

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 875 138**

②1 N° d'enregistrement national : **04 52060**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **A 61 M 16/16** (2006.01)

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 15.09.04.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 17.03.06 Bulletin 06/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *MALLINCKRODT DEVELOPPEMENT FRANCE Société anonyme — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : GAUDARD YVES, DESFOSSEZ BENJAMIN, MICHEL PATRICK et NADJAFIZADEH HOSSEIN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREESE DERAMBURE MAJE-ROWICZ.

⑤4 **PROCEDE DE REGULATION POUR UN HUMIDIFICATEUR CHAUFFANT.**

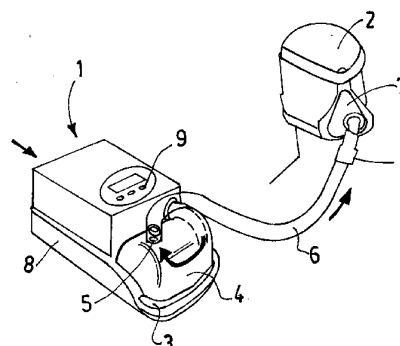
⑤7 L'invention concerne un procédé d'alimentation d'un masque (7) en air à taux d'humidification régulé, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :

- prévoir un réservoir d'eau (4) agencé pour que l'air circule au contact de la surface de l'eau et se charge d'humidité;

- prévoir des moyens de chauffage (3) par circulation d'un courant électrique aptes à chauffer l'eau du réservoir;

le procédé comprenant en outre les étapes consistant à mesurer l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage et à réguler ladite intensité moyenne autour d'une valeur de consigne, de sorte à obtenir un taux d'humidification de l'air indépendant de la température ambiante.

L'invention concerne également un dispositif de régulation du taux d'humidification du flux d'air, ainsi qu'un humidificateur chauffant comprenant un tel dispositif de régulation.



**FR 2 875 138 - A1**



L'invention concerne un procédé d'alimentation d'un masque en air à taux d'humidification régulé, un dispositif de régulation du taux d'humidification d'un flux d'air, ainsi qu'un humidificateur chauffant comprenant un tel dispositif de régulation.

5

Il est connu de placer un humidificateur en sortie d'un appareil d'assistance respiratoire délivrant de l'air à un utilisateur, de façon à humidifier l'air fourni à l'utilisateur, et d'éviter ainsi le dessèchement des voies respiratoires.

10

Afin d'obtenir une humidification de l'air suffisante, et ce sur toute la gamme de débit d'air possible (entre 0 et 2l/s), il est prévu de chauffer l'eau contenue dans un réservoir de l'humidificateur de manière à accélérer l'évaporation et donc le transfert des molécules d'eau vers l'air délivré à l'utilisateur.

15

Pour le confort de l'utilisateur, l'humidificateur doit pouvoir permettre un réglage du taux d'humidification de l'air fourni.

20

On connaît déjà des systèmes de régulation de tels humidificateurs chauffants, visant à fournir à l'utilisateur un air dont le taux d'humidité est conforme à celui souhaité, par exemple sensiblement constant.

25

Un premier système connu consiste à réguler uniquement la température de l'eau. Or, le taux d'humidification de l'air délivré à l'utilisateur dépend également de la température de l'air, et celle-ci peut varier, notamment entre le jour et la nuit. Il s'ensuit que la simple régulation de la température de l'eau ne permet pas d'avoir un taux d'humidification de l'air constant, ce qui n'est pas satisfaisant.

30

Un deuxième système connu met en œuvre d'une part une sonde de température pour l'eau et d'autre part une sonde de température pour l'air. Ce système est plus performant, puisqu'il tient compte des conditions ambiantes. Toutefois, ce système nécessitant l'emploi de deux sondes, il est relativement coûteux et plus complexe à mettre en œuvre.

L'invention a pour but de résoudre ces problèmes.

A cet effet, et selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé d'alimentation d'un masque en air à taux d'humidification régulé, ledit procédé  
5 comprenant les étapes consistant à :

- prévoir un réservoir d'eau agencé pour que l'air circule au contact de la surface de l'eau et se charge d'humidité ;
- prévoir des moyens de chauffage par circulation d'un courant électrique aptes à chauffer l'eau du réservoir ;

10 le procédé comprenant en outre les étapes consistant à mesurer l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage et à réguler ladite intensité moyenne autour d'une valeur de consigne, de sorte à obtenir un taux d'humidification de l'air indépendant de la température ambiante.

15 Les moyens de chauffage peuvent être alimentés avec un courant sinusoïdal redressé comprenant des alternances passantes et des alternances bloquées à 0, la régulation de l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage étant obtenue par le réglage du nombre d'alternances passantes pendant un intervalle de temps donné.

20

Selon une réalisation possible, le procédé comprend les étapes consistant à :

- mémoriser une consigne de puissance fournie aux moyens de chauffage, choisie par l'utilisateur ;
- mesurer et mémoriser la valeur crête de la tension d'alimentation des  
25 moyens de chauffage ;
- calculer, à partir de la consigne de puissance et de la valeur crête de la tension d'alimentation, la valeur de consigne de l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage, et mémoriser ladite valeur de consigne de l'intensité moyenne ;
- 30 - mesurer et mémoriser l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage ;
- comparer la valeur mesurée de l'intensité moyenne et la valeur de consigne de l'intensité moyenne ;

- régler le nombre d'alternances passantes pendant un intervalle de temps donné de sorte à diminuer l'écart entre la valeur mesurée de l'intensité moyenne et la valeur de consigne de l'intensité moyenne.

5 Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un dispositif de régulation du taux d'humidification d'un flux d'air circulant au contact de la surface de l'eau contenue dans un réservoir, et destiné à être distribué à un utilisateur via un masque, ladite eau étant chauffée par des moyens de chauffage par circulation d'un courant électrique, le dispositif comportant des moyens de mesure de  
10 l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage et des moyens de régulation de ladite intensité moyenne autour d'une valeur de consigne.

Le dispositif peut comprendre :

- 15 - des moyens de sélection par l'utilisateur de la puissance souhaitée, dite puissance de consigne ;
- des moyens de mesure de la valeur crête de la tension d'alimentation des moyens de chauffage et de l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage ;
- 20 - des moyens de mémorisation de la puissance de consigne et de la valeur crête de la tension d'alimentation ;
- des moyens de calcul de la valeur de consigne de l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage, à partir de la consigne de puissance et de la valeur crête de la tension d'alimentation ;
- 25 - des moyens de mémorisation de la valeur de consigne de l'intensité moyenne et de l'intensité moyenne mesurée ;
- des moyens de comparaison entre la valeur mesurée et la valeur de consigne de l'intensité moyenne ;
- des moyens commandés par les moyens de comparaison et aptes à agir sur  
30 l'alimentation des moyens de chauffage de sorte à diminuer l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de consigne de l'intensité moyenne.

Selon une réalisation possible, le dispositif comprend un dispositif de redressement de la tension délivrée par le secteur et un dispositif de blocage

apte à bloquer à 0 certaines des alternances de la tension, lesdits dispositifs de redressement et de blocage étant agencés pour que les moyens de chauffage puissent être alimentés par un courant sinusoïdal redressé comprenant des alternances passantes et des alternances bloquées à 0.

5

Le dispositif de blocage peut être agencé pour régler le nombre d'alternances bloquées à 0 pendant un intervalle de temps donné en fonction de l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de consigne de l'intensité moyenne.

10 Enfin, selon un troisième aspect, l'invention concerne un humidificateur chauffant, comprenant un réservoir d'eau, des moyens de chauffage par circulation d'un courant électrique aptes à chauffer l'eau du réservoir, une entrée et une sortie d'air agencées pour qu'un flux d'air puisse circuler au contact de la surface de l'eau et se charger d'humidité, ainsi qu'un dispositif de régulation tel  
15 que précédemment décrit.

Les autres caractéristiques de l'invention résultent de la description qui suit d'un mode de réalisation, description effectuée en référence aux figures annexées dans lesquelles :

20

- la figure 1 est une vue en perspective d'un humidificateur chauffant selon l'invention, comprenant un conduit de sortie associé à un masque appliqué sur le nez et la bouche d'un utilisateur ;
- 25 - la figure 2 est une représentation graphique montrant la courbe calculée d'évaporation de l'eau (en g/s) au contact de l'air, pour une température ambiante de 25°C, en fonction de la différence de température entre l'eau et l'air, ainsi que l'approximation linéaire de cette courbe ;
- 30 - la figure 3 est une représentation graphique montrant l'évolution calculée de l'évaporation de l'eau (en g/s) au contact de l'air, pour une température ambiante de 25°C, en fonction de l'humidité relative de l'air, et ce pour différentes valeurs de différences de température entre l'eau et l'air ;

- la figure 4 représente le signal du courant traversant l'élément chauffant de l'humidificateur chauffant de la figure 1, en fonction du temps ;
- la figure 5 est un diagramme illustrant le fonctionnement de l'humidificateur chauffant de la figure 1.

Sur la figure 1 est représenté un humidificateur chauffant 1, intercalé entre un appareil d'assistance respiratoire (non représenté) et un utilisateur 2. Par exemple, l'appareil d'assistance respiratoire peut être un appareil médical de traitement des symptômes de l'apnée du sommeil, pouvant être utilisé en laboratoire ou à domicile.

L'humidificateur chauffant 1 comprend un élément chauffant, tel qu'une plaque métallique 3 en contact avec une résistance.

La résistance peut être constituée d'une piste sérigraphiée sur un support métallique isolé ou d'une résistance sur film souple collé sur un support métallique. L'élément chauffant est conçu pour assurer une isolation électrique de 4000Veff entre sa partie conductrice (résistance) et sa face supérieure qui est une partie accessible. Le tracé de cette piste (serpentin) est tel que le transfert de chaleur se répartit de manière homogène sur la totalité de la surface métallique en contact avec le réservoir d'eau de l'humidificateur 1.

Un réservoir d'eau 4 est placé sur la plaque métallique chauffée, un système de ressort (non représenté) maintenant la plaque en contact avec le fond du réservoir 4 et améliorant ainsi le transfert de chaleur.

Le réservoir 4 est équipé d'une entrée, par laquelle entre l'air provenant de l'appareil d'assistance respiratoire, et d'une sortie 5 connectée à un conduit 6 au bout duquel est associé un masque 7 destiné à être appliqué sur le nez et/ou la bouche de l'utilisateur 2.

Les différents éléments constitutifs de l'humidificateur chauffant 1 sont logés dans un boîtier 8 en matière isolante, par exemple en matière plastique, muni

d'organes de sélection et de commande 9 pouvant être actionnés par l'utilisateur.

L'air délivré par l'appareil d'assistance respiratoire transite par l'humidificateur chauffant 1 de sorte à se charger d'humidité au contact de la surface de l'eau contenue dans le réservoir 4. L'air humidifié sortant de l'humidificateur chauffant 1 est alors dirigé vers l'utilisateur 2 via le conduit 6 et le masque 7 (voir les flèches représentées sur la figure 1).

L'humidificateur chauffant est prévu pour fonctionner normalement dans les conditions suivantes :

- pression atmosphérique : 700 hPa à 1060 hPa
- température : +5°C à +35°C
- humidité relative : 15% à 95% sans condensation

La température d'utilisation est limitée à 35° C pour pouvoir répondre à l'exigence de la norme qui impose une température maximale de l'air délivré à l'utilisateur de 41°C.

Afin d'obtenir une humidification souhaitée de l'air fourni, l'invention prévoit de contrôler la puissance délivrée à l'élément chauffant.

On démontre ci-après que la régulation de la puissance permet d'obtenir un taux d'humidification constant, quelle que soit la température ambiante, et sans qu'il soit nécessaire d'utiliser de sonde de température.

Si l'on considère une surface d'eau en contact avec une masse d'air, le transfert de l'eau vers l'air, dans les conditions d'utilisation de l'humidificateur, peut être décrit par l'équation de Incropera et Dewitt :

$$m = (S / R_w) (h / C_p L_e^{(1-n)}) ((P_{s(T_s)} / T_s) - (P_{v(T_a)} / T_a)) \quad \text{Equation 1}$$

où :

m = masse d'eau transférée par unité de temps (en g/s)

- $S =$  surface d'échange eau/air (en  $m^2$ )  
 $R_w =$  462 j/kg .K (constante liée à l'eau)  
 $h =$  coefficient de transfert de chaleur de l'eau vers l'air (dépend du système considéré)  
5  $C_p =$  1008 j/kg.K (chaleur spécifique de l'eau)  
 $Le =$  0,846 (constante de Lewis)  
 $n =$  3 (coefficient déterminé empiriquement dans le cas de l'eau)  
 $P_{s(T_s)} =$  611 exp (17,27 x  $T_s$  / (237,3 +  $T_s$ ))  
 (pression saturante de vapeur d'eau à la température  $T_s$ )  
10  $T_s =$  température de surface de l'eau (en °C)  
 $P_{v(T_a)} =$   $P_{s(T_a)} \times HR$   
 (pression de vapeur d'eau à température et humidité ambiante)  
 $T_a =$  température de l'air (en °C)  
 $HR =$  humidité relative de l'air (comprise entre 0 et 1)

15

Les facteurs qui interviennent dans le transfert de masse et leur influence sur celui-ci sont les suivants :

- La surface  $S$  d'échange eau/air :  
20 Toute autre condition restant constante, et en particulier les températures d'eau et d'air, l'équation 1 est équivalente à :  $m = cte \times S$ . Le taux d'humidification est donc une fonction linéaire de la surface d'échange eau/air.
- La différence de température entre l'eau et l'air ( $T_s - T_a$ ) :  
25 Si l'eau et l'air sont à la même température, il existe un transfert de molécules d'eau vers l'air (convection naturelle) qui dépend uniquement du taux d'humidité de l'air. Ce transfert n'est pas nul si l'humidité relative de l'air est inférieure à 100%.
- 30 Si l'on chauffe l'eau de façon à élever sa température de quelques degrés, il se produit un transfert plus important, le taux d'humidification (masse d'eau transférée  $m$ ) étant proportionnel à la différence de température entre l'eau et l'air, comme illustré sur la figure 2.

La courbe de la figure 2 a été obtenue par calcul avec l'équation 1, pour les valeurs suivantes (paramètres proches de ceux de l'application envisagée) :

$$S = 0,01 \text{ m}^2$$

$$h = 20$$

$$\rho = 1,2 \text{ g/l (masse volumique de l'air)}$$

$$T_a = 25^\circ\text{C}$$

5 On constate que, pour l'utilisateur, la sensation d'humidité de l'air peut être considérée comme une fonction linéaire de la différence de température entre l'eau et l'air (approximation linéaire de la courbe de la figure 2 avec un coefficient de corrélation  $R=0,952$ ).

10 - L'humidité de l'air ambiant (HR) :

Les courbes de la figure 3 ont été obtenues par calcul avec l'équation 1, pour les valeurs suivantes :

$$S = 0,01 \text{ m}^2$$

$$h = 10$$

$$T_a = 25^\circ\text{C}$$

$$T_s = 25, 35, 50, 65^\circ\text{C}$$

15 HR variant de 10 à 90%

On constate que le taux d'humidification  $m$  est une fonction linéaire de l'humidité relative de l'air ambiant.

- Le débit d'air ( $V'$ , en l/s, considéré comme constant et uniforme) :

20 L'équation 1 décrit l'échange de molécules d'eau de manière statique.

Toutefois, dans l'humidificateur, le réservoir est traversé par l'air, de sorte que, lors de l'écoulement, l'air ambiant remplace l'air qui vient d'être humidifié, augmentant de ce fait le taux d'humidification par rapport au cas statique.

25

D'après la première loi de la thermodynamique, on a :

$$P = (T_s - T_a) / R_{th}$$

Equation 2

où  $P$  est la puissance fournie au système et  $R_{th}$  la résistance thermique du système exprimée en  $^\circ\text{K/W}$ .

30

La résistance thermique  $R_{th}$  ne dépend que des dimensions du système d'échange thermique (son épaisseur  $e$  et la surface d'échange  $S$ ) et de coefficients de transfert thermique dépendant par exemple de la nature des matériaux en présence. Cette résistance thermique est donc une caractéristique

fixe du système. La résistance thermique étant inversement proportionnelle à la surface d'échange, on peut écrire :  $R_{th} = cte / S$ .

De ce fait, l'équation 2 peut s'écrire :

$$5 \quad P / [(T_s - T_a) \times S] = cte \quad \text{Equation 3}$$

Ainsi, la régulation de la puissance permet de conserver un produit  $(T_s - T_a) \times S$  constant.

10 C'est à dire, que pour une surface d'échange donnée, la différence de température entre l'eau et l'air est une fonction linéaire de la puissance fournie au système. Or, comme indiqué plus haut, le taux d'humidification dépend sensiblement linéairement de cette différence de température. Tout autre paramètre restant constant, on peut donc écrire que :  $m \approx cte \times P$ .

15 D'autre part, pour une puissance constante, la variation éventuelle de la surface d'échange, due par exemple à la section variable du réservoir en fonction de la quantité de liquide qu'il contient, est automatiquement compensée par une variation inversement proportionnelle du facteur  $(T_s - T_a)$  qui permet de laisser  
20 inchangée la constante ci-dessus liant  $m$  et  $P$ .

En conséquence, la régulation de la puissance permet de garantir un taux d'humidification indépendant de la température ambiante  $T_a$  et de la surface d'échange du réservoir.

25 Ce taux d'humidification reste néanmoins dépendant de l'humidité ambiante  $HR$  et du débit d'air traversant l'appareil (les caractéristiques de transfert de chaleur de l'élément chauffant et du réservoir étant fixes pour un système donné).

30 On décrit à présent la façon dont l'invention prévoit de réguler la puissance fournie au système.

Le principe général est de réguler la puissance en laissant passer plus ou moins d'alternances d'un signal sinusoïdal redressé obtenu à partir de la tension

secteur. Cela présente l'avantage de permettre l'adaptation à toutes les tensions secteur possibles en compensant une faible tension par un plus grand nombre d'alternances passantes et vice et versa.

5 Le signal délivré à l'élément chauffant est représenté sur la figure 4. Il s'agit d'un signal sinusoïdal redressé double alternance d'amplitude A et de période T, annulé entre les instants XT et ZT. On peut donc écrire :

- entre 0 et XT :  $I(t) = A \sin(\omega t)$  avec  $\omega = 2\pi / 2T = \pi / T$
- entre XT et ZT :  $I(t) = 0$ .

10

On désigne par « alternance » la demi période du signal sinusoïdal, soit la période du signal sinusoïdal redressé.

X est donc le nombre d'alternances passantes et Z le nombre total d'alternances (passantes et bloquées).

15

La puissance électrique délivrée à l'élément chauffant est :

$$P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}} = R \times I_{\text{eff}}^2 \quad \text{Equation 4}$$

Or,  $I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{ZT} \times \int_0^{XT} f^2(t) dt}$  et  $Imoy = \frac{1}{ZT} \times \int_0^{XT} f(t) dt$

20

Donc :

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{ZT} \times \int_0^{XT} A^2 \frac{1}{2} (1 - \cos(2\omega t)) dt$$

$$Imoy = \frac{1}{ZT} \times \int_0^{XT} A \sin(\omega t) dt$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{A^2}{2T} \times \frac{X}{Z} \int_0^T (1 - \cos(\frac{2\pi}{T} \times t)) dt$$

$$Imoy = \frac{A}{T} \times \frac{X}{Z} \int_0^T \sin(\frac{\pi}{T} \times t) dt$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{A^2}{2} \times \frac{X}{Z}$$

$$Imoy = \frac{2A}{\pi} \times \frac{X}{Z}$$

25

$$\text{D'où : } \frac{Imoy}{I_{\text{eff}}^2} = \frac{2A}{\pi} \times \frac{X}{Z} \times \frac{2Z}{A^2 X} = \frac{4A}{A^2 \pi} = \frac{4}{A\pi}$$

$$\text{Et : } I_{\text{eff}}^2 = \frac{A\pi}{4} \times Imoy$$

L'équation 4 peut donc s'écrire :

$$P = \frac{R \times I_{moy} \times I_{max} \times \pi}{4} = \frac{U_{max} \times I_{moy} \times \pi}{4} \quad \text{car } R \times I_{max} = U_{max}$$

5 La valeur crête de la tension secteur ( $U_{max}$ ) étant constante, on a donc :

$$P = cte \times I_{moy}$$

Le principe de la régulation est donc le suivant : la puissance de consigne  $P_c$  est réglée par l'utilisateur de l'élément chauffant, selon ses préférences. La  
10 valeur de consigne de  $I_{moy}$  ( $I_{moy_c}$ ) est alors déterminée par le système, connaissant  $U_{max}$ . Les valeurs de  $P_c$ ,  $I_{moy_c}$  et  $U_{max}$  sont numérisées par un microcontrôleur.

Le courant moyen réel traversant l'élément chauffant,  $I_{moy}$ , est mesuré à l'aide  
15 d'une simple résistance de mesure montée en série avec l'élément chauffant. Le microcontrôleur compare alors  $I_{moy}$  à  $I_{moy_c}$  et détermine si le nombre d'alternances traversant l'élément chauffant doit être augmenté ou diminué afin que la valeur de  $I_{moy}$  soit stable et égale à  $I_{moy_c}$ . Par exemple, si  $I_{moy}$  est supérieur à  $I_{moy_c}$ , il faut diminuer le nombre d'alternances traversant l'élément  
20 chauffant.

On se réfère à présent à la figure 5 qui représente de façon schématique l'humidificateur chauffant, ainsi que les moyens d'alimentation et les moyens de  
25 commande associés.

L'humidificateur 1 comprend une carte électronique destinée à être alimentée par la tension du secteur 10, via une embase type IEC C8. Un cordon spécifique fourni avec l'humidificateur chauffant permet à celui-ci d'être raccordé à tous les réseaux disponibles (variant selon les pays).  
30

En entrée de la carte électronique est prévu un dispositif 11 de filtrage / protection et de redressement de la tension secteur 10.

Sont ainsi prévus successivement un interrupteur bipolaire 11a, permettant de couper l'arrivée électrique sur la carte électronique, deux fusibles 11b de 2A protégeant la carte électronique, un filtre 11c constitué par une capacité, pour éviter les problèmes de compatibilité électromagnétique, et une varistance 11d  
5 montée en parallèle sur l'entrée secteur pour shunter les éventuelles surtensions véhiculées par le secteur.

La tension secteur 10 subit un redressement double alternance, de sorte que la résistance de l'élément chauffant est alimentée par un courant tel que  
10 représenté sur la figure 4. La tension redressée sert également à créer une alimentation 12 en deux tensions continues V1 et V2. Sont ainsi prévus un transistor ballast 12a, une référence de tension 12b et un régulateur 12c.

La tension V2 est utilisée pour la commande 16 d'un transistor 17 de commande  
15 de l'élément chauffant et pour l'alimentation d'un l'amplificateur opérationnel (voir ci-après), tandis que la tension V1 alimente un microcontrôleur 13.

La régulation de la puissance délivrée à l'élément chauffant est effectuée par le microcontrôleur 13 embarqué dans l'humidificateur chauffant 1.

20 Le microcontrôleur 13 se présente dans un boîtier. Il dispose d'une mémoire ROM, de type Flash, d'une RAM et d'une EEPROM. Il contient un convertisseur analogique / numérique 10 bits intégré avec 4 voies analogiques multiplexées, un comparateur analogique intégré et un oscillateur interne à 4MHz. Il contient  
25 également un détecteur de chute de tension d'alimentation et un chien de garde.

La consigne de puissance  $P_c$  est réglée par un potentiomètre 14 accessible depuis l'extérieur du boîtier de l'humidificateur 1 de sorte que l'utilisateur 2 puisse choisir la puissance souhaitée, donc le taux d'humidification souhaité. Le  
30 potentiomètre 14 est gradué de 1 à 5 : la position 5 (curseur en butée maximale) délivre la puissance de chauffage maximale et la position 1 (curseur en butée minimale) une puissance égale à 20% de la puissance maximale, les autres positions délivrant une puissance proportionnelle à la graduation. L'utilisation de

l'humidificateur 1 sans chauffage nécessite, le cas échéant, de couper l'alimentation de l'humidificateur à l'aide d'un interrupteur.

5 Le potentiomètre 14 est alimenté par V1 ce qui garantit le fait que l'entrée analogique associée ne voit jamais une tension supérieure à V1. Sa valeur est choisie pour être compatible avec l'impédance d'entrée du microcontrôleur 13. Le signal du potentiomètre 14, débarrassé de ses éventuels parasites par une capacité de filtrage 21, est directement numérisé par le microcontrôleur 13.

10 La tension d'alimentation ( $U_{max}$ ) de l'élément chauffant est également mesurée par le microcontrôleur 13, qui numérise une tension analogique prélevée sur le point milieu d'un pont de résistances alimenté par la tension issue du redressement double alternance. Le pont de résistances a été calculé pour que la tension appliquée sur l'entrée analogique du microcontrôleur 13 soit toujours  
15 inférieure à V1 quelle que soit la tension secteur 10 utilisée pour alimenter l'humidificateur 1.

Le courant traversant l'élément chauffant ( $I_{moy}$ ) est mesuré grâce à la mesure de la tension aux bornes d'une petite résistance de puissance. Le signal obtenu  
20 sur cette résistance est d'abord filtré par un condensateur 18 pour enlever les parasites puis amplifié par un amplificateur opérationnel 19 dont le gain est calculé pour que le signal reste inférieur à V1 quel que soit le mode de fonctionnement du montage.

25 La sortie de l'amplificateur passe ensuite au travers d'un filtre passe-bas 20 (résistance / capacité) avec une faible fréquence de coupure pour récupérer un signal analogique image de la valeur moyenne du courant ( $I_{moy}$ ) qui traverse l'élément chauffant. Ce signal est finalement numérisé par le microcontrôleur 13.

30 Enfin, la température T de la plaque chauffée 3 est mesurée par l'intermédiaire d'une thermistance de type CTN placée au centre de la face inférieure de la plaque 3. Cette thermistance est incluse dans un pont de linéarisation constituée de deux résistances et alimenté par V1. La tension issue de ce pont est ensuite numérisée par le microcontrôleur 13.

L'élément chauffant 3 est commandé par un transistor MOSFET 17 de type canal N à enrichissement. Il permet de laisser passer le courant dans la résistance chauffante lorsqu'une tension VGS est appliquée sur sa grille.

5 L'intérêt d'un tel composant est de présenter une résistance à l'état passant (RDSon) extrêmement faible ce qui évite une perte de puissance au niveau de l'élément chauffant et limite l'élévation de température du transistor.

Afin d'obtenir la meilleure résistance RDSon possible, la tension VGS ne doit pas être inférieure à 10V. Or le signal numérique de commande, issu du microcontrôleur, est limité.

10

Un amplificateur opérationnel, alimenté par V2, est utilisé en comparateur, avec un seuil de commutation nominal de 2,96V, pour transformer le signal du microcontrôleur en un signal de valeur maximale V2 qui est appliqué à la grille du MOSFET. La faible impédance de la sortie de l'amplificateur permet en outre d'obtenir des temps de commutation rapides du transistor.

15

Un thermostat de sécurité 15 calibré est monté en série avec la résistance chauffante. Ce thermostat 15 qui est en contact direct avec la plaque en métal 3 permet d'interrompre la chauffe si la température T dépasse la valeur de sécurité. Lorsque le thermostat 15 se déclenche, la carte électronique continue à fonctionner normalement mais la résistance n'est plus alimentée. Seule une action mécanique permet de réarmer le thermostat.

20

Mis à part l'élément chauffant, tous les composants électroniques sont implantés directement sur le circuit imprimé. L'élément chauffant est raccordé sur la carte électronique par des connecteurs permettant de simplifier l'assemblage et réduire le temps de montage. La carte est prévue pour être installée simplement dans la demi-coque inférieure de l'humidificateur 1 et maintenue à l'aide de clips en plastique.

25

30

On décrit à présent le programme de régulation, dont le but est de délivrer une puissance de chauffe P égale à une puissance de consigne Pc, réglable par

l'utilisateur 2, quelle que soit la tension secteur 10 (85 à 264Vac). Le passage ou le blocage des alternances est effectué par un organe électronique de commande capable de couper l'alimentation de l'élément chauffant, comme indiqué précédemment.

5

Les valeurs de  $P_c$ ,  $U_{max}$ ,  $I_{moy}$  et température  $T$  de la plaque 3 sont numérisées par le microcontrôleur 13, via le convertisseur analogique / numérique, ces valeurs étant alors exploitées par le programme embarqué.

10 Au départ, le microcontrôleur 13 laisse passer un nombre déterminé d'alternances sur 100 à travers l'élément chauffant. Le programme se déroule de la façon suivante.

Afin d'être synchronisé par rapport aux cycles de l'onde secteur, le  
15 microcontrôleur 13 détecte le passage à zéro de l'onde redressée. Ainsi la tension secteur ne sera pas hachée brutalement.

Le microcontrôleur 13 mesure la valeur  $U_{max}$  de la tension secteur en attendant le passage à zéro, et ajoute cette valeur à celle précédemment mesurée. Une  
20 fois qu'il a détecté le passage à zéro, le microcontrôleur 13 décrémente le compteur de nombre d'alternances passantes ( $X$ ) et le compteur de nombre total d'alternances ( $Z$ ). Si le nombre d'alternances passantes est égal à 0, alors le microcontrôleur 13 bloque les alternances. Dans le cas contraire, le microcontrôleur 13 laisse passer les alternances.

25

Le microcontrôleur 13 mesure ensuite :

- la valeur du courant qui traverse l'élément chauffant ( $I_{moy}$ ), et ajoute cette valeur à celle précédemment mesurée ;
- ainsi que la température  $T$  de la plaque 3, et ajoute cette valeur à celle  
30 précédemment mesurée.

Le microcontrôleur 13 attend alors que l'onde secteur soit sortie de son passage à zéro pour recommencer le cycle.

Quand le nombre total d'alternances est égal à zéro, le microcontrôleur 13 calcule le courant moyen qui traverse l'élément chauffant ( $I_{moy}$ ), calcule la valeur de la tension secteur  $U_{max}$ , fait l'acquisition de la valeur de consigne ( $P_c$ ), calcule la valeur du courant de sécurité, compare la valeur du courant mesuré ( $I_{moy}$ ) à celui de consigne ( $I_{moy,c}$ ) et de sécurité et calcule la valeur de la température moyenne.

Si  $I_{moy} < I_{moy,c}$ , il y a lieu d'augmenter  $I_{moy}$  et, à cet effet, le microcontrôleur laissera passer une alternance de plus à travers l'élément chauffant. A l'inverse, si  $I_{moy} > I_{moy,c}$ , le microcontrôleur laissera passer une alternance de moins à travers l'élément chauffant.

En cas de dépassement du courant de sécurité ou d'une température  $T$  supérieure à, par exemple,  $70^{\circ}\text{C}$ , le microcontrôleur bloque le passage des alternances. Par ailleurs, si le courant dépasse le courant maximal admissible, le microcontrôleur se met dans une routine d'attente et ne fera rien à part rafraîchir le chien de garde. Si la température dépasse  $70^{\circ}\text{C}$ , le microcontrôleur se met dans une routine où il va mesurer sans cesse la température et rafraîchir le chien de garde. Si le microcontrôleur mesure une température inférieure à  $65^{\circ}\text{C}$ , il repart dans la boucle principale.

En résumé, la phase de traitement comprend :

- la décrémentation des compteurs (toutes les alternances)
- la mesure du courant (toutes les alternances)
- 25 - la mesure de la température de plaque (toutes les alternances)
- le calcul du courant moyen (toutes les 100 alternances)
- le calcul de la tension secteur crête (toutes les 100 alternances)
- le calcul du courant de sécurité (toutes les 100 alternances)
- le calcul de la température moyenne (toutes les 100 alternances)
- 30 - la mesure de la consigne  $P_c$  (toutes les 100 alternances)
- la remise à jour des variables (toutes les 100 alternances)
- la comparaison du courant moyen avec le courant de consigne et le courant de sécurité (toutes les 100 alternances).

## REVENDICATIONS

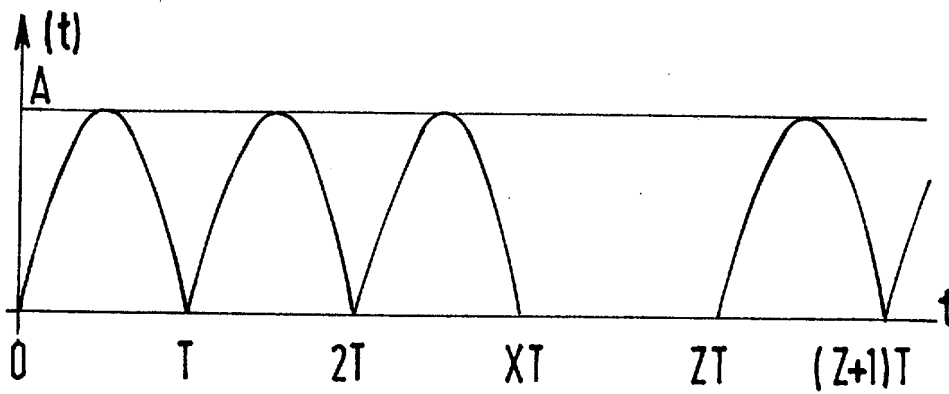
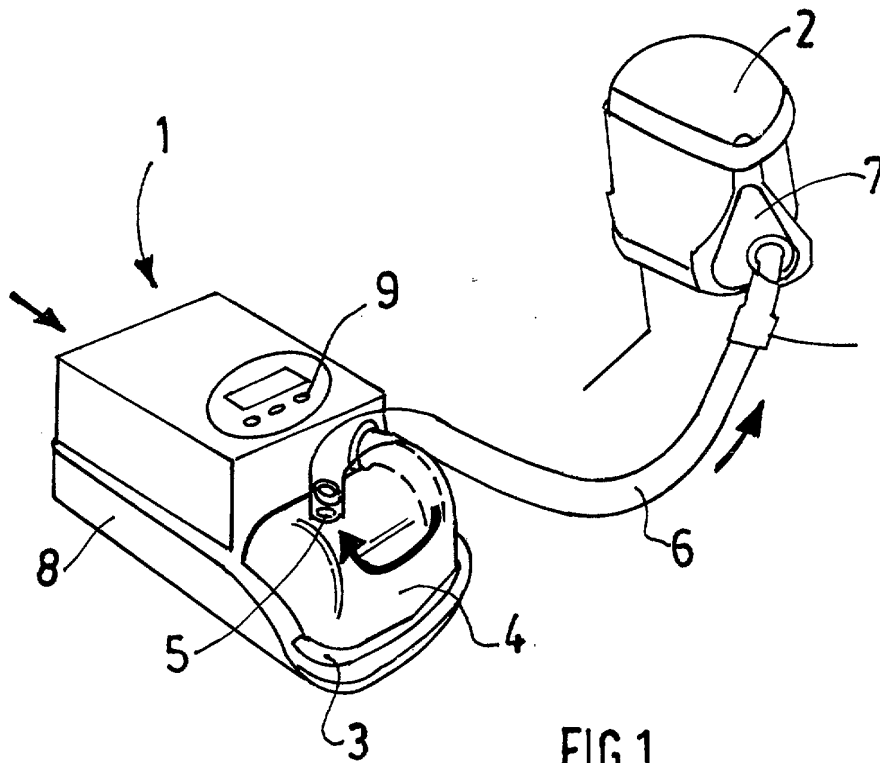
1. Procédé d'alimentation d'un masque (7) en air à taux d'humidification (m) régulé, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :
  - 5 - prévoir un réservoir d'eau (4) agencé pour que l'air circule au contact de la surface de l'eau et se charge d'humidité ;
  - prévoir des moyens de chauffage (3) par circulation d'un courant électrique aptes à chauffer l'eau du réservoir ;caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes consistant à mesurer  
10 l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) du courant traversant les moyens de chauffage et à réguler ladite intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) autour d'une valeur de consigne ( $I_{moy,c}$ ), de sorte à obtenir un taux d'humidification (m) de l'air indépendant de la température ambiante ( $T_a$ ).
  
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on alimente les moyens de chauffage (3) avec un courant sinusoïdal redressé comprenant des alternances passantes et des alternances bloquées à 0, la régulation de l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) du courant traversant les moyens de chauffage étant obtenue par le réglage du nombre d'alternances passantes pendant un  
20 intervalle de temps donné.
  
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
  - 25 - mémoriser une consigne de puissance ( $P_c$ ) fournie aux moyens de chauffage (3), choisie par un utilisateur (2) ;
  - mesurer et mémoriser la valeur crête ( $U_{max}$ ) de la tension d'alimentation des moyens de chauffage ;
  - calculer, à partir de la consigne de puissance ( $P_c$ ) et de la valeur crête ( $U_{max}$ ) de la tension d'alimentation, la valeur de consigne ( $I_{moy,c}$ ) de  
30 l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage, et mémoriser ladite valeur de consigne ( $I_{moy,c}$ ) de l'intensité moyenne ;
  - mesurer et mémoriser l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) du courant traversant les moyens de chauffage ;

- comparer la valeur mesurée de l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) et la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne ;
  - régler le nombre d'alternances passantes pendant un intervalle de temps donné de sorte à diminuer l'écart entre la valeur mesurée ( $I_{moy}$ ) de l'intensité moyenne et la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne.
- 5
4. Dispositif de régulation du taux d'humidification (m) d'un flux d'air circulant au contact de la surface de l'eau contenue dans un réservoir (4), et destiné à être distribué à un utilisateur (2) via un masque (7), ladite eau étant chauffée par des moyens de chauffage (3) par circulation d'un courant électrique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) du courant traversant les moyens de chauffage et des moyens de régulation de ladite intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) autour d'une valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ).
- 10
- 15
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend :
- des moyens de sélection (14) par l'utilisateur (2) de la puissance souhaitée, dite puissance de consigne ( $P_c$ ) ;
  - des moyens de mesure de la valeur crête ( $U_{max}$ ) de la tension d'alimentation des moyens de chauffage (3) et de l'intensité moyenne ( $I_{moy}$ ) du courant traversant les moyens de chauffage ;
  - des moyens de mémorisation de la puissance de consigne ( $P_c$ ) et de la valeur crête ( $U_{max}$ ) de la tension d'alimentation ;
  - des moyens de calcul de la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne du courant traversant les moyens de chauffage, à partir de la consigne de puissance ( $P_c$ ) et de la valeur crête ( $U_{max}$ ) de la tension d'alimentation ;
  - des moyens de mémorisation de la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne et de l'intensité moyenne mesurée ( $I_{moy}$ ) ;
  - des moyens de comparaison entre la valeur mesurée ( $I_{moy}$ ) et la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne ;
  - des moyens commandés par les moyens de comparaison et aptes à agir sur l'alimentation des moyens de chauffage (3) de sorte à diminuer l'écart
- 20
- 25
- 30

entre la valeur mesurée ( $I_{moy}$ ) et la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne.

- 5 6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de redressement (11) de la tension (10) délivrée par le secteur et un dispositif de blocage apte à bloquer à 0 certaines des alternances de la tension, lesdits dispositifs de redressement et de blocage étant agencés pour que les moyens de chauffage (3) puissent être alimentés par un courant sinusoïdal redressé comprenant des alternances passantes et des
- 10 alternances bloquées à 0.
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif de blocage est agencé pour régler le nombre d'alternances bloquées à 0 pendant un intervalle de temps donné en fonction de l'écart entre la valeur
- 15 mesurée ( $I_{moy}$ ) et la valeur de consigne ( $I_{moy_c}$ ) de l'intensité moyenne.
8. Humidificateur chauffant, comprenant un réservoir d'eau (4), des moyens de chauffage (3) par circulation d'un courant électrique aptes à chauffer l'eau du réservoir, une entrée et une sortie (5) d'air agencées pour qu'un flux d'air
- 20 puisse circuler au contact de la surface de l'eau et se charger d'humidité, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif de régulation du taux d'humidification du flux d'air selon l'une des revendications 4 à 7.

1/3



2/3

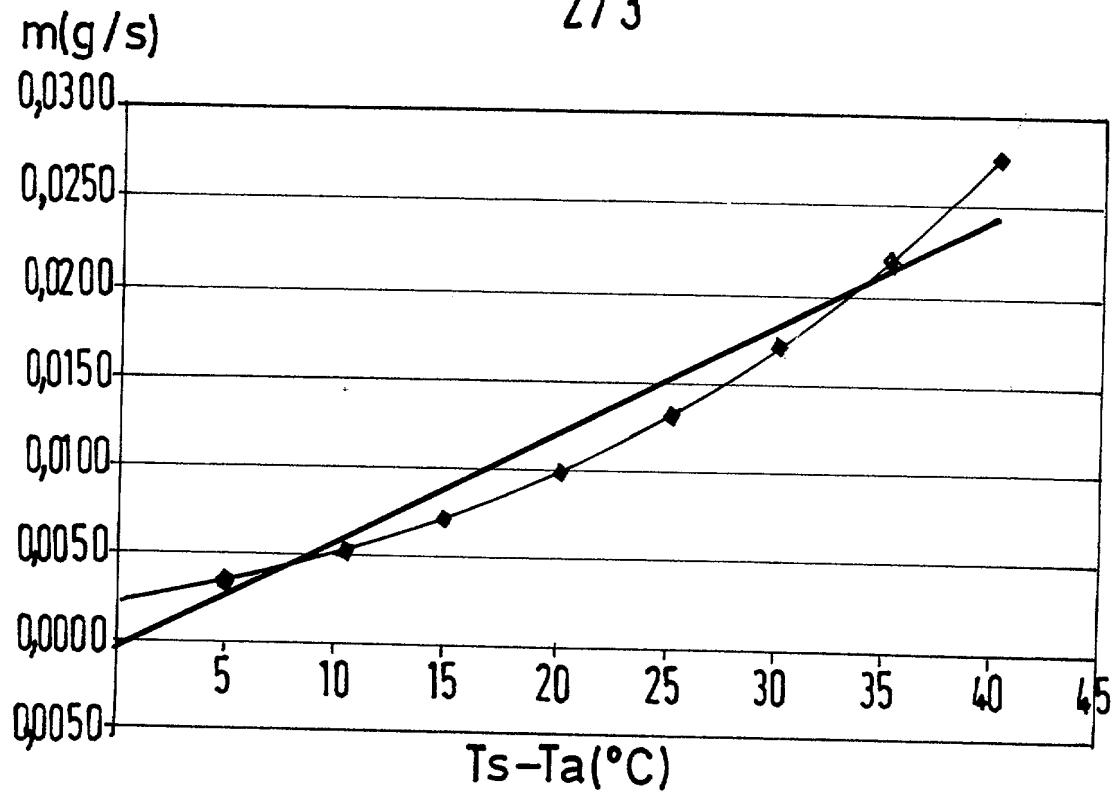


FIG.2

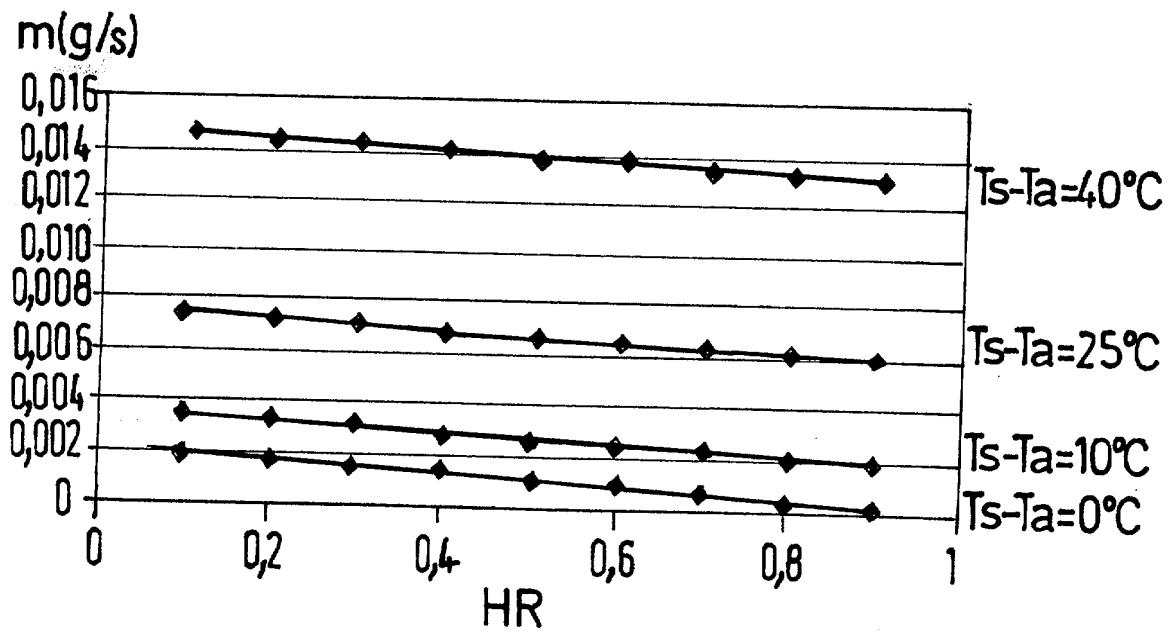


FIG.3





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement  
national

FA 654334  
FR 0452060

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2002/139367 A1 (MCPHEE STEPHEN W ET AL) 3 octobre 2002 (2002-10-03) * page 7, alinéa 130-134 * * figures 5,6 *	4,8	A61M16/16
X	EP 1 197 237 A (GOTTLIEB WEINMANN GERAETE FUER MEDIZIN UND ARBEITSSCHUTZ GMBH + CO) 17 avril 2002 (2002-04-17) * colonne 4, alinéa 34 - colonne 7, alinéa 49; figures *	4,8	
A	WO 2004/020031 A (FISHER & PAYKEL HEALTHCARE LTD [NZ]; HUDDART BRETT JOHN [NZ]; MACKIE S) 11 mars 2004 (2004-03-11) * le document en entier *	4-8	
A	GB 1 294 808 A (GEORGE EDWARD SMYTHE AND WILLIAM FREDERICK COX) 1 novembre 1972 (1972-11-01) * le document en entier *	4-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			A61M
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		15 avril 2005	Azaïzia, M
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0452060 FA 654334**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 15-04-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002139367 A1	03-10-2002	US 6694974 B1	24-02-2004
		AU 729862 B2	08-02-2001
		AU 7195098 A	24-12-1998
		CA 2240812 A1	17-12-1998
		CA 2443306 A1	17-12-1998
		CA 2447915 A1	17-12-1998
		CN 1210020 A	10-03-1999
		CN 1557509 A	29-12-2004
		DE 69822037 D1	08-04-2004
		EP 1329240 A1	23-07-2003
		EP 1374940 A2	02-01-2004
		EP 1514570 A2	16-03-2005
		EP 0885623 A2	23-12-1998
		ES 2217456 T3	01-11-2004
		JP 11057009 A	02-03-1999
		JP 2003000716 A	07-01-2003
		JP 3559551 B2	02-09-2004
		JP 2003010334 A	14-01-2003
		JP 2002345965 A	03-12-2002
		JP 2004033788 A	05-02-2004
		JP 2005040633 A	17-02-2005
		US 6349722 B1	26-02-2002
		US 2002129815 A1	19-09-2002
		US 2004060558 A1	01-04-2004
		US 2004079370 A1	29-04-2004
		US 2004221844 A1	11-11-2004
		US 6272933 B1	14-08-2001
EP 1197237 A	17-04-2002	DE 10049869 A1	11-04-2002
		DE 20023405 U1	12-02-2004
		DE 20023452 U1	01-04-2004
		DE 20023472 U1	29-04-2004
		EP 1197237 A2	17-04-2002
WO 2004020031 A	11-03-2004	AU 2003258918 A1	19-03-2004
		WO 2004020031 A1	11-03-2004
GB 1294808 A	01-11-1972	DE 2240659 A1	01-03-1973
		FR 2149581 A1	30-03-1973
		JP 48029298 A	18-04-1973
		NL 7211140 A	21-02-1973

**RECHERCHE INCOMPLÈTE  
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE C**

Numéro de la demande

FA 654334  
FR 0452060

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches:  
1-3

Raison pour la limitation de la recherche (invention(s) non  
brevetable(s)):

Méthode de traitement thérapeutique du corps humain ou animal