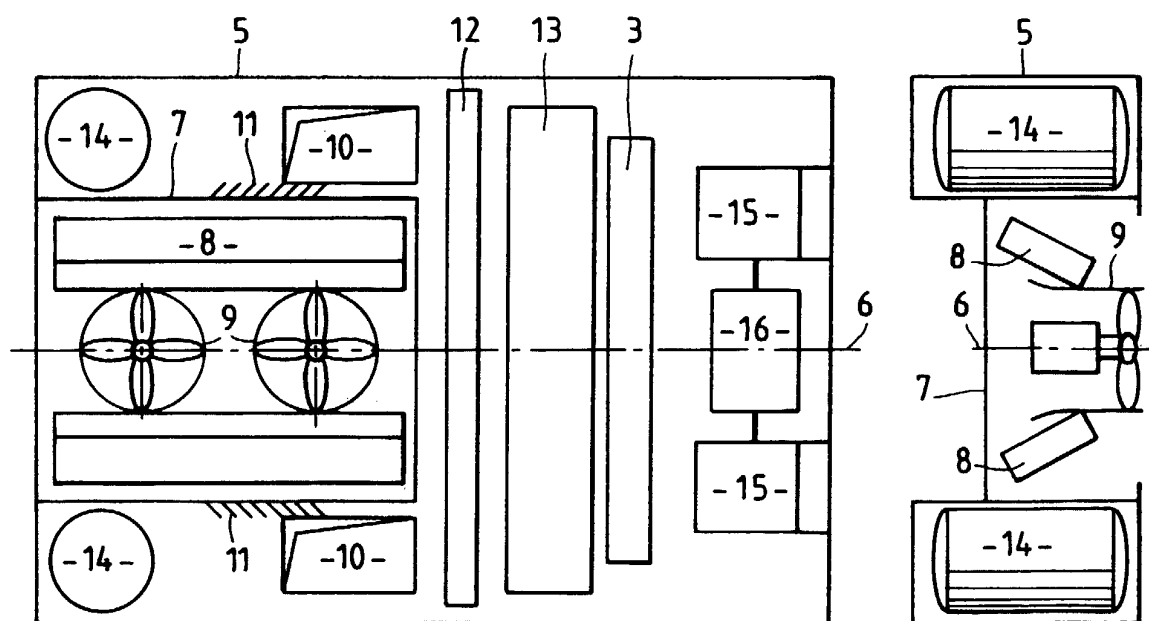


FIG.2

FIG.3

% DE LA PUISSANCE  
TOTALE

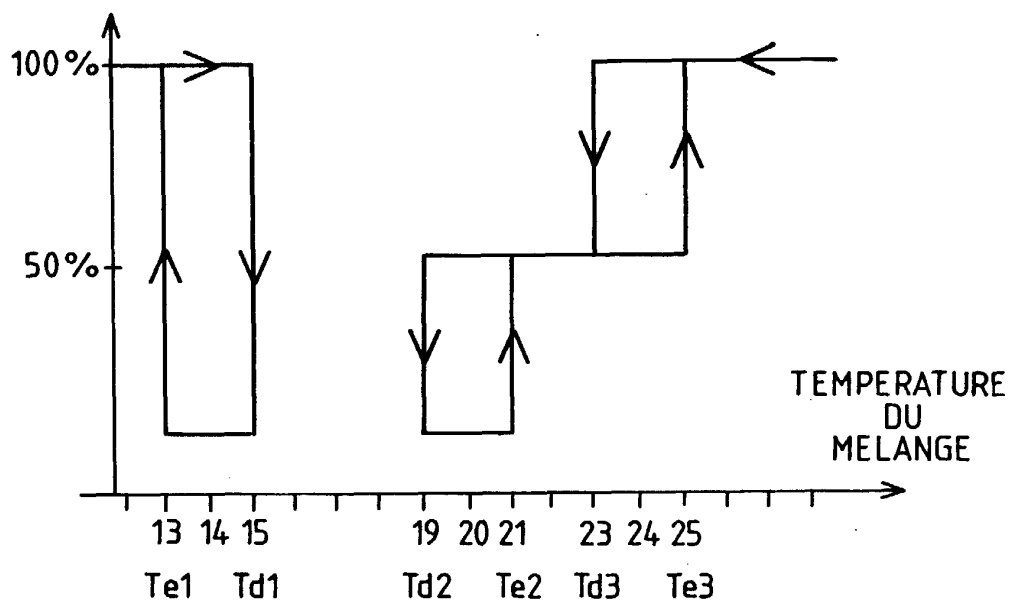


FIG. 4

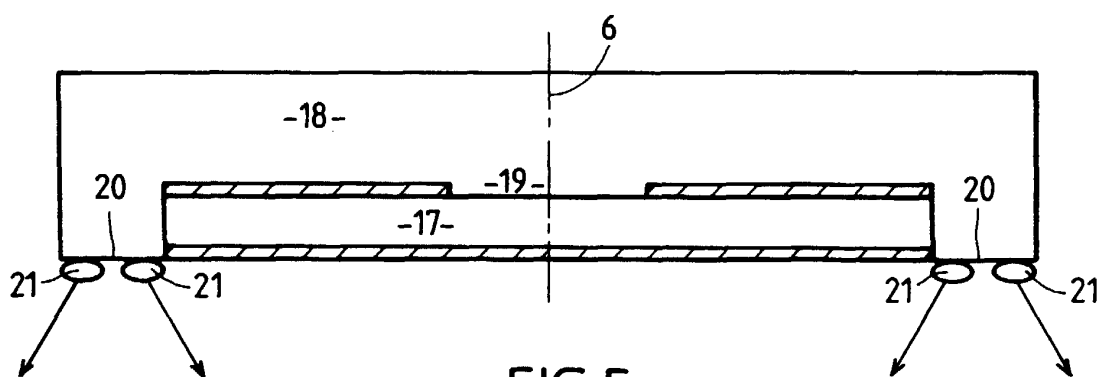


FIG. 5



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 3098

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.7)
A	FR 2 614 592 A (JAEGER REGULATION) 4 novembre 1988 (1988-11-04) * page 4, ligne 9 - page 6, ligne 28; figures 1,2 *	1,9	B61D27/00
A	FR 2 434 722 A (CEM OERLIKON TRACTION) 28 mars 1980 (1980-03-28) * page 2, ligne 4 - page 3, ligne 18; figure 1 *	1,9	
A	DE 44 16 107 A (ABB PATENT GMBH) 9 novembre 1995 (1995-11-09) * colonne 2, ligne 28 - colonne 5, ligne 24; figures 1-4 *	1,9	
A	EP 0 827 889 A (ALEX FRIEDMANN GMBH) 11 mars 1998 (1998-03-11) * le document en entier *	1,9	
A	US 4 905 478 A (MATSUDA TOSHIHARU ET AL) 6 mars 1990 (1990-03-06) * colonne 2, ligne 26 - colonne 3, ligne 62; figures 1-6 *	1,9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			B61D B60H G05D
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		25 février 2000	Chlosta, P
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : antérie-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>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 &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1608 08.02 (P04032)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 3098

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25-02-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2614592 A	04-11-1988	AUCUN	
FR 2434722 A	28-03-1980	BE 878469 A DE 2934501 A GB 2033073 A, B	17-12-1979 20-03-1980 14-05-1980
DE 4416107 A	09-11-1995	AUCUN	
EP 0827889 A	11-03-1998	AT 403790 B AT 148396 A	25-05-1998 15-10-1997
US 4905478 A	06-03-1990	JP 2730679 B JP 63270218 A JP 1044375 A JP 63275474 A KR 9607043 B US 4982583 A	25-03-1998 08-11-1988 16-02-1989 14-11-1988 27-05-1996 08-01-1991

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82