

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 029 432

21 N° d'enregistrement national : 15 51558

51 Int Cl⁸ : B 05 B 17/06 (2016.01), F 25 D 23/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.02.15.

30 Priorité : 05.12.14 FR 1402792.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.06.16 Bulletin 16/23.

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 :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ARECO FINANCES ET TECHNOLOGIE - ARFITEC Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : GSCHWIND MICHEL, RICHARD FREDERIC et SABRAOUI ABBAS.

73 Titulaire(s) : ARECO FINANCES ET TECHNOLOGIE - ARFITEC Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : IXAS CONSEIL.

54 DISPOSITIF DE PULVERISATION COMPACT.

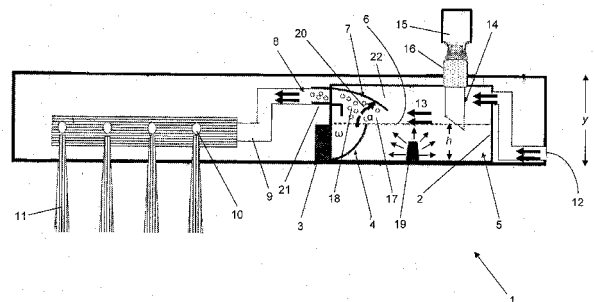
57 Dispositif de nébulisation (1) capable de générer un brouillard de gouttelettes d'un liquide à partir d'un liquide (5) contenu dans une cuve (2), ledit dispositif (1) comprenant :

○ un élément piézo-électrique (3) apte à émettre des ondes acoustiques dans ledit liquide (5),

○ une surface de réflexion acoustique (4) immergée sans ledit liquide (5), apte à focaliser les ondes acoustiques émises par ledit élément piézo-électrique (3) sur une zone focale qui se situe au-dessous de la surface (6) du liquide (5) pour créer un jet de brouillard (20) appelé « jet primaire de nébulisation », o un déflecteur (7) du jet primaire de nébulisation (20),

○ un système (9) de diffusion de brouillard par lequel ledit brouillard de gouttelettes quitte ledit dispositif (1), caractérisé en ce que :

○ la face émettrice dudit élément piézo-électrique (3) forme avec la surface dudit liquide (5) un angle α compris entre 60° et 95°, de préférence entre 70° et 95° et encore plus préférentiellement entre 75° et 90°, o ledit déflecteur (7) étant apte à orienter ledit jet dans une direction sensiblement opposée à la direction d'émission des ondes acoustiques par l'élément piézoélectrique et en direction dudit système de diffusion de brouillard (9).



FR 3 029 432 - A1



DISPOSITIF DE PULVERISATION COMPACT

Domaine technique de l'invention

5 L'invention concerne le domaine technique des dispositifs de pulvérisation capables de produire un brouillard de micro-gouttelettes à partir d'un liquide. Les gouttelettes sont générées par un élément piézo-électrique.

Etat de la technique

10

On connaît de nombreux dispositifs de pulvérisation de micro-gouttelettes d'un liquide sous l'effet d'ultrasons. Les ultrasons sont générés par un élément piézo-électrique. Ces dispositifs utilisent soit une membrane microperforée, soit un élément piézo-électrique équipé ou non d'une buse à concentration. La taille des gouttelettes générées par ces
15 dispositifs est typiquement comprise entre 1 à 10 µm.

On connaît dans la littérature de nombreux types des dispositifs de pulvérisation utilisant une membrane microperforée. De tels appareils sont décrit par exemple dans les documents WO 2013/110248 (Nebu Tec), WO 2012/020262 et WO 05/15822
20 (Technology Partnership), EP 2 244 314 (Zobe Holding), US 2006/213503 et US 2005/224076 (Pari Pharma), WO 2001/85240 (Pezzopane), FR 2 929 861 (L'Oréal), US 8 870 090 (Aptar), WO 2008/058941 (Telemaq), JP 2001/300375 (Panasonic). Certains d'entre eux sont très simples et assez compactes, mais en règle générale les dispositifs utilisant une membrane ont un débit très faible, c'est-à-dire ils produisent une quantité de
25 brouillard très faible. Leur durée de vie est assez limitée (souvent moins de 1000 heures). Cela peut convenir pour certaines utilisations (par exemple pour diffuser des parfums dans une pièce), mais pas pour d'autres. Par ailleurs, ces dispositifs nécessitent une maintenance attentive car la membrane risque de se colmater ; dans ce contexte la qualité d'eau (calcaire, filtré, pH) est importante. Ces systèmes sont également
30 relativement sensibles à la pression d'eau au-dessus de la membrane et à la pression d'air dans le volume de diffusion ; des problèmes de fuite d'eau peuvent apparaître. Ce manque de robustesse des dispositifs utilisant une membrane perforée peut limiter leur intérêt pour certains types d'applications, notamment industrielles et surtout les produits destinés au grand public (frigo, cave électrique), qui nécessitent une durée de vie
35 importante (de l'ordre de 5 à 10 ans) et pour lesquels des procédures d'entretien complexes et fréquentes ne sont pas envisageables.

On connaît également des dispositifs de pulvérisation utilisant une cuve pourvue d'une buse à concentration et d'un élément piézo-électrique, comme décrit par exemple dans les documents EP 0 691 162 A1 et EP 0 782 885 A1 (IMRA Europe). Ces dispositifs sont très fiables et sont utilisés couramment pour humidifier et rafraîchir des produits frais sur des étals de vente, comme décrit dans les documents FR 2 899 135 A1, FR 2 921 551 A1, WO 2014/023907 A1, WO 2013/034847 A1 (ARECO), FR 2 690 510 A1 (Techsonic). Leur débit est important et convient pour de nombreuses utilisations techniques et industrielles ; en contrepartie leur consommation électrique est significative (de l'ordre de 10 à 70 W par élément piézo-électrique). Ne comportant pas de membranes perforées, ces dispositifs ne risquent pas d'être perturbés dans leur fonctionnement par des problèmes de colmatage ; ils présentent une durée de vie de 5000 heures en moyenne. En revanche, ces dispositifs ont une certaine taille qui est principalement liée à l'épaisseur d'eau nécessaire pour le bon fonctionnement de l'élément piezo-électrique (généralement de 20 à 35 mm) et aussi à la hauteur du chambre de diffusion nécessaire pour la création d'un jet acoustique presque vertical et très puissant (généralement de 40 à 100 mm). Il existe des dispositifs dont le rendement « débit d'eau / puissance électrique » a été optimisé. Ces systèmes sont généralement équipés des buses agissant comme concentrateurs des ondes acoustiques générées par l'élément piézo-électrique travaillant à très haute fréquence (de l'ordre de quelques MHz), d'une pompe de circulation d'eau, d'un ventilateur et d'une alimentation électrique spécifique. L'intégration de tous ces éléments dans un petit volume reste un point bloquant pour beaucoup d'applications qui nécessitent un système très performant (rapport débit / puissance électrique) et d'une très grande fiabilité (surtout l'élément piezo-électrique, le ventilateur, la pompe, les générateurs à haute fréquence).

Les tentatives pour miniaturiser ces dispositifs se heurtent au besoin de garder la face active de l'élément piézo-électrique recouverte en permanence d'une couche d'eau suffisamment épaisse pour éviter son échauffement excessif. Par ailleurs, la focalisation des ultrasons par la buse ne peut se faire de manière efficace que dans un liquide et sur une certaine longueur de chemin parcouru par les ondes acoustiques dans le milieu liquide. Pour ces raisons, une épaisseur minimale d'eau de l'ordre de 20 à 35 mm est nécessaire dans les dispositifs selon l'état de la technique.

Dans tous les cas, même dans un système miniaturisé de ce type, la présence d'une pompe de circulation d'eau et d'un ventilateur s'ajoute à la consommation électrique de l'élément piézo-électrique.

Le problème que la présente invention cherche à résoudre est de proposer un dispositif de pulvérisation miniaturisé, et en particulier de très faible hauteur, présentant un débit important, une consommation électrique faible, qui soit d'une grande fiabilité qui n'a pas besoin d'une maintenance fréquente, et qui ne présente pas de risque de colmatage.

5

Objets de l'invention

Selon l'invention le problème est résolu par un dispositif de nébulisation capable de générer un brouillard de gouttelettes d'un liquide à partir d'un liquide contenu dans une cuve, ledit dispositif comprenant :

10

- un élément piézo-électrique apte à émettre des ondes acoustiques dans ledit liquide,
- une surface de réflexion acoustique immergée dans ledit liquide, apte à focaliser les ondes acoustiques émises par ledit élément piézo-électrique sur une zone focale qui se situe au-dessous de la surface du liquide pour créer un jet de brouillard appelé « jet primaire de nébulisation »,
- un déflecteur du jet primaire de nébulisation,
- un système de diffusion de brouillard par lequel ledit brouillard de gouttelettes quitte ledit dispositif,

15

20 caractérisé en ce que :

- la face émettrice dudit élément piézo-électrique forme avec la surface dudit liquide un angle ω compris entre 60° et 95° , de préférence entre 70° et 95° et encore plus préférentiellement entre 75° et 90° ,
- ledit déflecteur étant apte à orienter ledit jet dans une direction sensiblement opposée à la direction d'émission des ondes acoustiques par l'élément piézo-électrique et en direction dudit système de diffusion de brouillard.

25

Ladite surface de réflexion acoustique a avantageusement une forme sensiblement parabolique.

30

Ledit déflecteur est avantageusement apte à orienter le jet de liquide généré par l'effet desdites ondes acoustiques en dehors de la zone de surface de liquide qui s'étend entre la surface émettrice de l'élément piézo-électrique et ladite surface de réflexion acoustique.

35

Dans un mode de réalisation le jet primaire de nébulisation fait un angle α compris entre 5° et 85° (et de préférence entre 10° et 60°) par rapport à la surface du liquide.

Le point focal des ondes acoustiques réfléchies par la surface de réflexion acoustique se situe avantageusement à une profondeur comprise entre 0 mm et 5 mm et de préférence comprise entre 1 mm et 3 mm au-dessous de la surface du liquide : cela assure un bon rendement de brouillard et une bonne stabilité des conditions de fonctionnement du dispositif.

Le dispositif selon l'invention peut comprendre un ventilateur qui génère un flux d'air en direction de ladite surface de déflexion.

10 Selon un mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte un déflecteur auxiliaire disposé en aval du jet primaire ; ce déflecteur auxiliaire ralentit le flux de brouillard.

Avantageusement la hauteur h du liquide dans le dispositif ne dépasse pas 12 mm, de préférence ne dépasse pas 10 mm, et encore plus préférentiellement ne dépasse pas 9 mm.

Selon un mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte un moyen pour désinfecter périodiquement ou de manière permanente ledit liquide, tel qu'une source de lumière UV ou une résistance chauffante.

Le dispositif selon l'invention peut être construit de manière très compacte, et en particulier avec une faible hauteur. Avantageusement la hauteur totale du dispositif ne dépasse pas 35 mm, de préférence ne dépasse pas 30 mm, et encore plus préférentiellement ne dépasse pas 25 mm.

Dans un mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comprend une partie supérieure qui intègre en une seule pièce (par exemple sous la forme d'une calotte ou coupole) le déflecteur qui oriente le jet de liquide généré par l'effet des ondes acoustique, et qui intègre également le déflecteur auxiliaire ; ces deux déflecteurs peuvent former une seule surface courbée à l'intérieure de ladite coque ou coupole, qui peut s'étendre de l'orifice d'entrée d'air jusqu'à la sortie du brouillard. Dans ce mode de réalisation le dispositif comprend également une partie inférieure qui intègre la surface réflexion acoustique, et qui intègre, à l'extrémité opposée à l'orifice d'entrée d'air, l'élément piézo-électrique ; cette partie inférieure contient le liquide à nébuliser.

35 Le dispositif selon l'invention peut fonctionner avec différents liquides. Le liquide peut notamment être sélectionné dans le groupe constitué par : l'eau, l'eau contenant au moins un produit désinfectant, l'eau contenant au moins un produit odorant, une solution d'eau

moins une huile essentielle, une émulsion d'au moins une huile essentielle ; ou un mélange des éléments qui constituent ce groupe.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif est intégré dans un compartiment à température et/ou humidité contrôlée, tel qu'un réfrigérateur, une chambre froide, une armoire à atmosphère contrôlée ou une cave à vin.

10 En particulier grâce à sa faible hauteur, le dispositif selon l'invention peut être intégré dans une plaque horizontale d'un réfrigérateur, et de préférence de manière à ce que le brouillard de gouttelettes soit introduit dans un bac à légumes.

Ainsi, un autre objet de l'invention est une plaque pour réfrigérateur, comportant un dispositif selon l'invention.

15 Le dispositif selon l'invention, et en particulier la plaque pour réfrigérateur comprenant ce dispositif, peut comporter un adaptateur hydraulique capable d'accueillir l'embouchure d'une bouteille d'eau de type courant.

20 Un autre objet de l'invention est un appareil comportant au moins un compartiment à température et/ou humidité contrôlée, tel qu'un réfrigérateur, caractérisé en ce qu'il est équipé d'au moins un dispositif selon l'invention.

Figures

25 Les figures 1 à 11 montrent de manière schématique des modes de réalisation du dispositif selon l'invention.

La figure 1 est un schéma de principe d'un dispositif selon l'invention représenté en coupe verticale.

30 La figure 2 montre trois vues d'un dispositif selon l'invention. La figure 2c montre le dispositif d'en haut, la figure 2b montre une vue frontale, et la figure 2a montre une vue en coupe selon le plan A-A indiqué sur la figure 2c.

35 La figure 3 montre trois autres vues du dispositif de la figures 2 : une vue latérale en perspective (figure 3a) ; une vue (figure 3b) identique à celle de la figure 3a mais dans on ne représente que les composants contenus dans le boîtier, ce dernier (représenté en lignes pointillés) étant représenté comme étant transparent ; et une vue analogue à celle de la figure 3b mais d'un autre angle (figure 3c).

La figure 4 montre une vue en perspective d'une coupe selon le plan A-A indiqué sur la figure 2c. Le cercle désigne une zone « A » qui est agrandie sur la figure 4b.

La figure 5 montre une autre vue en perspective d'une coupe selon le plan A-A indiqué sur la figure 2c. Le cercle désigne une zone « B » qui est agrandie sur la figure 5b.

La figure 6 est un schéma de principe d'un autre dispositif selon l'invention représenté en coupe verticale.

- 5 La figure 7 est un schéma de principe d'un dispositif selon l'invention qui comporte un déflecteur auxiliaire (repère 26).

La figure 8 est un schéma de principe d'un dispositif selon l'invention dont le déflecteur présente dans sa partie inférieure une portion à courbure inverse (repère 27).

- 10 Les figures 9 à 11 montrent de manière schématique une variante du mode de réalisation avec déflecteur auxiliaire : la figure 9 est la représentation en coupe transversale d'une cellule de nébulisation selon l'invention montrée sur la figure 10, alors que les figures 11a et 11b montrent deux autres vues de la même cellule.

Liste des repères utilisés sur les figures :

1	Dispositif selon l'invention	17	Gouttelettes grosses
2	Cuve	18	Gouttelettes fines
3	Élément piézo-électrique	19	Source de lumière UV
4	Surface de réflexion acoustique	20	Jet primaire de nébulisation
5	Liquide	21	Tube de sortie
6	Surface (niveau) du liquide	22	Cellule de nébulisation
7	Déflecteur du jet primaire de nébulisation	23	Ventilateur
8	Brouillard	24	Plaque de réfrigérateur
9	Système (tube) de diffusion	25	Moyen de fixation
10	Orifice de diffusion (nébulisation)	26	Déflecteur auxiliaire
11	Jet de brouillard	27	Portion du déflecteur 7 à courbure inverse
12	Orifice d'entrée d'air		
13	Flux d'air	28	Point focal
14	Tube de contrôle de niveau	29	Partie supérieure
15	Réservoir d'eau	30	Partie inférieure
16	Adaptateur hydraulique (anti goutte)		

15

Description détaillée

- 20 Le dispositif 1 selon l'invention est traversé par un flux d'air 13 qui entre par un orifice d'entrée d'air 12 aménagé avantageusement à l'une des extrémités du dispositif 1, qui traverse la cellule de nébulisation 22 où il se charge en gouttelettes, pour être entraîné

dans le système de diffusion de brouillard **9**. Un mode de réalisation d'un tel dispositif **1** est montré sur la figure 1.

Le système de diffusion de brouillard **9** (nébulisateur) se trouve à proximité de l'autre
5 extrémité du dispositif **1**. Il comporte nécessairement au moins un orifice de sortie **10** par
lequel sort un jet de brouillard **11** dans l'environnement ciblé. Au coeur du dispositif **1** se
trouvent la cuve **2** contenant le liquide à pulvériser **5** et la cellule de nébulisation **22** avec
le générateur de gouttelettes qui comprend un élément piézo-électrique **3** dont la surface
active plonge dans ledit liquide **5** à pulvériser. L'élément piézo-électrique **3** est disposé de
10 manière à ce que sa surface active soit recouverte au moins partiellement d'une
épaisseur de liquide suffisante pour assurer son refroidissement. De préférence ledit
élément piézo-électrique **3** est disposé de manière à ce que sa surface active forme un
angle ω supérieur compris entre 60° et 95° par rapport à la surface du liquide, de
préférence entre 70° et 95° , et encore plus préférentiellement entre 75° et 90° . On préfère
15 une position quasi-verticale de la surface active de l'élément piézo-électrique **3** par
rapport à la surface **6** du liquide **5**.

Les ondes acoustiques émises par ledit élément piézo-électrique **3** sont dirigées vers
l'interface liquide / air **6**, de préférence par l'intermédiaire d'au moins une surface de
20 réflexion acoustique **4**. La distance entre ladite surface et la surface émettrice de
l'élément piézo-électrique doit être suffisamment courte pour éviter une trop grande
divergence du faisceau d'ondes acoustiques. Typiquement un élément piézo-électrique
utilisable dans le dispositif selon l'invention présente un champ proche (i.e. une zone à
partir de la surface émettrice où le faisceau d'ondes est approximativement parallèle)
25 d'environ 10 mm à 30 mm.

On peut par exemple utiliser un élément piézo-électrique d'un diamètre de 10 mm, ce qui
permet de réduire la hauteur h de liquide dans la cuve à moins de 12 mm, idéalement
entre 10 mm et 12 mm.

30 Dans un mode de réalisation avantageux la surface de réflexion acoustique **4** présente
une forme permettant de focaliser les ondes acoustiques. Elle présente typiquement une
forme de calotte ou de coupole, et de préférence une forme parabolique, la concavité de
ladite surface de réflexion **4** étant tournée vers l'élément piézo-électrique **3**. Elle permet la
focalisation des ondes acoustiques sur une zone focale (de préférence un point focal) qui
35 se situe au-dessous de la surface (interface liquide / air) **6** du liquide **5**, à une profondeur
 d de l'ordre de quelques millimètres (ce paramètre est montré sur la figure 7).
Avantageusement le point focal se situe à une profondeur d comprise entre 0 et 5 mm. Il
faut éviter qu'il se situe au-dessus de la surface **6** du liquide **5**, car cela entraîne une

baisse significative du rendement de brouillard. On préfère que le point focal se situe à une profondeur d'au moins 0,5 mm, et encore plus préférentielle d'au moins 1 mm ; cela donne un bon rendement tout en assurant une bonne stabilité des conditions opératoires. Une profondeur comprise entre 1 mm et 3 mm est globalement optimale.

5

La distance focale F entre le point focal et la surface émettrice de l'élément piézo-électrique **3** est avantageusement comprise entre 8 à 28 mm. La distance E entre la surface émettrice l'élément piézo-électrique **3** et la surface de réflexion acoustique, mesurée au niveau de la surface du liquide, est avantageusement comprise entre 10 mm et 30 mm (sachant que $E > F$); elle se situe dans le champ proche dudit élément piézo-électrique. La fréquence est avantageusement entre 1 MHz et 5 MHz, par exemple 3 MHz.

La surface de réflexion **4** doit avoir un fort contraste d'impédance ce qui permet de réaliser un miroir acoustique très efficace (i.e. un miroir réfléchissant quasi la totalité de l'énergie acoustique) ; elle est réalisée de préférence en métal.

Sans vouloir être liés par cette théorie, les inventeurs pensent que la focalisation des ondes acoustiques par une surface réfléchissante permet de raccourcir le trajet des ondes ultrasons dans l'eau, ce qui évite leur dispersion inutile dans le volume de liquide : ainsi toute l'énergie acoustique est utilisée pour produire les ondes de surfaces, permettant de détacher de la surface des gouttelettes de taille micronique avec un fort rendement.

Ainsi se crée à partir de la interface liquide / air **5** un jet de gouttelettes **20** appelé ici « jet primaire de nébulisation » ; il est accompagné souvent au moins sur une partie de sa longueur d'un jet d'eau appelé jet d'eau acoustique. La direction de ce jet primaire de nébulisation **20** est déterminée surtout par la focalisation des ondes acoustiques ; la direction est exprimée ici par un angle α par rapport à la surface du liquide **5** en direction opposé au flux d'air, défini sur la figure 1 (l'angle 0° correspondant à l'horizontale opposée à la direction du flux d'air F_A l'angle 180° à l'horizontale en direction du flux d'air). Elle peut être adaptée au fonctionnement du dispositif, notamment en fonction de la présence ou de l'absence d'un ventilateur **23**.

Les inventeurs ont trouvé que si le jet primaire de nébulisation **20** est dirigé dans le sens inverse du flux d'air **13**, ou au moins dans un sens qui heurte ce dernier (de préférence avec un angle α inférieur à 90° , comme cela est représenté sur la figure 1), cela permet d'empêcher les gouttes les plus grosses **17** d'être emportées dans le brouillard **8**; elles retombent dans le réservoir de la cuve **2**.

L'effet de séparation des grosses gouttes qui vient d'être décrit est particulièrement efficace lorsque le flux d'air F_A est généré par un ventilateur. En effet, dans un mode de réalisation de l'invention on ajoute au dispositif **1** selon l'invention un ventilateur, installé de préférence à proximité de l'orifice d'entrée d'air **12**. Un tel mode de réalisation est montré sur la figure 6. On observe dans ce cas que le jet acoustique est emporté par le flux d'air issu du ventilateur ; la forme parabolique de la surface de réflexion acoustique **4** et la forme du déflecteur **7** déterminent une géométrie qui favorise le soufflage des petites gouttelettes au détriment des grosses gouttes ; cet enrichissement du brouillard en petites gouttelettes est souhaitable en vue du résultat recherché.

La présence d'une surface de déflecteur **7** (de préférence en métal pour minimiser la perte d'énergie par absorption) contre laquelle se heurte le jet primaire de nébulisation **20** après avoir rencontré le flux d'air **13** est très avantageuse pour séparer les gouttelettes grosses **17** du flux des gouttelettes fines **18** qui, lui, est entraîné avec le flux d'air **13** pour former un brouillard **8** qui entre ensuite dans le système de diffusion **9**.

Il est en effet souhaitable que le brouillard **11** délivré par le dispositif **1** soit composé de gouttelettes très fines, afin de permettre une évaporation rapide du brouillard une fois déposé sur une surface solide ou dans un petit volume. Cette évaporation assure le rafraîchissement rapide de l'environnement (i.e. de l'air et de la surface sur laquelle le brouillard se dépose) dans la mesure où l'enthalpie d'évaporation provient de l'environnement (air et surface sur laquelle le brouillard s'est déposé). Plus les gouttes sont fines plus leur évaporation sera rapide et moins l'humidité stagnante (gouttes d'eau) fera son effet sur la surface ou dans le volume.

La surface du déflecteur **7** du jet primaire de nébulisation sert comme déflecteur du jet dans le but d'éliminer au moins une partie des grosses gouttelettes **17** et de diffuser la nébulisation. En même temps cette surface de déflecteur **7** guide aussi le retour d'eau du jet d'eau acoustique dans une zone loin du point focal afin de ne pas perturber le jet d'eau et de diminuer son rendement en gouttelettes.

Le flux d'air **13** qui traverse le dispositif **1** peut aussi être généré par simple aspiration, l'air dans l'espace d'air au-dessous du déflecteur **7** étant entraîné vers le système de diffusion **9** sous l'effet du jet primaire de nébulisation **20**. En effet, les inventeurs ont trouvé que le dispositif **1** selon l'invention n'a pas besoin d'un ventilateur, le flux d'air **13** généré par aspiration étant suffisamment fort pour certains types d'applications ; la vitesse dudit flux d'air « naturel » sera en règle générale plus faible qu'avec ventilateur.

Sans vouloir être liés par cette théorie, les inventeurs pensent que ce constat s'explique par le fait que la vitesse initiale des ondes acoustiques à la surface du liquide est suffisante pour générer des gouttelettes possédant une énergie suffisante pour en transférer une partie aux molécules d'air environnantes. Plus précisément, une partie de cette énergie mécanique est absorbée par l'air sous la forme de chaleur (frottement des molécules), mais aussi sous la forme d'énergie cinétique des molécules de l'air elles-mêmes. Cet effet d'entraînement des molécules de l'air par les gouttelettes du liquide peut expliquer que l'air soit entraîné par les gouttes dont le vecteur de la vitesse est orienté par le déflecteur **7**. L'entraînement des grosses gouttes étant peu efficace, elles retombent dans la cuve à un point éloigné du point focal.

Pour un système sans ventilateur la direction et la puissance du jet primaire de nébulisation jouent un rôle primordial pour le bon fonctionnement du système, cette direction étant choisie et contrôlée par l'intermédiaire de la surface de réflexion acoustique **4** sa forme est de préférence parabolique, et l'équation parabolique est choisie d'une façon à avoir un jet primaire **20** qui fait un angle α compris entre 95° et 175° degrés (et de préférence entre 100° et 150°) par rapport à la surface **6** du liquide. Dans une variante on ajoute un petit déflecteur auxiliaire **26** (qui peut être par exemple une surface pleine ou une grille) proche de la sortie de diffusion pour bloquer les grosses gouttes parasites ; cela est montré de manière schématique sur la figure 7. Sur cette figure le symbole $F_{i,j}$ désigne la direction du jet primaire de nébulisation **20**, le symbole F_A celle du flux d'air **13** généré par aspiration. Cette figure montre un angle β qui correspond à $(180^\circ - \alpha)$.

On arrive donc au résultat surprenant que pour le dispositif selon l'invention, il faut adapter la surface de réflexion acoustique **4** à la puissance du flux d'air **13** qui traverse le dispositif et qui entraîne le brouillard généré: avec ventilateur, il vaut mieux avoir un jet primaire qui heurte le flux d'air, alors que sans ventilateur (i.e. avec un flux d'air généré par le jet primaire lui-même, par un effet d'entraînement ou d'aspiration) il est préférable que le jet primaire soit plutôt dans une direction qui suit le flux d'air ; dans le deux cas on observe, par des mécanismes différents, une séparation des grosses gouttes **17** qui retombent dans la cuve **2**. L'ajout d'un déflecteur auxiliaire **26** (chicane) en aval du déflecteur **7** renforce la séparation des grosses gouttes dans le mode de réalisation sans ventilateur.

Le déflecteur **7** a une double fonction. Sa forme et son positionnement doivent être tel qu'il puisse orienter convenablement le jet primaire de nébulisation **20**, et tel qu'il puisse

assurer que le jet de liquide dit « acoustique », qui accompagne le jet primaire de nébulisation **20**, soit orienté dans une zone qui ne perturbe pas le point focal **28** des ondes acoustiques dans le liquide. Avantageusement le déflecteur **7** se prolonge en direction amont (i.e. opposée au flux d'air) de manière à conduire le jet de liquide
5 acoustique en dehors de la zone qui s'étend entre l'élément piézo-électrique **3** et la surface de réflexion acoustique **4**.

Dans un mode de réalisation illustré sur les figures 9 à 11, le dispositif selon l'invention comprend une partie supérieure **29** qui intègre en une seule pièce (par exemple sous la
10 forme d'une calotte ou coupole) le déflecteur **7** du jet primaire de nébulisation qui oriente le jet de liquide généré par l'effet des ondes acoustique, et qui intègre également le déflecteur auxiliaire **26** ; ces deux déflecteurs peuvent former une seule surface courbée à intérieure de ladite coque ou coupole, qui peut s'étendre de l'orifice d'entrée d'air **12** jusqu'à la sortie **21** du brouillard. Dans ce mode de réalisation le dispositif comprend
15 également une partie inférieure **30** qui intègre la surface **4** réflexion acoustique, et qui intègre, à l'extrémité opposée à l'orifice d'entrée d'air **12**, l'élément piézo-électrique **3** ; cette partie inférieure contient le liquide **5** à nébuliser.

Dans un mode de réalisation le déflecteur **7** présente dans sa partie inférieure, à proximité
20 de la surface de liquide, une portion **27** présentant une courbure en sens inverse, pour favoriser l'entrée du flux d'air dans la cellule de nébulisation **22**. Cela est montré sur la figure 8.

Dans le dispositif **1** selon l'invention, la cellule de nébulisation **22** est délimitée par le déflecteur **7** et comprend la surface de réflexion acoustique **4**.

25

Le dispositif selon l'invention peut être installé dans un compartiment à humidité et/ou température contrôlée, tel qu'un réfrigérateur ou une cave à vin.

Dans le cas où le dispositif **1** selon l'invention est installé dans un réfrigérateur à froid
30 ventilé on peut soit prévoir une entrée d'air dans laquelle est soufflé de manière passive le courant d'air généré par le ventilateur central de brassage du réfrigérateur, ou on peut ajouter un ventilateur **23** qui génère un flux d'air, de préférence dans la même direction que le flux d'air généré par le ventilateur central de brassage du réfrigérateur.

35 Dans un mode de réalisation particulier de l'invention la cuve **2** comporte un système de désinfection qui peut notamment être:

- soit une source de lumière **19** ultra-violette (UV) (la lumière étant représentée par les flèches sur la figure 1) apte à désinfecter au moins partiellement le liquide **5**

qu'elle contient ; le fonctionnement de cette source de lumière UV **19** peut être permanent ou intermittent ;

- soit une résistance chauffante capable de chauffer l'eau temporairement à une température suffisante pour la désinfecter, par exemple par choc thermique.

5

Le dispositif **1** peut être alimenté en eau par l'intermédiaire d'un adaptateur hydraulique (anti goutte) **16** ; l'eau peut provenir d'un réservoir d'eau **15** intégré au dispositif **1** (comme montré sur la figure 1) ou d'une alimentation externe appropriée (tuyaux alimenté par un réservoir déporté par exemple).

10

Dans un mode de réalisation le niveau d'eau **6** est automatiquement contrôlé via un tube de contrôle de niveau **14** coupé en biseau ; cette augmentation de la section ouverte du tube évite de bloquer d'éventuelles bulles d'air à l'entrée. Ce tube est équipé d'un adaptateur hydraulique anti-goutte ; on peut choisir avantageusement un modèle d'adaptateur adapté à la majorité des bouteilles d'eau du commerce.

15

L'alimentation en eau de la cuve **2** peut se faire de différentes autres manières (non montrées sur les figures). A titre d'exemple, l'eau peut provenir d'un réservoir déporté. Dans le cas où le dispositif **1** est implanté dans un réfrigérateur, l'eau qui alimente la cuve **2** peut provenir de la récupération de condensat (un filtre est avantageusement prévu pour filtrer ledit condensat avant son admission dans la cuve **2**), ou encore l'eau qui alimente la cuve **2** peut être prélevée sur l'alimentation en eau du réfrigérateur, si ce dernier dispose d'une telle alimentation.

20

Le système **1** selon l'invention présente une faible hauteur y totale, qui peut être inférieure à 35 mm, de préférence inférieure à 30 mm et encore plus préférentiellement inférieure à 25 mm. Cette faible hauteur ouvre des possibilités d'application tout à fait nouvelles.

25

Dans un mode de réalisation de l'invention le dispositif selon l'invention peut être installé dans l'épaisseur d'une plaque horizontale **24** d'un réfrigérateur. De telles plaques sont en général soit en verre soit en plastique, et si elles sont en verre elles comportent un cadre en plastique ; de ce fait elles présentent au niveau du cadre une épaisseur d'environ 15 à 25 mm. Selon l'invention, on intègre le dispositif **1** de nébulisation dans au moins une plaque d'un réfrigérateur, et on dirige les orifices de sortie **11** vers le bas pour y créer une atmosphère d'humidité contrôlée. Dans une variante de mode de réalisation on intègre ledit dispositif **1** dans la paroi supérieure du bac à légumes ou dans une plaque à l'intérieur dudit bac, et les orifices de sortie **11** sont dirigées vers l'intérieur dudit bac à légumes. Ce mode de réalisation est montré de manière schématique sur la figure 6, en relation avec la variante qui comporte un ventilateur **23**, mais il peut évidemment aussi

30

35

être réalisé sans ventilateur, comme montré sur la figure 1. Ladite plaque horizontale **24** est de préférence amovible pour être retirée du réfrigérateur et présente à cette fin des moyens de fixation **25**.

5 Dans un mode de réalisation avantageux le fonctionnement du système de nébulisation selon l'invention peut être synchronisé avec l'ouverture de la porte du réfrigérateur et/ou la quantité de nébulisation injectée dans le volume du réfrigérateur peut être contrôlée par une sonde d'hygrométrie (non montrée sur les figures), avec une boucle de rétroaction sur le dispositif de nébulisation.

10

Dans d'autres modes de réalisation on prévoit une sonde hygrométrique qui mesure le taux d'humidité dans le volume d'air conditionné par le dispositif **1** selon l'invention ; une boucle de rétroaction permet de réguler l'intensité et/ou l'intermittence du jet de brouillard **11** produit par le dispositif **1** de manière à obtenir dans ledit volume d'air conditionné un
15 taux d'humidité contrôlé, de préférence constant, et de préférence réglable par l'intermédiaire d'un organe de réglage.

20

Dans un autre mode de réalisation ledit liquide **5** comporte un produit désinfectant, de manière à ce que le jet de brouillard **11** soit apte à désinfecter au moins partiellement ledit
20 volume d'air et possiblement les parois qui le confinent.

25

Dans encore un autre mode de réalisation ledit liquide **5** comporte une fragrance ou une huile dite essentielle, ou un autre produit odorant, de manière à ce que le jet de brouillard **11** soit apte à répandre dans ledit volume d'air une odeur spécifique.

30

Tous les modes de réalisation présentés dans cette description peuvent être combinés entre eux.

Revendications

1. Dispositif de nébulisation (1) capable de générer un brouillard de gouttelettes d'un liquide à partir d'un liquide (5) contenu dans une cuve (2),
5 ledit dispositif (1) comprenant :
 - o un élément piézo-électrique (3) apte à émettre des ondes acoustiques dans ledit liquide (5),
 - o une surface de réflexion acoustique (4) immergée sans ledit liquide (5), apte à focaliser les ondes acoustiques émises par ledit élément piézo-électrique (3) sur
10 une zone focale qui se situe au-dessous de la surface (6) du liquide (5) pour créer un jet de brouillard (20) appelé « jet primaire de nébulisation »,
 - o un déflecteur (7) du jet primaire de nébulisation (20),
 - o un système (9) de diffusion de brouillard par lequel ledit brouillard de gouttelettes quitte ledit dispositif (1),
15 caractérisé en ce que :
 - o la face émettrice dudit élément piézo-électrique (3) forme avec la surface dudit liquide (5) un angle ω compris entre 60° et 95° , de préférence entre 70° et 95° et encore plus préférentiellement entre 75° et 90° ,
 - o ledit déflecteur (7) étant apte à orienter ledit jet dans une direction sensiblement
20 opposée à la direction d'émission des ondes acoustiques par l'élément piézo-électrique et en direction dudit système de diffusion de brouillard (9).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface de réflexion acoustique (4) a une forme sensiblement parabolique.
25
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit déflecteur (7) est apte à orienter le jet de liquide généré par l'effet desdites ondes acoustiques en dehors de la zone de surface de liquide qui s'étend entre la surface émettrice de l'élément piézo-électrique (3) et ladite surface de réflexion acoustique (4).
30
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le jet primaire de nébulisation (20) fait un angle α compris entre 5° et 85° (et de préférence entre 10° et 60°) par rapport à la surface du liquide.
- 35 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le point focal des ondes acoustiques réfléchies par la surface de réflexion acoustique (4) se situe à une profondeur comprise entre 0 mm et 5 mm et de préférence comprise entre 1 mm et 3 mm au-dessous de la surface (6) du liquide.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend un ventilateur (23) qui génère un flux d'air (13) en direction de ladite surface de déflexion (7).
- 5
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un déflecteur auxiliaire (26) disposé en aval du jet primaire (20) qui ralentit le flux de brouillard.
- 10
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la hauteur h du liquide (5) ne dépasse pas 12 mm, de préférence ne dépasse pas 10 mm, et encore plus préférentiellement ne dépasse pas 9 mm.
- 15
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour désinfecter périodiquement ou de manière permanente ledit liquide (5), tel qu'une source de lumière UV (19) ou une résistance chauffante.
- 20
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que sa hauteur totale ne dépasse pas 35 mm, de préférence ne dépasse pas 30 mm, et encore plus préférentiellement ne dépasse pas 25 mm.
- 25
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que liquide (5) est sélectionné dans le groupe constitué par : l'eau, l'eau contenant au moins un produit désinfectant, l'eau contenant au moins un produit odorant, une solution d'au moins une huile essentielle, une émulsion d'au moins une huile essentielle ; ou un mélange des éléments qui constituent ce groupe.
- 30
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il est intégré dans un compartiment à température et/ou humidité contrôlée, tel qu'un réfrigérateur, une chambre froide, une armoire à atmosphère contrôlée ou une cave à vin.
- 35
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en qu'il est intégré dans une plaque horizontale d'un réfrigérateur, et de préférence de manière à ce que le brouillard de gouttelettes soit introduit dans un bac à légumes.
14. Plaque pour réfrigérateur, comportant un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

15. Plaque pour réfrigérateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte un adaptateur hydraulique capable d'accueillir l'embouchure d'une bouteille d'eau de type courant.

5

16. Appareil comportant au moins un compartiment à température et/ou humidité contrôlée, tel qu'un réfrigérateur, caractérisé en ce qu'il est équipé d'au moins un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

10

1/6

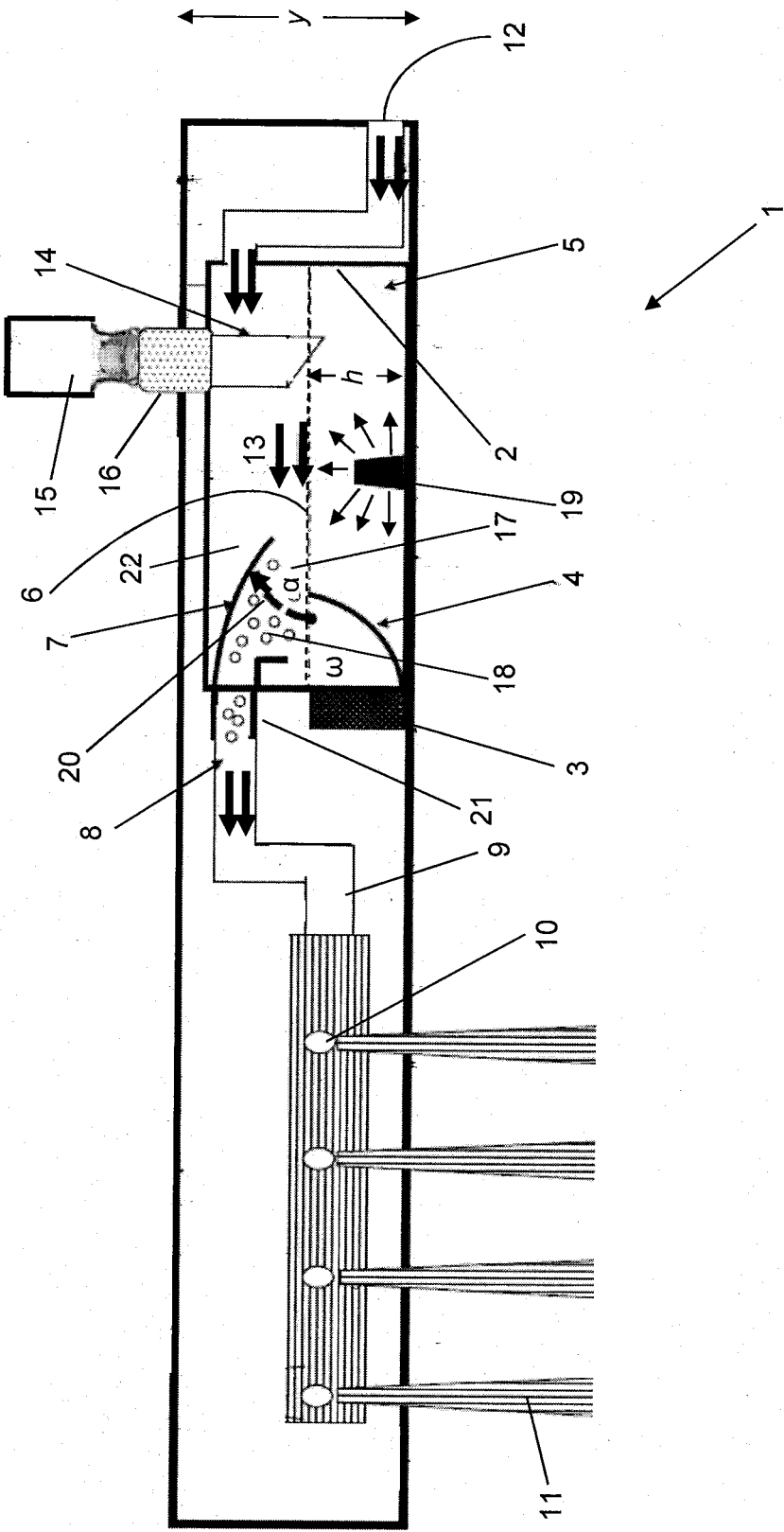


Figure 1

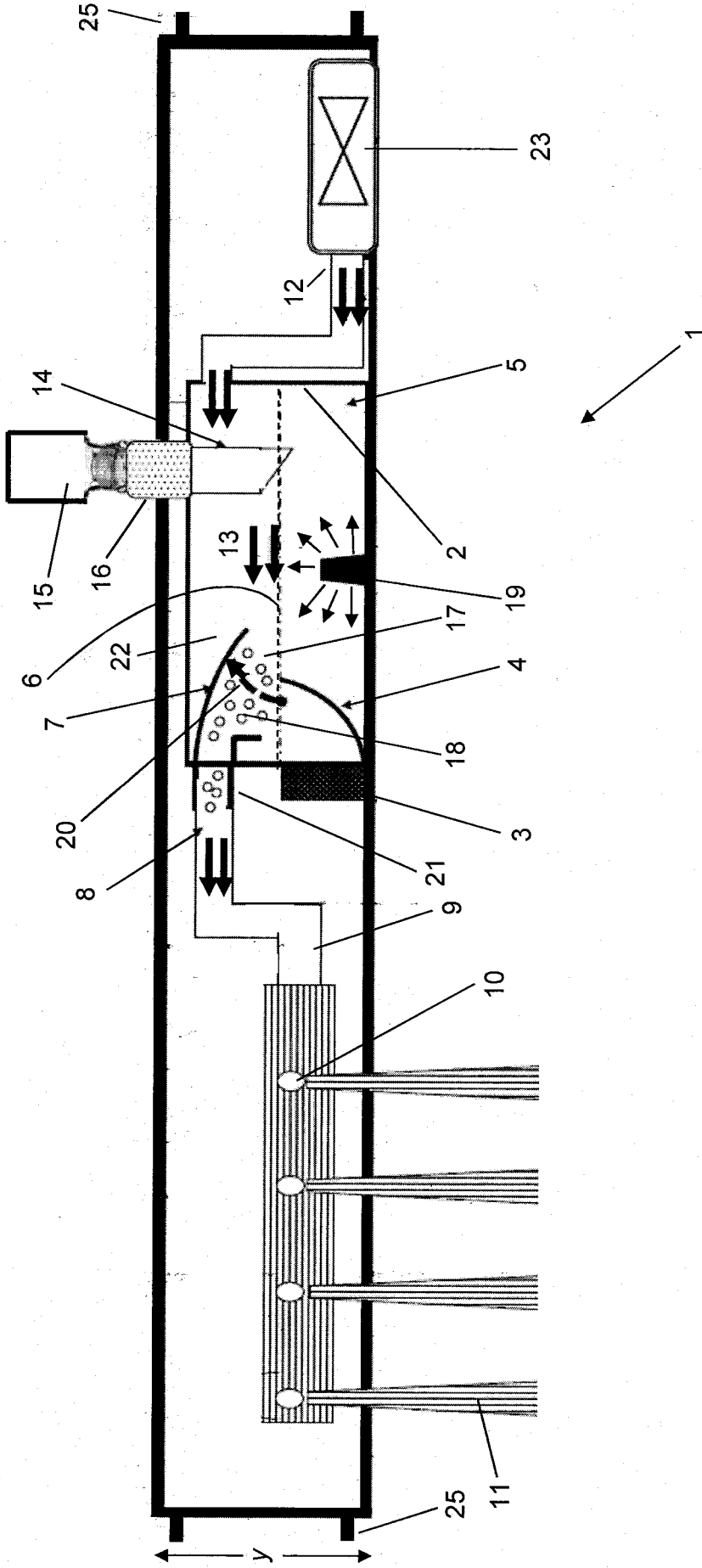


Figure 6

3/6

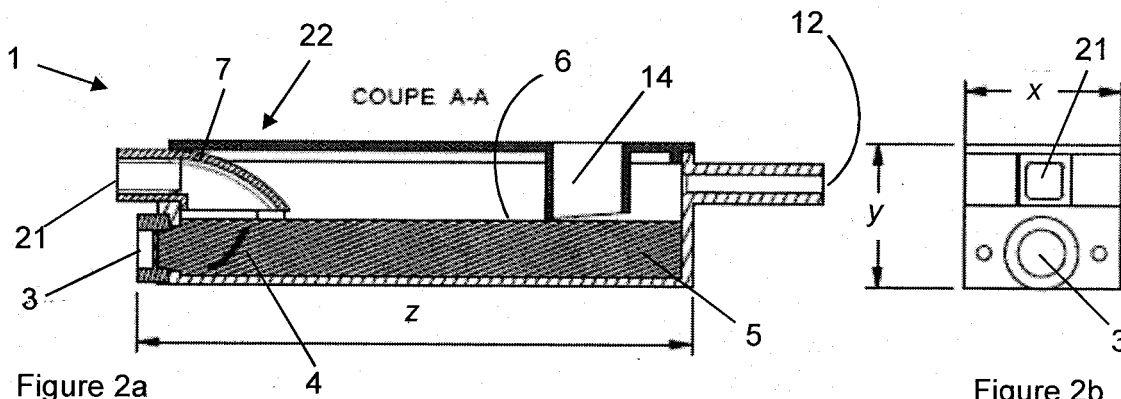


Figure 2a

Figure 2b

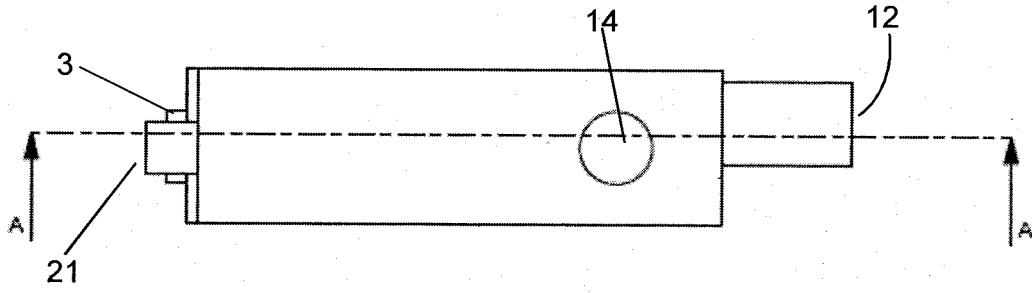


Figure 2c

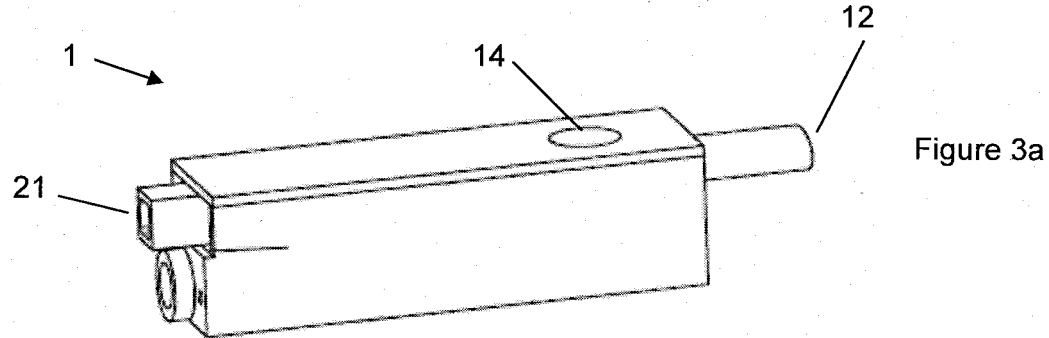


Figure 3a

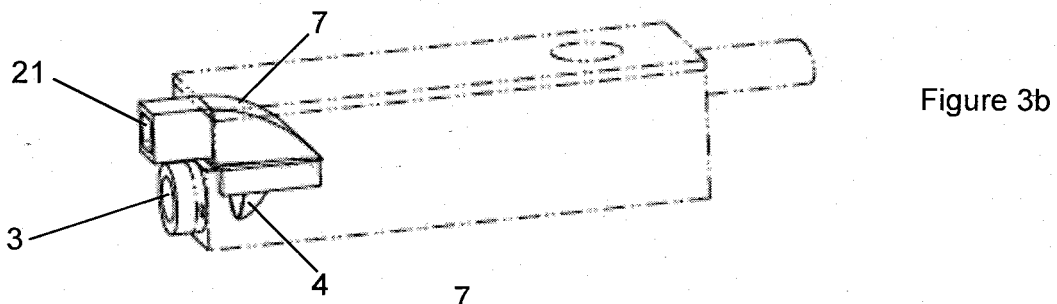


Figure 3b

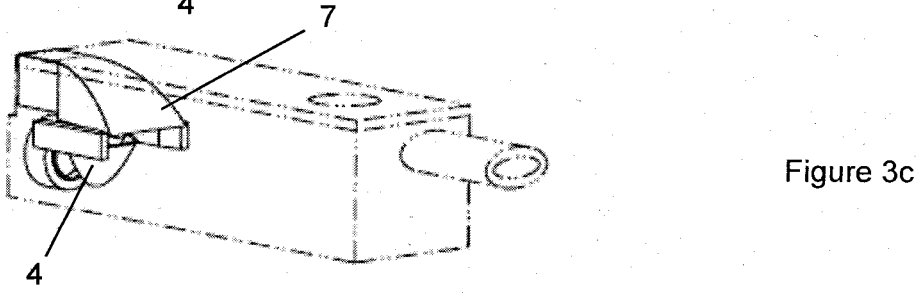


Figure 3c

4/6

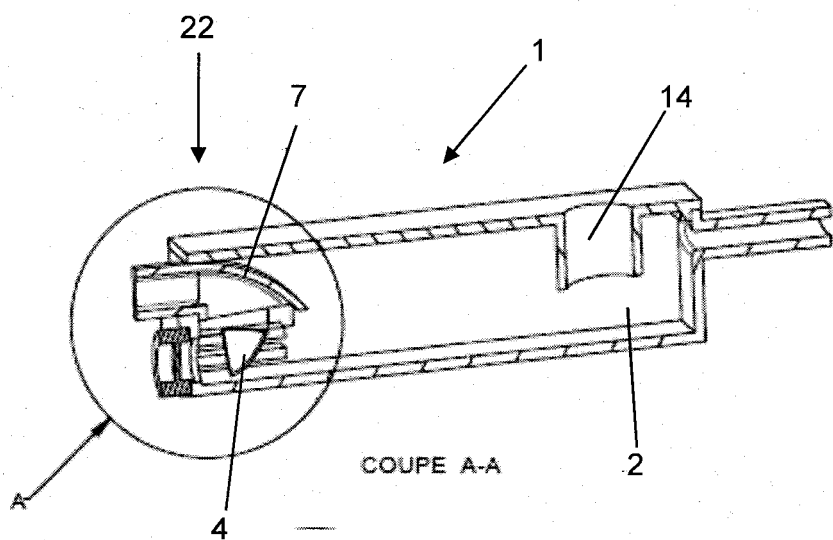


Figure 4a

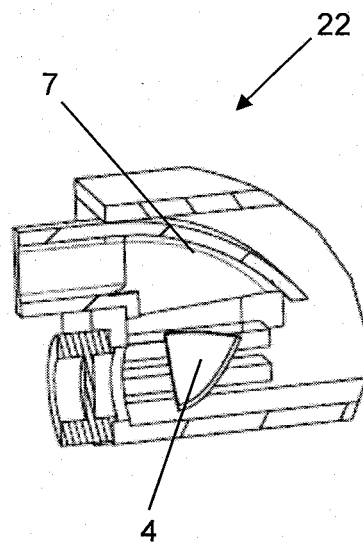


Figure 4b

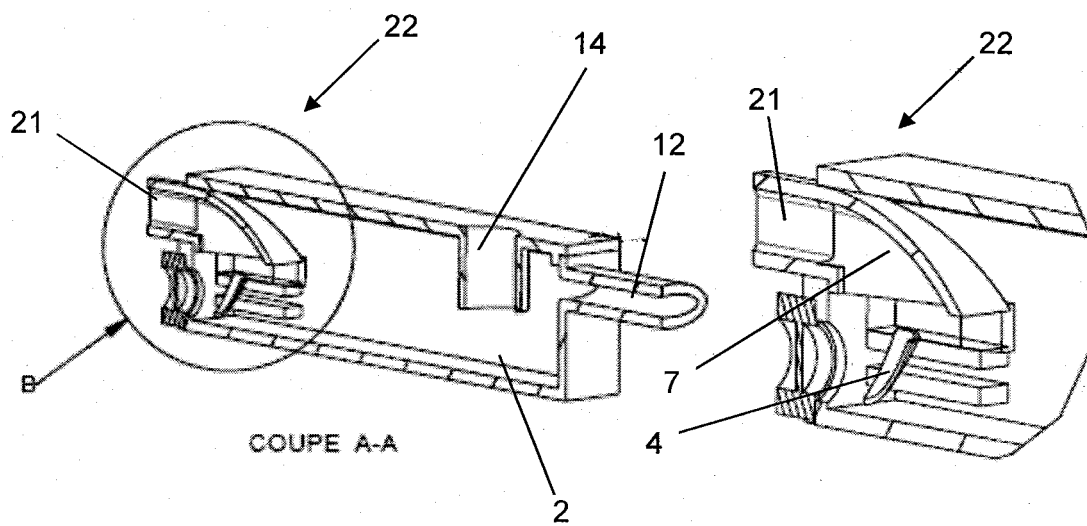


Figure 5a

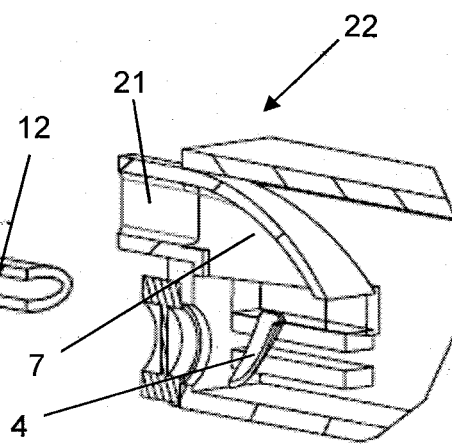


Figure 5b

5/6

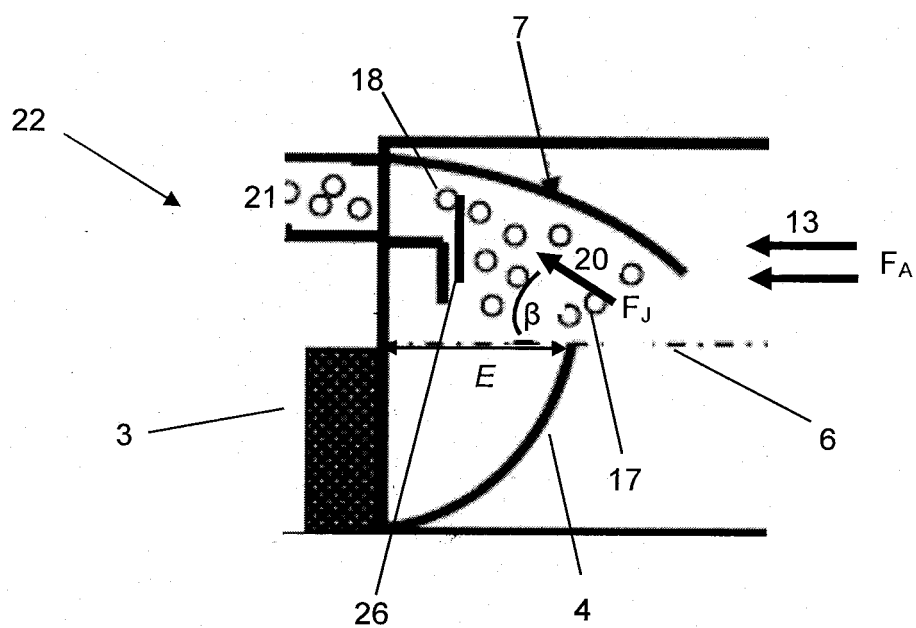


Figure 7

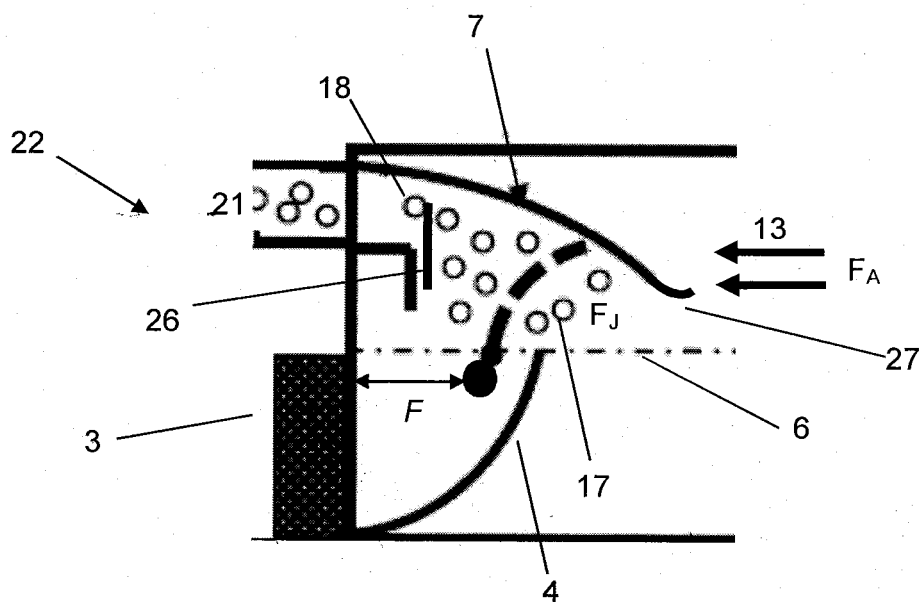


Figure 8

6/6

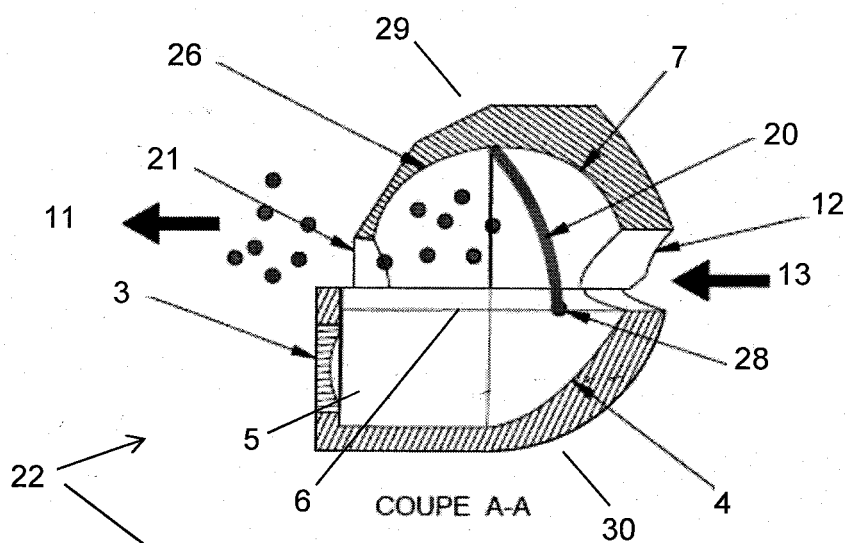


Figure 9

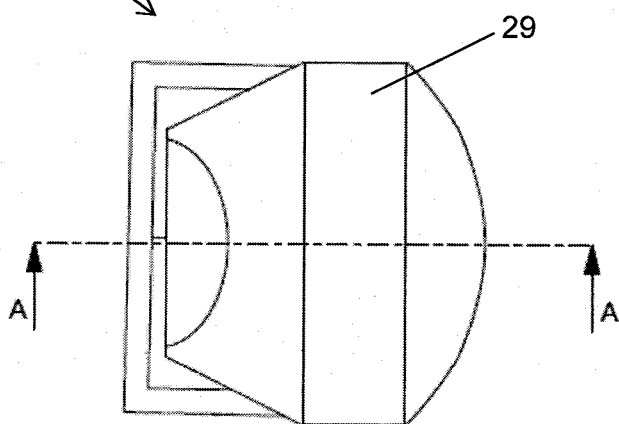


Figure 10

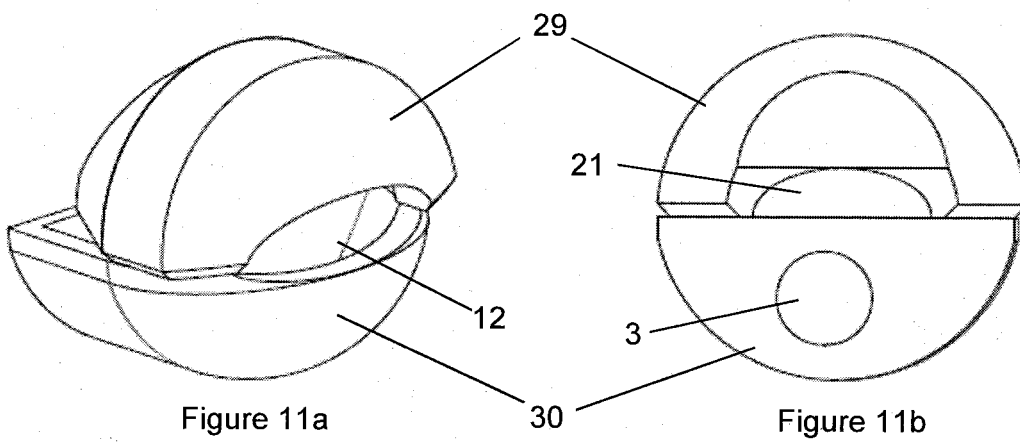


Figure 11a

Figure 11b

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1551558 FA 809292**

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 **09-10-2015**

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
FR 2655279	A1	07-06-1991	AT 118378 T	15-03-1995
			DE 69016990 D1	23-03-1995
			EP 0437155 A1	17-07-1991
			ES 2071070 T3	16-06-1995
			FR 2655279 A1	07-06-1991

JP 2010230176	A	14-10-2010	AUCUN	

JP 2009180448	A	13-08-2009	JP 5167840 B2	21-03-2013
			JP 2009180448 A	13-08-2009

FR 2690510	A1	29-10-1993	AUCUN	

JP 2007181653	A	19-07-2007	AUCUN	

JP S553816	A	11-01-1980	AUCUN	

DE 1003147	B	21-02-1957	AUCUN	
