

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
16 octobre 2008 (16.10.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2008/122871 A2**

- (51) Classification internationale des brevets :  
A61L 9/20 (2006.01) F24F 3/16 (2006.01)  
B01J 35/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/IB2008/000832
- (22) Date de dépôt international : 7 avril 2008 (07.04.2008)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
07 02573 5 avril 2007 (05.04.2007) FR
- (71) Déposant et  
(72) Inventeur : BERNARD, Marie-Charlotte [FR/FR]; 136  
avenue Jean Moulin, F-78170 la Celle St Cloud (FR).
- (74) Mandataires : THIBON LITTAYE, Annick etc.; Cabi-  
net Thibon Littaye, BP 19, F-78164 Marly le Roi Cedex  
(FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,  
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,  
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,  
PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: AIR PURIFICATION METHOD AND AIR PURIFICATION DEVICE FOR IMPLEMENTING SAME

(54) Titre : PROCEDE DE PURIFICATION D'AIR ET APPAREIL EPURATEUR D'AIR POUR SA MISE EN ŒUVRE

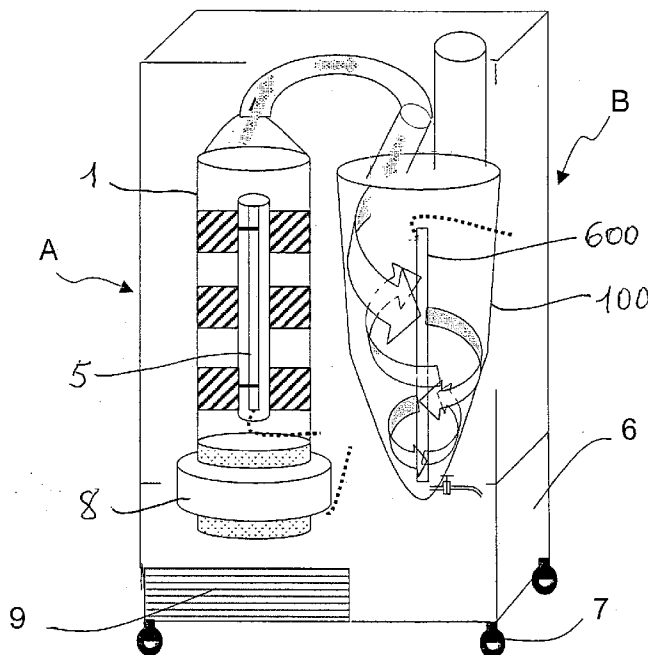


Figure 1:

(57) Abstract: The invention relates to the purification of indoor air using a method that essentially comprises forcing the air to be processed to flow through an active medium exposed to a germicidal radiation in the presence of a photocatalytic material contained therein, with a destructive action on the microorganisms optionally present in the air and retained in the active medium such as reduced and/or weakened due to the impact on wall members provided therefor in the active medium. A first active medium includes a mass made in the form of a three-dimensional network of walls with photocatalytic surfaces and located in the immediate vicinity of a germicidal radiation source. A second active medium includes a liquid mass in which particles with a photocatalytic surface are dispersed and submitted to a germicidal radiation. The liquid mass is agitated by feeding air therein in order to generate a vortex.

(57) Abrégé : L'invention concerne la purification d'air intérieur par un procédé consistant essentiellement à forcer l'air à traiter à circuler à travers un milieu actif exposé à un rayonnement germicide en présence d'un matériau photocatalytique qu'il contient, à effet destructeur pour les micro-organismes

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/122871 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

---

éventuellement présents dans l'air et retenus dans le milieu actif tels que réduits et/ou fragilisés par impact sur des éléments de parois présents à cet effet dans le milieu actif. Un premier milieu actif est constitué par une masse réalisée sous la forme d'un réseau tridimensionnel de parois à surface photocatalytique et situé à proximité immédiate d'une source de rayonnement germicide. Un second milieu actif est constitué par une masse liquide dans laquelle sont dispersées des particules à surface photocatalytique et qui est éclairée par un rayonnement germicide. Un brassage de la masse liquide est provoqué en y admettant l'air de manière à générer un vortex.

## **PROCEDE DE PURIFICATION D'AIR ET APPAREIL EPURATEUR D'AIR POUR SA MISE EN OEUVRE**

La présente invention a pour objet un procédé de purification de l'air intérieur d'un bâtiment ainsi qu'un appareil d'épuration d'air conçu pour la mise en oeuvre de ce procédé.

Elle trouve application dans tous les secteurs dans lesquels  
5 il existe un besoin sanitaire de maîtrise de la qualité de l'air  
ambiant, qu'il s'agisse de locaux privés ou de locaux collectifs. Elle  
s'applique particulièrement, mais non exclusivement, à la purification  
de l'air intérieur dans le secteur hospitalier et aux autres domaines  
du ressort de la santé ou de l'hygiène, ainsi qu'à la purification de  
10 l'air ambiant dans tous lieux de vie, notamment ceux où séjournent  
des personnes souffrant d'affections respiratoires, ainsi  
qu'également à la purification de l'air dans tous locaux clos ou semi-  
clos, pour des raisons sanitaires aussi bien pour des questions de  
confort. Dans tous les milieux de ce type, elle a l'avantage de  
15 permettre la destruction efficace des polluants pouvant être  
contenus dans l'air, sachant que les polluants les plus néfastes que  
l'on souhaite éliminer dans ces circonstances sont principalement  
des polluants organiques, sous forme de bactéries ou autres micro-  
organismes.

20 Pour assurer la maîtrise de la qualité de l'air à l'intérieur  
des bâtiments, notamment dans des pièces fermées, l'invention  
prévoit de soumettre l'air à traiter à un traitement effectué en boucle  
continue en opérant sur de l'air prélevé dans l'atmosphère ambiante  
qui est renvoyé dans la même atmosphère après traitement. Ce  
25 mode opératoire est favorable à la prévention des maladies  
respiratoires et autres affections liées à des agents infectieux  
aéroportés. Il représente en particulier une alternative intéressante à  
au renouvellement de l'air par ventilation dans les chambres des  
établissements de santé. Il est également particulièrement utile dans  
30 les applications domestiques pour lutter contre la présence des bio-  
contaminants tels que les micro-organismes comme les virus,

bactéries, spores, champignons inférieurs ou les allergènes comme les squames d'animaux domestiques, pollens, poussières d'acariens, fragments bactériens, ce d'autant que la présence de ces bio-contaminants est favorisée par un confinement que l'on recherche de plus en plus fréquemment par mesure d'économie d'énergie.

Parmi les voies de lutte contre la pollution intérieure, outre l'amélioration de la ventilation et/ou la limitation de l'émission de polluants, on connaît des appareils épurateurs d'air mettant en oeuvre l'effet photo-catalytique, avec pour objectif de véritablement détruire les composés organiques véhiculés par l'air plutôt que de les conserver piégés sur un filtre. Le catalyseur du processus électronique destructeur est en général du dioxyde de titane qui, exposé à un rayonnement ultraviolet, émet des électrons agissant par oxydation des composés organiques à éliminer.

Certains des modes de mise en oeuvre préférés de la présente invention s'apparentent à cette technique connue, dans la mesure où il y est également fait appel à un effet photo-catalytique sous irradiation U.V. Mais l'invention prévoit d'opérer dans des conditions qui conduisent à des résultats très sensiblement améliorés, grâce notamment à une meilleure maîtrise du contact entre l'air à traiter et la surface catalytique, grâce aussi à une action d'ordre mécanique qui attaque les particules au sein même du milieu de traitement à effet destructeur pour le matériel organique.

Plus précisément, l'invention exploite la combinaison d'un traitement photo-catalytique destructeur des polluants organiques avec un piégeage des particules favorisé par leur réduction et/ou leur fragilisation provoquée par impaction sur des éléments de paroi solide présents au sein même du milieu actif pour le traitement photo-catalytique.

Dans la suite de cet exposé, on distinguera deux grandes voies pour la mise en oeuvre de l'invention, suivant que le traitement a lieu en phase sèche ou en phase humide. On verra que dans tous les cas, l'invention prévoit préférentiellement que les éléments de paroi qui sont présents dans le milieu actif pour recevoir les chocs

## 3

des particules en suspension dans l'air soient aussi le support du catalyseur à effet activateur pour le rayonnement auquel ce milieu est exposé. La conséquence bénéfique dans l'efficacité du traitement pour la destruction des constituants organiques présents dans l'air est double : d'une part, cela permet une plus forte densité du matériau actif dans le milieu de traitement, puisque le matériau actif est le même pour la photo-catalyse et pour l'impaction ; d'autre part, l'impact des molécules organiques sur les parois de photo-catalyseur conduit à les piéger au plus proche du lieu de l'effet photo-catalytique germicide et là même où elles viennent de subir l'effet destructeur mécanique de l'impaction.

Tant pour l'impaction que pour l'effet photo-catalytique ou qu'encre pour le piégeage des composés polluants, il est d'autre part que les éléments solides du milieu actif soient sous forme divisée, d'où la forme avantageusement de particules dispersées, et qu'ils soient en renouvellement permanent sur le trajet de l'air à traiter, d'où l'utilité d'un brassage qui peut être imposé soit à l'air en circulation à travers la masse de milieu actif, soit au milieu de traitement dans son ensemble, soit encore au matériau actif lui-même quand il s'agit de particules dispersées dans le milieu de traitement.

Suivant une autre caractéristique de l'invention qui est commune aux variantes de mise en oeuvre par voie sèche ou par voie humide, les conditions du traitement photo-catalytique sont avantageusement déterminées pour exploiter un effet germicide propre au rayonnement utilisé, en plus de l'effet photo-catalytique. Le choix du dioxyde de titane comme catalyseur est alors particulièrement approprié en ce qu'il s'utilise avantageusement sous irradiation par un rayonnement ultraviolet dans la gamme des U.V. C. Dans la gamme de 10 à 280 nanomètres de longueur d'onde, c'est à environ 260 nanomètres que se situe la longueur d'onde préférée pour l'effet germicide direct.

Dans ce qui suit on commencera par s'intéresser à une forme de réalisation d'un appareil de purification d'air suivant l'invention conçu pour un fonctionnement en phase sèche. Le photo-

catalyseur est alors réparti dans une masse poreuse disposée le long d'une source de rayonnement qui avantageusement longiforme pour une circulation d'air dans le sens longitudinal de la masse poreuse.

5 Dans un procédé préféré suivant l'invention, le milieu actif à travers lequel on organise une circulation forcée de l'air à traiter est constitué par une masse active stationnaire réalisée sous la forme d'un réseau maillé tridimensionnel exposé à un rayonnement germicide, destructeur de polluants organiques éventuellement  
10 présents dans l'air et piégés dans les vides de ladite masse par impact sur les parois internes constituant sa surface spécifique (qui constituent les éléments de paroi à effet photo-catalytique dont on a parlé ci-avant).

Pour un fonctionnement en phase sèche, l'invention  
15 propose donc notamment un appareil épurateur d'air qui a pour caractéristique de comporter une masse active réalisée sous la forme d'un réseau maillé tridimensionnel exposé à une source longiforme de rayonnement germicide, ainsi qu'un système de ventilation forçant l'air à traiter à circuler au travers de ladite masse  
20 principalement dans la direction longitudinale de la source de rayonnement germicide longiforme.

Pour une utilisation optimale de la source de rayonnement et une répartition homogène des effets de la masse active, il est particulièrement avantageux d'adopter une configuration cylindrique,  
25 où la masse active offerte à la circulation de l'air à traiter forme une enveloppe entourant la source longiforme. On tire alors le meilleur profit du rayonnement germicide pour une source lumineuse émettant dans le domaine de l'ultraviolet, mais on peut aussi prévoir, en combinaison ou en variante, notamment dans la combinaison  
30 d'un effet germicide à un effet photocatalytique promoteur de l'effet destructeur des polluants au sein de la masse active. La masse active est de préférence elle-même réalisée, au moins en partie si ce n'est en totalité, de telle manière qu'en sa surface spécifique, elle soit constituée en une matière à action photocatalytique en présence  
35 du rayonnement auquel elle est exposée sur le trajet de l'air qui la

traverse. De la sorte, les effets germicides et photo-catalytiques se conjuguent dans le sens d'une destruction efficace des polluants organiques contenus dans l'air intérieur, les premiers agissant plutôt par ouverture des doubles liaisons des molécules d'ADN et les seconds agissant plutôt en favorisant l'oxydation de la matière organique.

La masse active peut être à base de différents matériaux en eux-mêmes connus pour d'autres applications. On pense ici notamment aux toiles métalliques, et plus particulièrement à celles qui sont faites d'un treillis de fil métallique tricoté. Tous les réseaux maillés ainsi constitués à base de fils ou fibres métalliques ont l'avantage d'être faciles à traiter pour obtenir des propriétés superficielles de photocatalyseur. On procède notamment par dépôt d'un revêtement en composé photocatalyseur par trempage dans une solution de ce composé des toiles, fibres, ou fils, qui sont ensuite conformés ou assemblés en une masse multicouches en trois dimensions. Par ailleurs les toiles en tricot ont, mieux que les tissus tissés ou non tissés, la faculté de se prêter à des déformations permettant, par exemple, de serrer élastiquement le réseau maillé sur un tube central source du rayonnement coopérant; ou de replier le produit sur lui-même pour obtenir un ensemble multicouches, ou encore de le comprimer plus ou moins sur lui-même pour faire varier la densité de matière offerte à l'impaction ou à la photocatalyse ou pour faire varier les dimensions de maille d'un point à un autre de la masse active globale.

D'autres matériaux à préconiser dans des variantes de mise en oeuvre de l'invention sont représentés par les matériaux poreux dans la masse. On sait par exemple que des propriétés similaires à celles qui sont recherchées suivant l'invention dans les toiles ou treillis métalliques peuvent être obtenues à partir d'autres types de masses poreuses.

Du point de vue du rôle de la masse active dans le procédé suivant l'invention, on notera qu'il est connu que des particules qui sont projetées à grande vitesse sur une cible ont tendance à être retenues à la surface de celle-ci. C'est ce que l'on appelle le

phénomène d'impaction. Il est utilisé de manière connue pour la collecte de micro-organismes vivants, alors que selon l'invention il est au contraire mis en oeuvre afin de contribuer à leur destruction.

Toutefois, là n'est pas le seul effet dont l'invention tire profit du fait du choc des particules véhiculées par l'air sur les parois internes de la masse active. La perte énergétique qui tend à faire adhérer ces particules sur la surface active est certes déjà favorable à l'efficacité du procédé, notamment dans le cas d'une surface traitée photo-catalytique, mais il s'y ajoute que d'une part les particules ralenties restent un temps piégées dans les vides de la masse active, si bien que globalement elles sont plus freinées que l'air dans leur parcours exposé au rayonnement germicide, et il s'y ajoute d'autre part que les particules sont fragilisées par ces chocs sur les parois internes de la masse active. Ces chocs tendent notamment à provoquer un éclatement des particules relativement grosses et à briser les enveloppes des micro-organismes particulièrement résistants que sont notamment les spores, en permettant ainsi au rayonnement germicide de les atteindre plus facilement au coeur pour altérer la croissance et la division cellulaire et arrêter leur reproduction.

Comme on l'a déjà indiqué, l'agent photo-catalyseur intégré dans la masse active est de préférence constitué de dioxyde de titane. En combinaison avec un tel photo-catalyseur, on prévoit avantageusement une source de rayonnement germicide émettant aux environs de 250 à 270 nanomètres. Le rayonnement U.V. C est très énergétique et il est capable de pénétrer dans les vides de la masse active en la traversant radialement dans toute son épaisseur autour d'un tube émetteur constituant la source longiforme, notamment lorsque dans le même temps, celle-ci s'étend sur une longueur suffisante pour que le temps de parcours de l'air dans la direction longitudinale parallèle à la source assure une destruction complète des particules organiques polluantes. D'autre part, il est aisé d'éviter que le rayonnement ultraviolet soit producteur d'ozone alors même que l'on respecte les conditions de longueurs d'onde permettant l'activation d'un catalyseur à base de dioxyde de titane. D'autre part encore, l'activité germicide recherchée est optimale

dans cette gamme de longueurs d'onde pour les virus et les bactéries habituelles et elle l'est aussi vis-à-vis des spores dans la mesure où la résistance de leurs parois a été préalablement amoindrie par l'effet mécanique des chocs subis au sein de la masse active.

Afin d'atteindre un objectif supplémentaire de l'invention, qui est d'obtenir que l'exposition de la masse active au rayonnement qui l'illumine soit complète et homogène, de manière à assurer la destruction complète des particules qui sont temporairement piégées en son sein, l'invention prévoit avantageusement que le réseau maillé, ou maillage, occupe toute la section d'une coque cylindrique délimitant l'espace fonctionnel du dispositif autour de la source lumineuse. Cette source est disposée dans le dispositif dans l'axe d'un volume annulaire occupé par le maillage, ce qui lui permet d'éclairer de façon homogène l'intégralité de celui-ci.

De ce point de vue, une disposition particulièrement avantageuse de l'invention consiste à compléter l'appareil par des moyens réflecteurs du rayonnement tendant à le renvoyer vers la masse active. On peut ainsi, à la fois, d'une part améliorer le rendement d'exploitation du rayonnement émis aux fins du procédé, notamment en ce qui concerne l'effet germicide, d'autre part améliorer son efficacité dans chaque cellule ou maille de la masse active, en favorisant qu'il soit renvoyé dans toutes directions pour aller frapper les différentes parois à propriétés photo-catalytiques.

On s'intéressera maintenant plus particulièrement aux situations où l'on préfère opérer en phase humide plutôt qu'en phase sèche comme précédemment. Tout en préservant une conception de l'appareillage et des conditions de fonctionnement qui assurent pour l'essentiel les mêmes effets combinés d'irradiation germicide, de photo-catalyse et d'impaction, il s'agit de remplacer le piégeage des polluants organiques en cours de destruction qui s'opérait dans les vides de la masse active stationnaire par un piégeage similaire s'effectuant cette fois au sein d'une masse liquide qui est brassée par l'air à traiter et qui exposée au rayonnement germicide, alors qu'elle contient et les éléments de paroi solide pour l'impaction et le

photo-catalyseur (avantageusement sur les mêmes parois) sous forme de particules maintenues dispersées dans la masse liquide.

L'invention se traduit avantageusement dans ce cas sous forme d'un procédé d'épuration d'air consistant à entraîner l'air à  
5 traiter à circuler au contact d'une masse liquide dans laquelle sont dispersées des particules sur lesquelles les polluants organiques contenus dans cet air sont projetés, ladite masse liquide étant par ailleurs exposée à irradiation par un rayonnement à effet germicide activé par un photo-catalyseur dispersé dans la masse liquide. Le  
10 photo-catalyseur est de préférence porté par les particules dispersées dans la masse liquide et sur lesquelles se produit le phénomène d'impaction des polluants.

Afin d'augmenter la surface de contact entre polluants et particules dispersées, d'augmenter la surface d'irradiation par la  
15 source de rayonnement germicide, et d'améliorer le brassage à la fois des polluants et des particules dispersées dans la masse liquide, la circulation de l'air s'effectue préférentiellement de manière à entraîner la masse liquide en rotation sur elle-même pour créer un vortex au sein de cette dernière. Il s'ensuit une efficacité  
20 améliorée du traitement photo-catalytique, tant par l'augmentation du temps de parcours de l'air au contact de la masse liquide, résultant du vortex, que par l'augmentation du temps de séjour des polluants sous irradiation, résultant du piégeage desdits polluants au sein de la masse liquide.

L'invention a également pour objet un appareil de  
25 purification d'air qui comporte, d'une part, un récipient contenant une masse liquide dans laquelle sont dispersées des particules, d'autre part une source d'éclairement de cette masse liquide par un rayonnement germicide, préférentiellement un rayonnement ultra-  
30 violet de la gamme "C", et, par ailleurs, un système de ventilation imposant à l'air à traiter de circuler au contact de la masse liquide pour créer dans celle-ci un vortex. Les polluants contenus dans l'air introduit dans un tel appareil de purification sont entraînés par ce vortex à être projetés sur les particules dispersées dans la masse  
35 liquide et ils sont piégés dans cette dernière où ils subissent un

traitement photo-catalytique amorcé par la source de rayonnement germicide et activé par un photo-catalyseur dispersé dans cette masse liquide.

Afin de favoriser la création et le maintien de ce vortex, l'invention prévoit que le récipient contenant la masse liquide soit 5  
préférentiellement de forme conique, avec une partie de plus grand diamètre située du côté par lequel l'air à traiter est introduit dans le récipient. En complément, l'invention prévoit que l'air à traiter soit 10  
préférentiellement introduit dans ce récipient tangentielllement aux parois de celui-ci de manière à amorcer l'effet de vortex dès l'introduction de l'air dans l'appareil de purification selon l'invention.

Dans ce cas, pour une irradiation optimale du liquide dans tout son volume, la source de rayonnement germicide est 15  
préférentiellement placée selon l'axe de révolution du cône formé par le récipient contenant la masse liquide.

D'autre part, il est utile de favoriser un long temps de séjour de l'air à traiter au contact des particules dispersées dans la masse liquide, à la fois pour l'efficacité du phénomène d'impaction et pour celle de l'effet photo-catalytique. A cette fin, l'invention 20  
prévoit notamment que l'air à traiter soit injecté dans ce récipient par un conduit débouchant dans la partie de plus grand diamètre de celui-ci, et qu'il soit évacué dudit récipient également au voisinage de la partie de plus grand diamètre de ce dernier. Ainsi, sous l'effet du vortex amorcé par son injection tangentielle dans le récipient 25  
contenant la masse liquide, l'air à traiter est forcé, par la géométrie du récipient d'accueil, à circuler dans un premier temps vers la partie de plus petit diamètre du récipient (c'est-à-dire vers le sommet du cône que forme ce récipient), puis dans un second temps, à circuler à nouveau vers la partie de grand diamètre de ce 30  
récipient. Le temps de séjour au contact des particules dispersées dans la masse liquide est ainsi augmenté, ce qui favorise une plus grande efficacité du traitement.

Le système de ventilation est, pour sa part, dimensionné de telle manière que la vitesse qu'il communique à l'air à traiter soit

suffisante pour que ce dernier, par son injection tangentielle dans le récipient contenant la masse liquide, puisse générer le vortex recherché.

Les particules dispersées au sein de la masse liquide sont  
5 préférentiellement constituées de dioxyde de titane, au moins en surface. Il peut s'agir notamment de particules de polyéthylène (matériau inerte) revêtues de dioxyde de titane, encore qu'il sera souvent préférable de choisir des particules incorporant le dioxyde de titane dans la masse, afin de conserver l'effet catalyseur  
10 indépendamment de l'usure des particules au cours du temps.

Dans la mise en oeuvre pratique de l'invention, l'épurateur par voie sèche tel que défini ci-dessus aura en général l'avantage de débarrasser avec efficacité un air ambiant fortement pollué de la quasi-totalité de ses polluants organiques, alors que le procédé en  
15 phase humide sera plutôt réservé à des traitements de finition.

Il en résulte qu'un procédé de purification d'air particulièrement élaboré suivant l'invention comprendra deux  
épurateurs en cascade, un de chaque type, avec de préférence l'épurateur sur réseau tridimensionnel stationnaire disposé en amont  
20 de l'épurateur à particules dispersées en milieu liquide sur un circuit d'air à traiter les parcourant en série.

L'invention permet ainsi, par la combinaison des deux voies principale de traitements qui ont été décrits, d'assurer une efficacité optimale de l'élimination des micro-organismes dans l'air pollué. Elle  
25 s'étend à un appareil de purification d'air combinant les deux épurateurs à piégeage respectivement en phase sèche et en phase liquide. De cet appareil complet, on décrira plus loin une forme de réalisation particulièrement avantageuse, où les deux épurateurs sont montés côte à côte dans une configuration qui a l'avantage  
30 d'être compacte et peu encombrante pour des conditions optimales de circulation de l'air dans le plein respect des spécificités de chacun des deux milieux de traitement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de différents modes

de réalisation de celle-ci, description illustrée par :

- la figure 1 qui est une vue schématique d'un appareil de purification d'air selon l'invention dans son mode de réalisation préféré suivant lequel un épurateur à piégeage en phase liquide est combiné à un épurateur à piégeage en phase sèche,

- les figures 2A, 2B, 2C qui sont respectivement une vue schématique en perspective et une vue schématique en coupe longitudinale d'un appareil de purification d'air à piégeage en phase sèche,

- la figure 3 qui est une vue schématique en perspective d'un appareil de purification d'air à piégeage en phase liquide,

- la figure 4 est une représentation schématique en coupe d'un mode de réalisation d'un appareil de purification d'air selon l'invention dans lequel une source commune de rayonnement germicide est mise en œuvre pour les deux épurateurs d'air qu'il comporte,

- et les figures 5 et 6 sont des représentations schématiques de l'appareil de la figure 4 en section transversale suivant *a-a* ou *b-b* de la figure 4 respectivement.

Pour plus de clarté, les mêmes éléments sont désignés par les mêmes repères dans ce qui suit.

En référence à la figure 1, un appareil de purification d'air selon l'invention dans son mode de réalisation préféré comporte un épurateur d'air à piégeage en phase sèche A et un épurateur d'air à piégeage en phase liquide B.

On voit que l'appareil de purification selon l'invention est réalisé mobile et placé sur un caisson inférieur 6 monté sur des roulettes 7, ce qui permet de le déplacer aisément d'une pièce à une autre ou d'un endroit à un autre dans une même pièce. Le caisson inférieur 6 contient le système de ventilation à l'admission dans l'épurateur A, alors que l'air purifié est évacué de l'épurateur B.

La description faite maintenant en référence aux figures 2A, 2B, 2C concerne un épurateur d'air à piégeage en phase sèche qui

peut certes être adapté pour constituer l'épurateur A de la figure 1, mais qui est plutôt construit pour être utilisé en épurateur autonome.

Sa construction dans son ensemble respecte une géométrie à symétrie de révolution circulaire autour d'un axe longitudinal central occupé par une source de rayonnement 5. L'épurateur est  
5 délimité par une coque tubulaire 1, ici de forme cylindrique à section circulaire, qui est disposée, verticalement par rapport au sol, fixe sur le caisson 6. Cette coque, rigide et mécaniquement résistante, est typiquement constituée de matière plastique ou d'acier inoxydable.  
10 Elle est doublée d'une gaine 3, réalisée par exemple en feuille d'aluminium, dont le propos est de réfléchir les rayons ultraviolets dans la gamme de longueurs d'onde de la source utilisée.

La coque 1 enferme un maillage 2 qui constitue la masse active destructrice des polluants organiques. Il s'agit d'un réseau  
15 maillé tridimensionnel, à base de fil métallique, qui remplit le volume interne à la coque 1. Plus précisément, on a prévu préférentiellement d'utiliser un tissu métallique de fil tricoté, qui est replié en plusieurs couches sur lui-même, par exemple par enroulement sur lui-même à la manière d'une éponge métallique  
20 ménagère. En outre, le fil métallique utilisé a été préalablement revêtu d'un composé à base de dioxyde de titane. De cette manière, la masse active présente une surface spécifique à action photocatalytique provoquant une décomposition oxydative des molécules de polluants habituellement présentes dans l'air. Dans les conditions  
25 de fonctionnement de l'appareil, les dimensions de maille sont choisies assez lâches pour permettre une diffusion libre du rayonnement ultraviolet à l'intérieur de l'ensemble de la masse active.

Au centre de l'épurateur, dans l'axe de la coque 1, la  
30 source de rayonnement germicide 5 représente l'autre élément essentiel de l'épurateur d'air à piégeage en phase sèche. Elle est constituée, plus particulièrement, par une lampe longiforme émettrice de rayonnement ultraviolet qui est entourée d'un tube protecteur 16 qui est en quartz pour être transparent aux rayons  
35 U.V. La lampe 5 est tenue dans l'axe vertical du tube 16 par tout

**13**

moyen en soi connu, le tube 16 étant lui-même maintenu par des entretoises support de forme étoilée dont les branches 17 sont soudées sur la coque 1. L'ensemble est choisi pour être émetteur dans la gamme de longueurs d'onde des UVC, comme on sait  
5 l'obtenir par exemple par une lampe à mercure.

Le maillage de masse active 2 s'étend tout autour du tube 16 enveloppant la lampe UV, et radialement de celui-ci jusqu'à la gaine réfléchissante 3 qui double intérieurement la coque 1. De place en place ses brins de matière sont soudés sur des tiges  
10 verticales 18, éventuellement aussi sur la gaine 3. On évite ainsi que le maillage s'affaisse et l'on évite aussi de laisser se créer des lames d'air parcourant l'épurateur de bas en haut. Dans la direction longitudinale, la masse active est répartie en trois lits qui à eux trois couvrent la hauteur de traitement depuis l'entrée du flux d'air par  
15 l'extrémité inférieure de la coque jusqu'à sa sortie à l'extrémité supérieure, la distance entre entrée et sortie étant suffisante pour assurer le degré de purification désiré et éviter qu'aussitôt rejeté dans l'atmosphère l'air propre se mélange d'air sale non encore traité.

20 On a schématiquement fait ressortir sur les figures 2B et 2C que le maillage constitutif de la masse active n'est pas uniforme. Il présente un gradient de variation de dimension de maille, qui va en diminuant le long du trajet de l'air. En réalisation pratique, on observe que dans la répartition en trois lits, le maillage est très  
25 lâche dans le lit inférieur 21, plus serré dans le lit intermédiaire 22, et très serré dans le lit supérieur 23. Un tel gradient dans le sens longitudinal de la circulation d'air est avantageux en ce que des grosses particules présentes dans l'air à l'entrée du lit inférieur pourront traverser le maillage de celui-ci et ne parvenir au lit  
30 supérieur qu'après avoir fractionnées en petites particules qui peuvent y être traitées sans provoquer son colmatage.

Dans certains modes de mise en oeuvre de l'invention, on peut en outre prévoir un gradient transversal, en comprimant radialement le maillage vers la lampe U.V., dans un compromis entre  
35 la vitesse de passage de l'air, la densité de remplissage en parois

accessibles à l'impaction et la densité de vide accessible à la pénétration des rayons U.V.

Dans les étages successifs de la masse active 2, il est ménagé un espace vide entre les deux lits de maillage successifs, sur une hauteur de couche nettement plus importante qu'il n'a été illustré en 25 pour l'exemple de la figure 2B. L'espace constitué par la couche vide de maillage offre à l'air en circulation une zone d'écoulement turbulent. Tout en conservant globalement un sens de circulation dans la direction longitudinale de l'unité de traitement, on provoque ainsi, au niveau de chaque couche vide de maillage, un mélange des veines de circulation d'air, de manière à favoriser que de l'air qui a été traité au plus près le long de la lampe passe ensuite plus loin, près de la coque extérieure, et vice-versa. En outre, la même couche d'air entre les lits de maillage se laisse traverser en direct par les rayons UV, ceux émanant de la lampe elle-même, mais aussi ceux qui reviennent après réflexion sur la gaine 3. Du fait en plus des réflexions à l'intérieur du maillage, il se crée au total une diffusion multi-directionnelle des rayons U.V. vers les zones adjacentes des deux lits de maillage voisins.

Dans la partie inférieure de la coque 1, au refoulement du ventilateur 8, un écran déфлекteur 14 est interposé sur le trajet de l'air de manière à lui interdire de pénétrer là au voisinage immédiat de la lampe UV, sans d'abord traverser une zone remplie de maillage de masse active. Ce déфлекteur est de forme conique, à pointe dirigée vers le bas. Il couvre toute la largeur du tube central 16. Il sert ainsi à dévier le flux d'air hors de la zone occupée par la source lumineuse centrale en le dirigeant vers l'entrée de la masse active. Du point de vue du montage mécanique, le déфлекteur 14 est porté fixe par un support 24 à trois tiges en étoile, qui est soudé directement sur la coque extérieure et distinct de l'entretoise en étoile 4 soutenant le maillage du lit inférieur de masse active 21.

A l'extrémité supérieure de la coque 1, il est prévu un filtre 15 qui permet de retenir les particules minérales, venant ainsi utilement compléter l'effet de la masse active sous irradiation, dans la mesure où seules les particules de nature organique ont été

détruites au cours de la traversée de la masse active. On notera que ce genre de filtre n'a d'intérêt que dans le cas où l'épurateur est destiné à un fonctionnement en autonome. En effet si le traitement en phase sèche est suivi d'un traitement en phase humide les  
5 particules minérales seront retenues dans le milieu liquide utilisé dans l'épurateur aval, qui jouera ainsi le rôle de filtre final.

Au cours du trajet de l'air dans les lits de maillage constituant la masse active, les particules qu'il entraîne subissent un processus de purification relevant de la combinaison synergique de  
10 trois phénomènes qui cumulent leurs effets potentialisateurs afin d'assurer la destruction des polluants de nature organique. L'effet germicide du rayonnement se traduit essentiellement sur les particules de micro-organismes cependant que ces particules comme les particules polluantes subissent l'effet du processus d'impaction  
15 sur les parois internes au maillage et voient ainsi s'altérer leurs caractéristiques structurelles et fonctionnelles, et dans le même temps l'effet photo-catalytique attaque par oxydation toutes les molécules qui y sont sensibles, d'autant mieux qu'elles restent piégées temporairement dans les cellules vides du maillage.

20 On passera maintenant à la description de la figure 3, illustrant la constitution d'un épurateur par voie humide suivant l'invention, en considérant qu'il est destiné à être couplé à un épurateur par voie sèche le précédant sur le trajet de l'air à traiter.

Un tel épurateur comporte un récipient 100 contenant une  
25 masse liquide 200 (en fait de l'eau) dans laquelle sont dispersées des particules solides en suspension. Le récipient 100 présente une forme conique dont le sommet est dirigé vers le bas. L'air est admis dans l'épurateur par un conduit 400 qui débouche dans l'enceinte contenant la masse liquide, au-dessus du niveau d'eau. Il en est  
30 extrait au même niveau par un conduit 500 s'ouvrant dans l'atmosphère environnante. Un robinet de purge 700 est prévu au fond du récipient. Il sert à évacuer l'eau pour la renouveler, partiellement ou en totalité, quand elle devient encombrée de particules minérales non détruites par le procédé ou quand les  
35 particules de catalyseur sont consommées et trop usées.

## 16

L'air est injecté dans le récipient 100 par le conduit d'entrée 400 de manière à suivre un trajet lamellaire s'enroulant en hélice en léchant les parois du récipient, comme il est illustré par les flèches F sur la figure 3. La masse liquide est mise en mouvement par ce flux d'air. On génère ainsi un vortex, qui assure un brassage continu et régulier de la masse liquide, entraînant avec elle les particules qu'elle contient. Pour favoriser la production du vortex, le conduit d'amenée 400 débouche sensiblement tangentiellement à la paroi intérieure du récipient 100 en sa partie supérieure de plus grand diamètre.

L'intérêt du brassage des particules sous l'effet de ce vortex est multiple. On assure que l'air décrit un long trajet à travers la masse liquide, d'abord suivant une hélice en descendant, puis suivant une autre hélice en remontant. Quant aux particules elles sont en permanence ramenées d'un endroit à un autre de la cuve de traitement, en présentant toutes leurs faces à tour de rôle à l'impact des polluants en cours de destruction, en s'approchant périodiquement au plus près de la source de rayonnement pour ce qui est de leur effet photo-catalytique. Tant le temps de séjour de l'air dans le milieu actif que la multiplicité des particules qu'il y rencontre sont favorables au phénomène d'impaction, et il s'y ajoute que le vortex communique aux polluants en cours de destruction qu'il entraîne une énergie supplémentaire qui favorise également ce phénomène d'impaction.

Les polluants organiques réduits et/ou fragilisés du fait du phénomène d'impaction sont soumis à un traitement germicide photo-catalysé pendant tout le temps où ils restent piégés au sein de la masse liquide. A cette fin, l'épurateur comporte une source de rayonnement germicide, constitué par un tube 600 émettant dans la gamme "C" du spectre ultra-violet qui est disposé verticalement dans la cuve 100. Le cas échéant, on prévoit de constituer les parois de la cuve en un matériau transparent, de sorte que l'utilisateur de l'épurateur puisse observer le fonctionnement du vortex et voir l'état du milieu liquide.

Les particules dispersées dans la masse active liquide sont

avantageusement réalisées dans un matériau polymère chimiquement inerte, préférentiellement à base de polyéthylène, dont la surface est revêtue d'un composé à base de dioxyde de titane. Légères du fait de leur faible densité, elles peuvent aisément  
5 rester dispersées au sein de la masse liquide. Inertes dans leur masse, elles ne présentent que très peu de risques de réaction avec les polluants piégés au sein de la masse liquide dans le cas où leur revêtement photocatalytique viendrait à être endommagé au cours du temps. Toutefois, il sera souvent préférable, en variante, de  
10 constituer les particules d'un matériau contenant le dioxyde de titane dans la masse. Ceci est favorable en particulier en considération des possibilités d'usure superficielle des particules.

Dans un appareil de purification selon l'invention associant un épurateur d'air à piégeage en phase sèche A et un épurateur d'air  
15 à piégeage en phase liquide B tels qu'il est représenté sur la figure 1, le caisson 6 est avantageusement équipé de roulettes pivotantes 7, ce qui permet d'amener facilement l'ensemble en tous points souhaités de la pièce dont l'air intérieur doit être épuré. Le caisson abrite un ventilateur 8 qui aspire l'air depuis l'intérieur de la pièce, à  
20 travers les ouïes d'entrée d'air 9 ménagées sur une face latérale du caisson. En tête de l'épurateur en phase sèche, l'air conserve une vitesse suffisante pour être admis dans l'épurateur en phase humide et y créer l'effet de vortex.

Une autre configuration d'un appareil suivant l'invention combinant les deux types d'épurateurs est appliquée dans le mode  
25 de réalisation illustré par les figures 4, 5 et 6. Dans ce cas les deux épurateurs ne sont plus véritablement disposés côte à côte, mais plutôt l'un en dessous de l'autre, et ils fonctionnent avec une seule source de rayonnement, qui leur est commune.

Dans le cas particulier décrit, le cône de l'épurateur en phase humide est disposé plus bas que l'épurateur en phase sèche. L'un et l'autre restent centrés autour d'un axe vertical, mais ils ne  
30 sont pas sur le même axe. Ceci permet une disposition compacte, où au-dessus de la cuve 100, le conduit de sortie de l'air épuré 500  
35 passe à côté de l'épurateur en phase sèche, à côté de celui-ci.

La source de rayonnement UV est constituée par un tube 60, dont on voit sur la figure 4 qu'il traverse tout du long la coque 1 contenant la masse active tridimensionnelle dans l'épurateur A, et qu'au-delà, en partie basse de l'appareil, il pénètre dans la cuve 100 contenant la masse liquide à particules dispersées de l'épurateur B. Compte tenu de cette disposition, la circulation de l'air dans la masse tridimensionnelle n'est plus de bas en haut mais de haut en bas.

L'air à traiter est aspiré dans un caisson 10 situé en partie basse de l'appareil. Il est refoulé par un ventilateur 20 dans une enceinte 70 qui constitue une enveloppe fermée, ici de section carrée, tout autour des deux épurateurs et du conduit 500. Sa vitesse ascensionnelle est suffisante pour que, sans perturber l'entrée dans le vortex il soit conduit jusqu'au sommet de la colonne de l'épurateur A, en 30 sur la figure 4. De l'épurateur A, il passe directement dans l'épurateur à piégeage en phase liquide B, situé au-dessous. Il en ressort par le conduit 500, qui traverse de manière étanche l'enceinte 70 pour le rediffuser dans l'atmosphère à partir d'un collecteur 40, éventuellement équipé d'un extracteur.

La figure 4 fait apparaître en 50 la présence d'une réserve d'eau. De l'eau en est prélevée automatiquement pour faire l'appoint en compensation des pertes en fonctionnement et maintenir la masse liquide à un constant, comme il est souhaitable pour la stabilité du vortex. Enfin, on observe de la figure 6 que le tube UV est dans une position décentrée par rapport à la cuve 100 là où il y pénètre pour y constituer la source de rayonnement de l'épurateur B et qu'il est protégé d'une arrivée trop directe du flux d'air par un déflecteur 80.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de purification d'air consistant essentiellement à forcer l'air à traiter à circuler à travers un milieu actif exposé à un rayonnement germicide en présence d'un matériau photo-catalytique qu'il contient, à effet destructeur pour les micro-organismes éventuellement présents dans l'air et retenus dans le milieu actif tels que réduits et/ou fragilisés par impact sur des éléments de parois présents à cet effet dans le milieu actif.

2. Procédé suivant la revendication 1 dans lequel ledit milieu actif est constitué par une masse active réalisée sous la forme d'un réseau tridimensionnel de parois à surface photo-catalytique exposé audit rayonnement germicide, les polluants organiques éventuellement présents dans l'air en circulation à travers ladite masse active étant piégés dans les vides de cette dernière par impact sur les parois internes constituant sa surface spécifique.

3. Procédé suivant la revendication 2 dans lequel ladite masse active (2) est constituée d'un treillis métallique multicouches à revêtement photo-catalytique, notamment à base de dioxyde de titane, qui est disposé autour d'une source de rayonnement germicide longiforme, notamment constituée par un tube émetteur de rayonnement ultraviolet, préférentiellement dans la gamme des UV C, et en ce que la circulation d'air est assurée dans une direction longitudinale parallèlement à l'axe de la source longiforme.

4. Procédé suivant la revendication 1 dans lequel ledit milieu actif est constitué par une masse liquide dans laquelle sont dispersées des particules à activité photo-catalytique et qui est exposée à un rayonnement germicide qui, en présence desdites particules à activité photo-catalytique, a un effet destructeur pour

les polluants organiques éventuellement présents dans l'air en circulation à travers ladite masse liquide qui sont piégés dans ladite masse par impact sur des particules à paroi solide qu'elle contient en suspension.

5           **5.**     Procédé suivant la revendication 1 dans lequel l'air à traiter est admis dans la masse liquide de manière à y générer un vortex.

10           **6.**     Appareil de purification d'air comportant au moins un épurateur comportant des moyens de circulation de l'air à traiter à travers une masse active contenant un matériau photo-catalytique et des éléments de paroi solide est exposé à une source de rayonnement U.V. germicide, à effet destructeur des polluants organiques éventuellement présents dans l'air en circulation qui sont réduits et/ou fragilisés par impact sur lesdits éléments de paroi solide et piégés à leur voisinage dans ladite masse active.

15           **7.**     Appareil suivant la revendication 6 comportant au moins un épurateur en phase sèche comportant des moyens pour forcer l'air à traiter à circuler à travers ladite masse active et dans lequel ladite masse active est réalisée sous la forme d'un réseau tridimensionnel de parois à surface photo-catalytique disposée autour de ladite source de rayonnement germicide et la circulation d'air étant assurée parallèlement à l'axe de ladite source.

20           **8.**     Appareil selon la revendication 7, dans lequel ladite masse active est entourée d'une gaine (3) réfléchissante pour le rayonnement émis par ladite source.

25           **9.**     Appareil épurateur d'air suivant la revendication 7 ou 8, dans lequel ladite masse est répartie longitudinalement en plusieurs lits de maillage à parois photocatalytiques séparés par des couches vides de maillage offrant à l'air en circulation des zones d'écoulement turbulent et/ou dans lequel ladite masse

30

active présente un gradient de dimensions de mailles allant d'un maillage plus lâche à un maillage plus serré dans le sens de circulation de l'air.

5           **10.** Appareil de purification d'air suivant la revendication 6, comportant au moins un épurateur en phase humide dans lequel ladite masse active est réalisée sous forme liquide dans un récipient contenant des particules à activité photo-catalytique dispersées dans ladite masse qui constituent également lesdits éléments de paroi pour l'impaction des polluants organiques, et  
10 dans lequel il est prévu des moyens d'admission d'air qui entraînent la formation d'un vortex dans ladite masse liquide.

**11.** Appareil de purification d'air suivant la revendication 6 comportant des moyens pour forcer l'air à traiter à circuler d'abord à travers un épurateur en phase sèche réalisé suivant l'une des  
15 revendication 7 à 9 puis à travers un épurateur en phase humide réalisé suivant la revendication 10, l'épurateur en phase humide étant de préférence disposé verticalement en dessous de l'épurateur en phase sèche et ce dernier contenant une source de rayonnement verticale qui pénètre dans l'évaporateur en phase  
20 humide pour y constituer sa source de rayonnement.

1/4

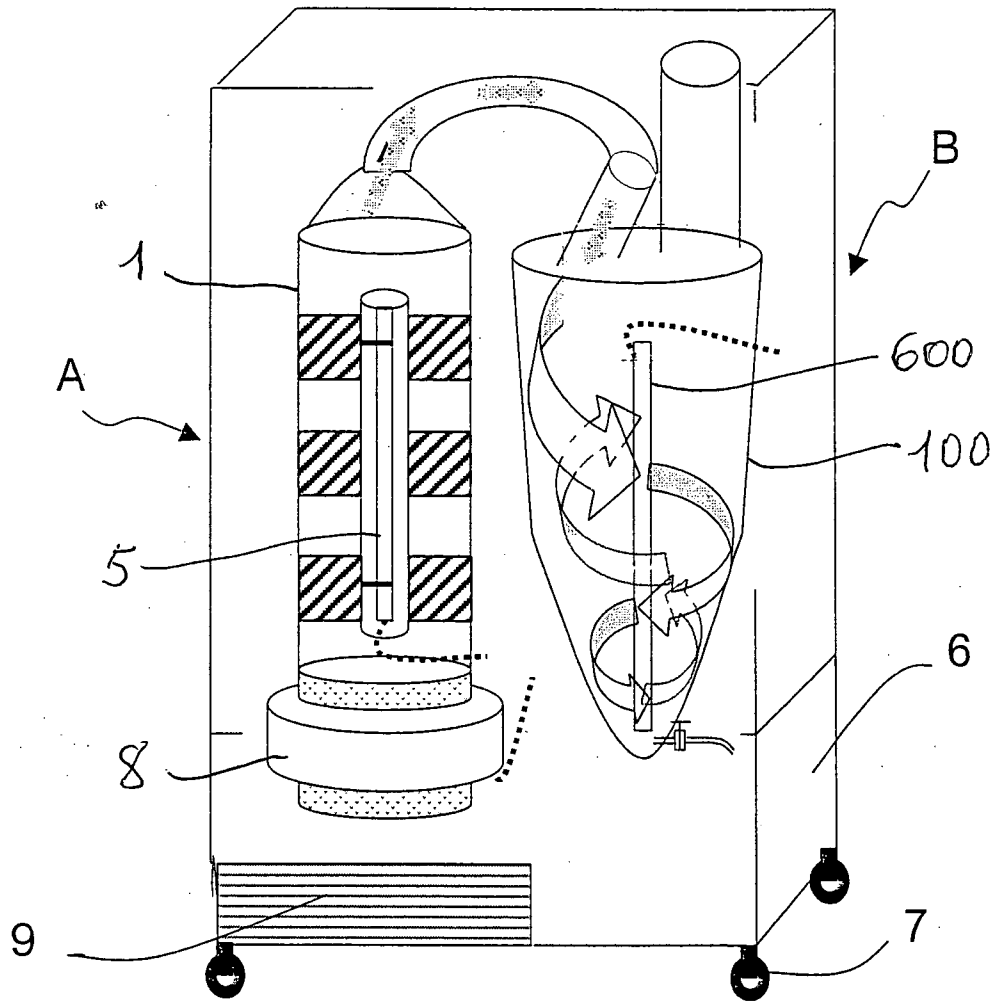


Figure 1

FIG.2B

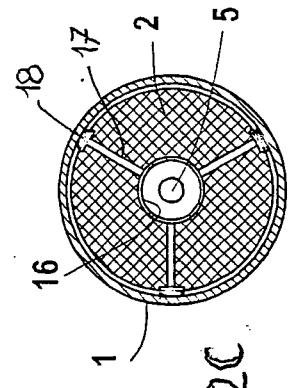
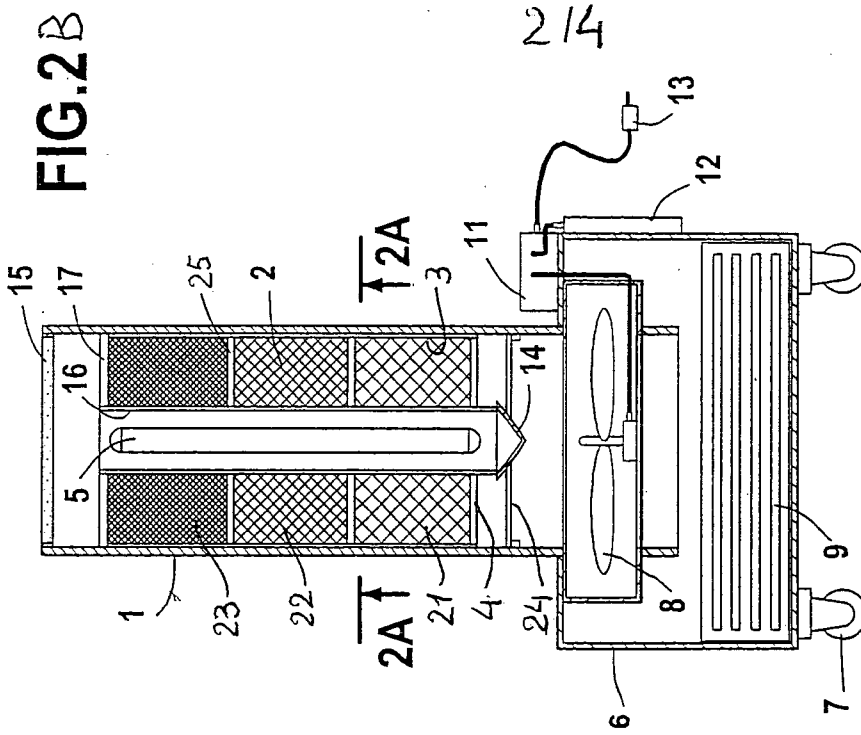


FIG.2C

FIG.2A

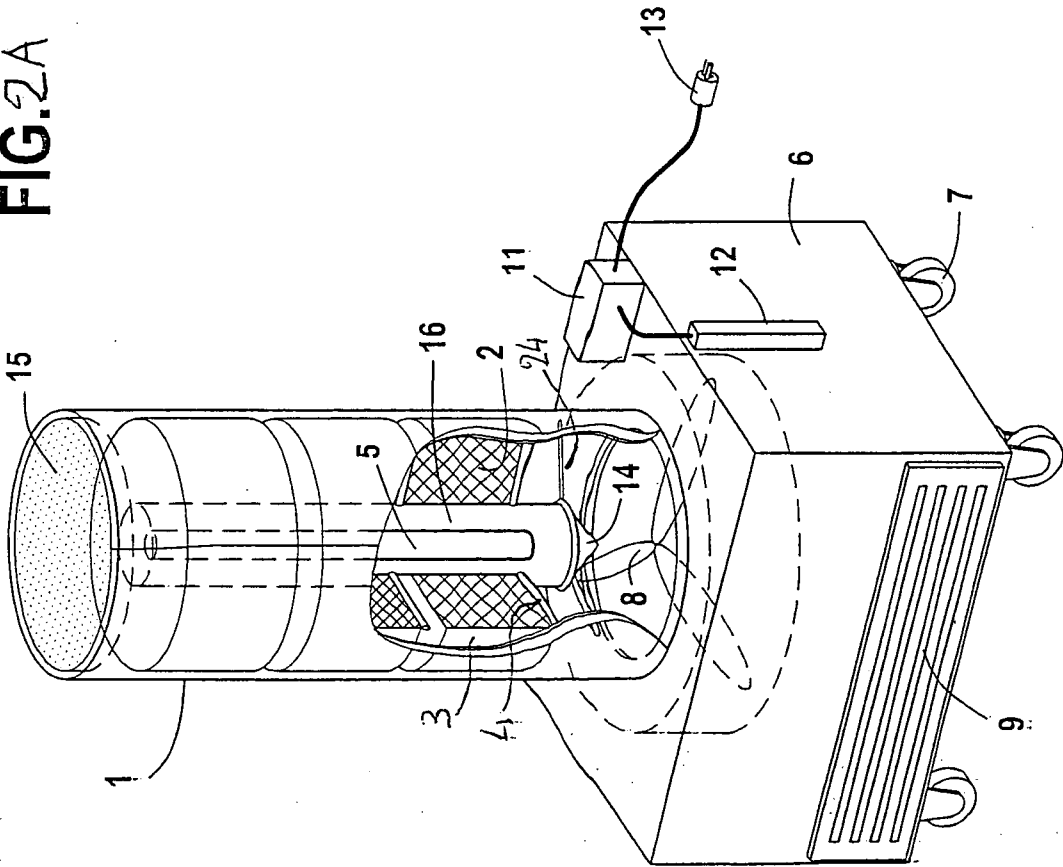


Figure 5

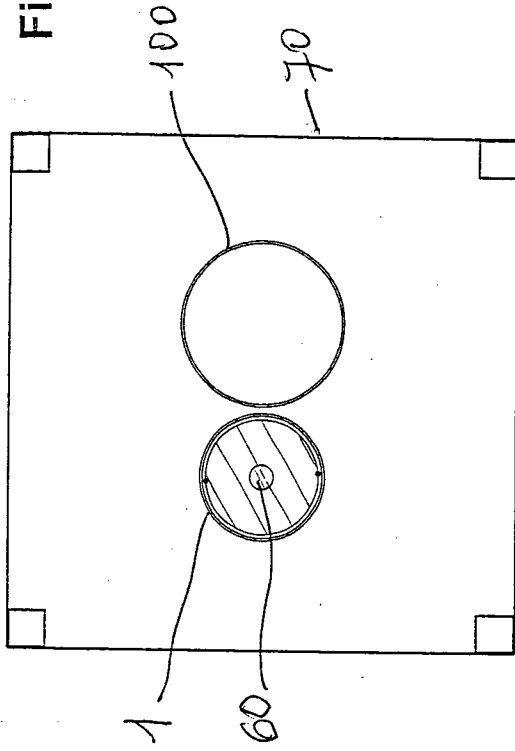


Figure 6

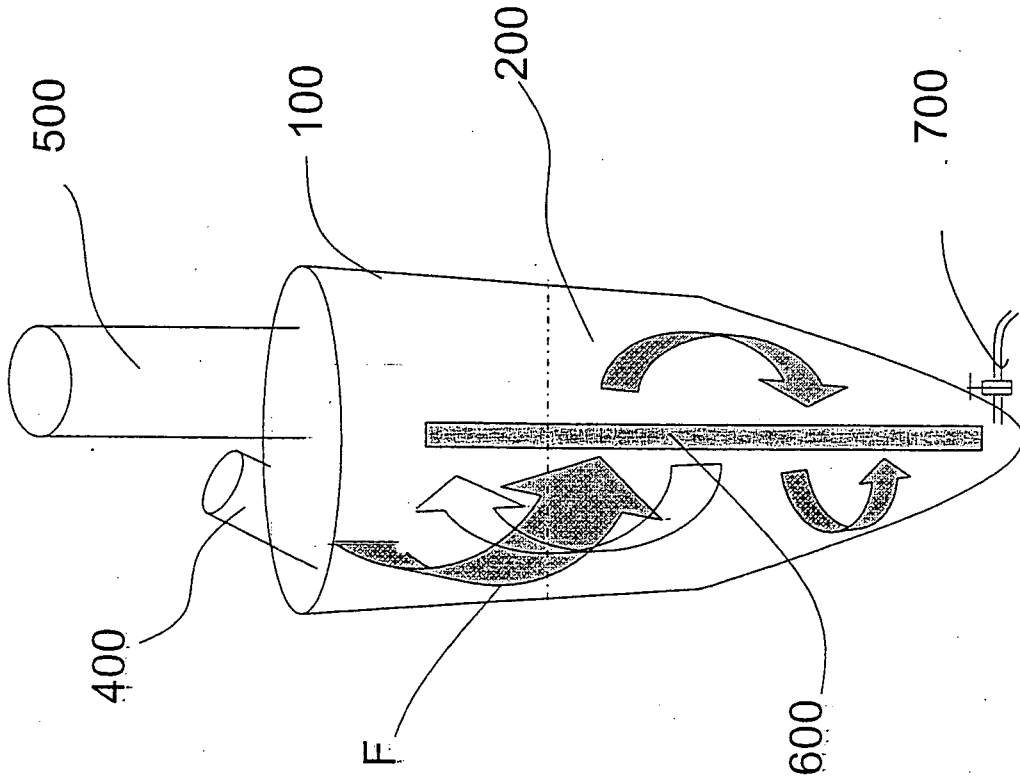
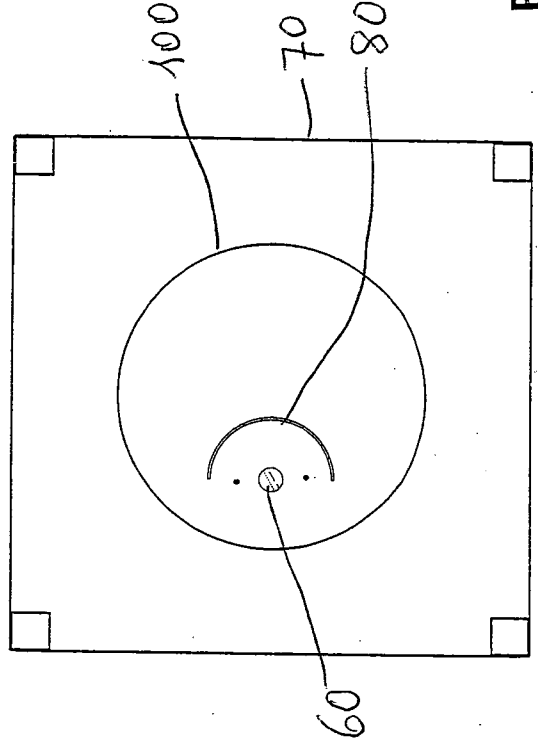


Figure 3

4/4

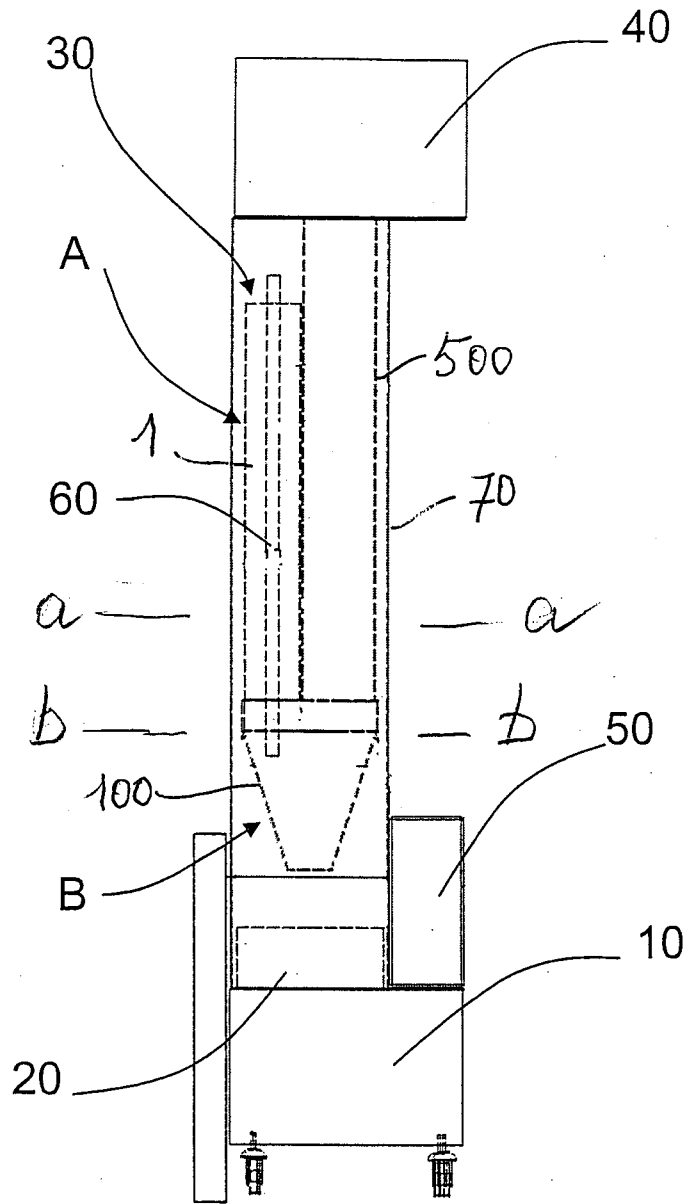


Figure 4