

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2021/156573 A1**

(43) Date de la publication internationale  
12 août 2021 (12.08.2021)

(51) Classification internationale des brevets :  
B05B 1/34 (2006.01) A61M 11/00 (2006.01)

AKLE, Mahutin ; c/o EVEON, 305 rue Aristide Bergès,  
38330 Montbonnot-Saint-Martin (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2021/050208

(74) Mandataire : ICOSA ; 83 avenue Denfert-Rochereau,  
75014 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :  
04 février 2021 (04.02.2021)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
2001108 04 février 2020 (04.02.2020) FR

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,  
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,  
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposant : EVEON [FR/FR] ; 305 rue Aristide Bergès,  
Montbonnot-Saint-Martin, 38330 (FR).

(72) Inventeurs : AUTHESSE, Claire ; c/o EVEON, 305  
rue Aristide Bergès, 38330 Montbonnot-Saint-Martin (FR).

(54) Title: NOZZLE FOR SPRAYING LIQUID IN THE FORM OF MIST

(54) Titre : BUSE DE PULVÉRISATION DE LIQUIDE SOUS FORME DE BROUILLARD

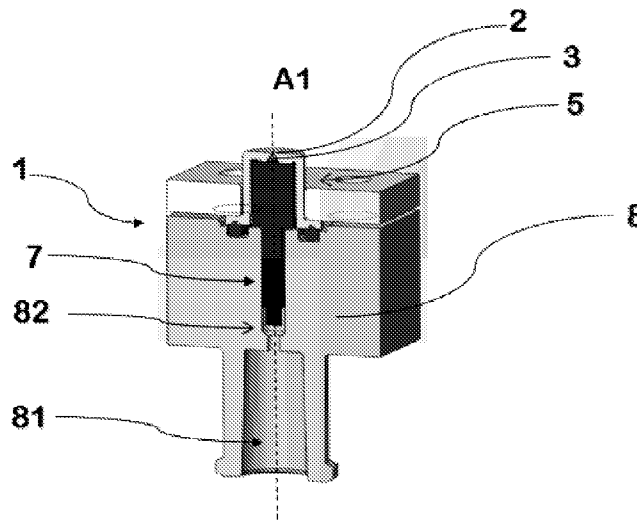


FIG. 11

(57) Abstract: The invention relates to a fluid spray nozzle (1) which is intended to be mounted on a distribution receptacle, the nozzle comprising at least one fluid inlet capillary which extends longitudinally along an axis A1, a supply means, the means being able to receive the fluid from the at least one inlet capillary in order to supply it to at least two pipes, a pillar comprising the at least two pipes which are able to receive the fluid from the supply means, the pipes extending longitudinally along the axis A1 and being radially offset relative to the axis A1, at least two turbulence channels in fluid connection with the at least two pipes, a turbulence chamber for receiving the fluid coming tangentially from the at least two turbulence channels in order to supply at least one spray opening having axial symmetry and a constant cross-section s, the chamber having a cross-section decreasing towards the opening and having a maximum cross-section S and a maximum diameter D, characterised in that the ratio of the cross-section s of the spray opening to the maximum cross-section S of the turbulence chamber (3) is such that  $1\% \leq s/S \leq 20\%$ .



WO 2021/156573 A1

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

**Publiée:**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

---

(57) **Abrégé** : L'invention concerne Buse de pulvérisation (1) de fluide destinée à être montée sur un récipient distributeur, ladite buse comprenant au moins un capillaire d'entrée de fluide s'étendant longitudinalement le long d'un axe A1, un moyen d'alimentation, ledit moyen étant apte à recevoir le fluide issu de l'au moins un capillaire d'entrée dans le but d'alimenter au moins deux conduits, un pilier comprenant lesdits au moins deux conduits aptes à recevoir le fluide provenant du moyen d'alimentation, lesdits conduits s'étendant longitudinalement le long de l'axe A1 et étant radialement déportés par rapport audit axe A1, au moins deux canaux de tourbillonnement, en connexion fluïdique avec lesdits au moins deux conduits, une chambre de tourbillonnement pour recevoir le fluide provenant tangentiellement desdits au moins deux canaux de tourbillonnement afin d'alimenter au moins un orifice de pulvérisation présentant une symétrie axiale et une section constante s, ladite chambre présentant une section décroissante vers ledit orifice et ayant une section maximale S ainsi qu'un diamètre maximal D, caractérisée en ce que le rapport de la section s de l'orifice de pulvérisation sur la section maximale S de la chambre de tourbillonnement (3) est tel que  $1\% \leq s/S \leq 20\%$ .

## **BUSE DE PULVÉRISATION DE LIQUIDE SOUS FORME DE BROUILLARD**

### **DOMAINE DE L'INVENTION**

La présente invention concerne une buse pour dispositif permettant de pulvériser un fluide sous la forme d'un brouillard. Le dispositif est actionné de manière manuelle ou automatisée à l'aide d'un système mécanique de type pompe, pousse seringue, ressort ou électromécanique, i.e. employant un moteur, pour pulvériser le fluide.

### **ÉTAT DE LA TECHNIQUE**

Il est connu de toute personne de l'art qu'avec l'augmentation de la viscosité, tout fluide a tendance à former des gouttelettes volumineuses lors d'une pulvérisation. Ceci a pour conséquence l'obtention d'une pulvérisation hétérogène et non une pulvérisation générant un brouillard homogène. Ceci a pour conséquence un gaspillage du produit pulvérisé et une application non uniforme de celui-ci. Or il a été démontré que la viscosité d'un fluide médicamenteux influe positivement sur l'absorption du médicament, d'où la nécessité de pouvoir pulvériser correctement ce type de fluide. Les buses de l'état de l'art présentent des capacités limitées aux faibles viscosités. Les buses de l'état de l'art ne sont ainsi pas satisfaisantes lorsqu'il s'agit de combiner la capacité à pulvériser des fluides visqueux pour applications médicale en particulier au moyen d'un système appelé en anglais « *airless* » c'est-à-dire sans gaz propulseur.

En effet une solution pour contourner ce problème technique, est l'utilisation de gaz propulseur. Cette solution s'est toutefois avérée non satisfaisante lorsqu'il s'agit d'éjecter certains produits pharmaceutiques pour des contraintes de stérilité, par exemple. En effet, la présence d'un gaz propulseur peut nuire notamment à la stérilité, la propreté, ou l'équilibre microbiologique de la zone d'administration. Il convient aussi de considérer les impacts environnementaux de tels gaz.

Une solution de pulvérisation de brouillard sans intervention de gaz propulseur permet en outre de garantir une uniformité de couverture de la surface visée par le pulvérisateur, le tout avec moins de fluide pulvérisé en volume, ce qui permet de faire des économies. Par

ailleurs, la pulvérisation sous forme de brouillard présente un second avantage concernant le confort du patient lors de l'administration sur des zones sensibles ou douloureuses.

Il existe actuellement des solutions de nébulisation piézoélectrique capables de former un brouillard. Cependant ces solutions restent relativement limitées concernant les plages de  
5 débit pouvant être utilisées, la réactivité du système - soit la vitesse d'administration - et le contrôle de la direction du brouillard. De plus, ces systèmes imposent un coût final du dispositif élevé pouvant être un facteur limitant au déploiement d'une telle solution, notamment dans des systèmes jetables.

La demande EP2570190, par exemple, concerne une buse de pulvérisation pour distribuer  
10 un fluide comprenant une chambre à fluide pour recevoir le fluide, au moins un canal d'alimentation pour alimenter le fluide de la chambre à fluide radialement vers l'intérieur dans un chambre de tourbillonnement et un canal de sortie avec une extrémité d'entrée face à la chambre de tourbillonnement et une extrémité de sortie pour évacuer le fluide vers l'environnement de la buse de pulvérisation. Le canal de sortie de cette invention se  
15 rétrécit dans le sens d'écoulement du fluide. La présente divulgation concerne en outre un pulvérisateur comprenant une telle buse de pulvérisation. Cet art antérieur représente une avancée insuffisante pour les fluides très visqueux.

En effet, c'est la différence de vitesse entre le gaz, souvent l'air, et le fluide qui permet la pulvérisation. Ce type de technologie, qui est parfaitement adapté pour des fluides de  
20 faible viscosité, devient inopérant pour des fluides dépassant les 100 centipoises (cps). En outre, l'utilisation d'un gaz propulseur comme l'air peut devenir problématique lorsqu'il s'agit de pulvériser des produits de santé, de nutrition ou encore dermo-cosmétiques puisque qu'un impératif de stérilité est à respecter surtout dans le domaine médical.

25 La demande EP0412524 divulgue un adaptateur de buse jetable pour l'administration intranasale d'une solution médicale visqueuse en combinaison avec un récipient de pulvérisation, qui comprend un corps cylindrique, une tige disposée dans le corps et une buse de pointe. Le corps a une chambre cylindrique et un alésage central communiquant avec la chambre par un canal pour la fixation du récipient de pulvérisation. La tige est

munie à son extrémité au moins d'une portion de petite taille et d'une portion de taille moyenne. La pointe de buse a une paroi supérieure et une partie cylindrique s'étendant à partir de celle-ci, la paroi supérieure étant pourvue d'une ouverture de pulvérisation centrale comprenant un évidement effilé et des rainures tourbillonnantes s'étendant vers  
5 l'extérieur à partir de l'évidement effilé à la surface intérieure de la partie cylindrique. Les rainures tourbillonnantes de cette invention ont une surface en coupe transversale augmentant vers l'extérieur et sa surface en coupe transversale est de 0,03 à 0,08 mm<sup>2</sup> au minimum. La pointe de buse est ajustée dans l'ouverture de la chambre du corps et engagée avec la partie de taille moyenne de la tige pour former un canal annulaire  
10 entourant la partie de petite taille de la tige et communiquant avec les rainures. Cet art antérieur représente, lui aussi, une avancée insuffisante pour les fluides très visqueux.

L'objet de la présente invention est donc de palier les inconvénients de l'art antérieur et d'améliorer la capacité des buses à pulvériser un fluide visqueux rhéofluidifiant sous la forme d'un brouillard sans gaz propulseur. Pour cela, le but de la présente invention est  
15 une buse de type exempt d'air ou de tout autre gaz propulseur permettant de générer un brouillard à partir d'un fluide très visqueux et rhéofluidifiant, s'écoulant avec une viscosité de plus de 3000Pa.s à 0,01s<sup>-1</sup>, et cela à très faible débit, soit un débit préférentiellement compris entre 0,10 ml/s et 1 ml/s. Elle permet ainsi de déposer un fluide visqueux en couche fine et en faible quantité sur une grande surface.

20

## RÉSUMÉ

L'invention concerne une buse de pulvérisation de fluide destinée à être montée sur un récipient distributeur, ladite buse comprenant :

- au moins un capillaire d'entrée de fluide s'étendant longitudinalement le long d'un  
25 axe A1,
- une chambre de tourbillonnement destinée à recevoir le fluide à pulvériser, la chambre de tourbillonnement ayant une section maximale S et un diamètre maximal D,
- au moins deux conduits s'étendant longitudinalement le long de l'axe A1 et étant radialement déportés par rapport audit axe A1, lesdits conduits étant en connexion  
30 fluide avec le capillaire d'entrée,

- au moins deux canaux de tourbillonnement, en connexion fluidique avec lesdits au moins deux conduits, et connectant lesdits au moins deux conduits avec la chambre de tourbillonnement, lesdits au moins deux conduits reliant ainsi le capillaire d'entrée aux au moins deux canaux de tourbillonnement,
  - 5 - un orifice de pulvérisation alimenté par la chambre de tourbillonnement, l'orifice de pulvérisation présentant une symétrie axiale et une section constante  $s$ , ladite chambre de tourbillonnement présentant, le long de l'axe A1, une section décroissante en direction dudit orifice de pulvérisation. La buse se caractérise en ce que :
    - le rapport de la section  $s$  de l'orifice de pulvérisation sur la section maximale  $S$  de la
    - 10 chambre de tourbillonnement est tel que  $1\% \leq s/S \leq 20\%$ , et
    - la buse de pulvérisation est actionnée au moyen d'un actionneur indépendant de la buse, et
    - le capillaire d'entrée présente une section permettant de générer un taux de cisaillement de fluide supérieur à  $5000 \text{ s}^{-1}$ .
  - 15 Ainsi, cette solution permet d'atteindre l'objectif susmentionné. En particulier, elle permet l'obtention d'un brouillard homogène à partir d'un fluide visqueux rhéofluidifiant.
- La buse selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :
- $1\% \leq s/S \leq 10\%$ ,
  - 20 - l'orifice de pulvérisation présente une forme cylindrique avec un diamètre  $d$  et une hauteur  $h$  tels que :  $40\% d \leq h \leq 150\% d$ , préférentiellement  $50\% d \leq h \leq 100\% d$ ,
  - les au moins deux canaux de tourbillonnement présentent chacun une section en forme de quadrilatère à angle droit, ladite section étant comprise entre  $0,001$  et  $0,06 \text{ mm}^2$ ,
  - 25 - le quadrilatère est un carré,
  - le moyen d'alimentation comprend :
    - soit une chambre de section creuse de forme générale cylindrique et dont la base s'étend sur un plan perpendiculaire à l'axe A1,
    - soit plusieurs canaux d'alimentation s'étendant radialement sur un plan
    - 30 perpendiculaire à l'axe A1,

de manière à alimenter lesdits au moins deux conduits,

- la chambre de tourbillonnement présente une forme tronconique dont l'angle  $\alpha$  entre l'axe A1 et la génératrice est tel que  $25^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ , préférentiellement  $30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ ,
  - 5 - les au moins deux conduit sont ménagés dans un pilier, ledit pilier comprenant un cylindre enveloppant et présentant une surface intérieure, ledit cylindre enveloppant comprenant une entretoise coaxiale dont la surface extérieure est polygonale de sorte que les arêtes de l'entretoise soient en contact avec la surface intérieure du cylindre enveloppant formant ainsi au moins trois conduits du pilier,
  - 10 - l'au moins un capillaire d'entrée comprend au moins deux portions présentant chacune un diamètre constant sur toute sa longueur, chaque portion présentant un diamètre égal ou supérieur au diamètre d'au moins une portion située en aval et chaque portion présentant un diamètre égal ou inférieur au diamètre d'au moins une portion située en amont.
- 15 L'invention concerne également un dispositif médical apte à distribuer un fluide et comprenant une buse selon l'une quelconque des revendications précédentes.

L'invention **a également pour objet un procédé** de distribution d'un fluide visqueux rhéofluidifiant par pulvérisation, caractérisé en ce que le procédé est mis en œuvre au moyen de la buse selon l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus.

- 20 Selon ce procédé, la distribution peut être réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes, au moins 90% des gouttes du brouillard présentant un diamètre inférieur à  $100\mu\text{m}$ . La distribution peut également être réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes dont le diamètre médian est compris entre  $10\mu\text{m}$  et  $50\mu\text{m}$ . La distribution peut également être réalisée sous la forme d'un brouillard
- 25 présentant des gouttes homogènes dont moins de 12% des gouttes présentant un diamètre inférieur à  $10\mu\text{m}$ . Finalement, la distribution peut être réalisée sous la forme d'un brouillard homogène dont la dispersion des gouttes caractérisée le ratio de l'écart entre la  $Dv_{10}$  et  $Dv_{90}$  par rapport à la médiane est inférieur à 2.

## DÉFINITIONS

Dans la présente invention, les termes ci-dessous sont définis de la manière suivante :

- 5 - « **Amont** » est défini selon le sens d'écoulement du fluide dans la buse, et désigne tout élément qui se situe, relativement à un autre élément, proche de l'entrée de fluide dans la buse.
- « **Aval** » est défini selon le sens d'écoulement du fluide dans la buse, et désigne tout élément qui se situe, relativement à un autre élément, proche de la sortie de fluide de la buse.
- 10 - « **Brouillard** » est à assimiler à une brume et est défini comme un amas de très fines gouttelettes.
- « **Capillaire** » est un conduit de section fine par rapport à sa longueur, la section est quelconque.
- 15 - « **Pilier** » est un élément composé d'une ou plusieurs pièces qui assemblées servent de support au moins au moyen d'alimentation et aux conduits, dans le cadre de l'invention, le pilier se situe entre le moyen d'alimentation et les canaux de tourbillonnement, il comprend au moins les moyens d'acheminement du fluide à partir d'au moins un capillaire vers les canaux.
- 20 - « **Longueur de canal de tourbillonnement** » : la longueur des canaux de tourbillonnement est définie comme la plus longue distance à sections identiques le long desdits canaux.
- « **Fluide visqueux** » : fluide dont la viscosité est supérieure 10mPa.s.
- « **Fluide rhéofluidifiant** » : fluide ayant une viscosité dynamique qui diminue lorsque le taux de cisaillement du fluide augmente.
- 25 - « **Dv10, Dv50, Dv90** » sont des grandeurs utilisées en granulométrie qui permettent de donner une indication sur la distribution volumique de la taille des particules d'un ensemble de particules (dans le cas présent, de gouttelettes). Un Dv10 de 4µm indique que 10% des particules (en volume) ont un diamètre de moins de 4µm. D50 donne la taille médiane : la moitié des particules ont un diamètre de moins, la moitié plus, et 10% des particules ont un diamètre supérieur à D90. Autrement dit : Dv10, Dv50 et

Dv90 indiquent les tailles de particules pour lesquelles 10%, 50% et 90% (respectivement) de la population des particules sont inférieures à cette taille.

- « **Distribution** » ou « **SPAN** » est la répartition autour de la médiane, ou Dv50 des différentes tailles de gouttes mesurée dans un brouillard. Elle s'obtient par le ratio de la différence entre la Dv10 et Dv90, et de la Dv50. Ce ratio est sans unité.

### **BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

**Figure 1** est une vue illustrative de la pulvérisation que l'invention souhaite éviter à gauche (a) et de la pulvérisation en brouillard souhaitée à droite (b).

- 10 **Figure 2** est une vue de face d'un mode de réalisation selon l'invention avec trois coupes transversales (2a, 2b et 2c).

**Figure 3** est une vue isolée de face de la figure 2 montrant les sections de l'orifice et de la base d'une chambre de tourbillonnement tronconique.

- 15 **Figure 4** est une vue en perspective du chemin du fluide au sein de la buse, le pilier est en transparence.

**Figure 5** est une vue en perspective du chemin fluide d'une buse selon un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel le moyen d'alimentation est composée de plusieurs canaux angulairement équidistants.

- 20 **Figure 6** est composée de trois figures (6a, 6b, 6c) illustrant trois différents modes de réalisation pour le capillaire d'entrée, cette figure illustre les chemins fluidiques.

**Figure 7** est une vue en perspective du chemin fluide au sein de la buse selon un mode de réalisation où les conduits sont formés par une entretoise insérée dans le cylindre du pilier ici en transparence.

- 25 **Figure 8** est une coupe transversale du pilier pour illustrer les conduits entre l'entretoise et le cylindre enveloppant.

**Figure 9** est une vue de deux modes de réalisation selon l'invention dans lesquels la longueur des conduits a été changée de H1 à H2.

**Figure 10** montre la relation logarithmique entre la viscosité et le cisaillement pour un fluide rhéofluidifiant apte à être pulvérisé par la buse selon l'invention.

5 **Figure 11** illustre une vue en coupe transversale de la buse selon l'invention avec un dégagement pour connecter un récipient contenant le fluide à expulser.

**Figure 12** illustre une vue en perspective de l'entretoise d'un mode de réalisation particulier selon l'invention comportant plusieurs capillaires d'entrées parallèles.

10 **Figure 13** illustre une vue en perspective du chemin fluidique obtenu avec plusieurs capillaires d'entrée à l'instar de la figure 12.

**Figure 14** est une vue schématique de la buse selon l'invention où le pilier est confondu avec la pièce formant la chambre de tourbillonnement, l'orifice et les canaux de tourbillonnement.

## 15 **DESCRIPTION DÉTAILLÉE**

La description suivante sera mieux comprise à la lecture des dessins présentés ci-dessus. Dans le but d'illustrer, la buse est représentée dans des modes de réalisation préférés. Il doit être compris, cependant, que la présente demande n'est pas limitée aux arrangements, structures, caractéristiques, modes de réalisation et apparences précis  
20 indiqués. Les dessins ne sont pas dessinés à l'échelle et ne sont pas destinés à limiter la portée des revendications aux modes de réalisation représentés dans ces derniers.

De manière générale, l'invention porte sur une buse de pulvérisation 1 de fluide, plus précisément d'un fluide visqueux et rhéofluidifiant, destiné à être montée sur un récipient distributeur.

25 Le fluide considéré peut ne pas être un fluide rhéofluidifiant si sa viscosité est de l'ordre de 20mPa.s, préférablement inférieure à 20mPa.s, c'est-à-dire si le fluide est faiblement visqueux.

La buse 1 selon l'invention est ainsi destinée à être fixée sur un réservoir de fluide, en particulier de fluide visqueux rhéofluidifiant.

La figure 1 permet de comparer un brouillard diffus obtenu grâce à la buse 1 selon l'invention avec ce qui est obtenu si toutes les conditions ne sont pas réunies, c'est-à-dire  
5 une expulsion sur une surface très localisée d'un grand volume de liquide.

Dans la figure 1, les chambres de tourbillonnement 3 et les orifices de pulvérisation 2 de la buse 1 sont illustrés pour montrer les différences dimensionnelles, la figure 1 n'est pas à l'échelle réelle de l'invention. La figure 1 est une vue illustrative de la pulvérisation que l'invention souhaite éviter à gauche (a) et de la pulvérisation en brouillard souhaitée à  
10 droite (b). En outre, on souhaite aussi éviter les gouttes grossières.

Dans la figure 2, de gauche à droite, des coupes transversales 2a, 2b et 2c montrent les différents éléments pour une meilleure compréhension de la buse 1 selon l'invention.

La figure 2 illustre une vue de face d'un mode de réalisation de la buse 1 de l'invention. Dans cette figure, le capillaire d'entrée 7 de la buse 1 est décentré par rapport à l'axe A1  
15 de l'orifice de pulvérisation 2. L'axe A1 est aussi l'axe de la chambre de tourbillonnement tronconique 3. Le décentrage peut aller d'une distance  $h_7$  comprise entre 0 mm et 0,4mm, en notant que si  $h_7$  est égale à 0mm, cela mène à une co-axialité avec l'orifice de pulvérisation. La distance  $h_7$  qualifie ainsi la distance entre l'axe A1 de l'orifice de pulvérisation 2 et l'axe du capillaire d'entrée 7. L'avantage présenté par ce décentrage est  
20 un avantage pratique de réalisation de la buse 1.

La longueur L et la section D du capillaire d'entrée 7 sont des variables sur lesquelles il est possible d'agir dans le cadre de l'invention afin de moduler le taux de cisaillement du fluide traversant le capillaire d'entrée 7. Dans le cas particulier où la section D du capillaire d'entrée 7 est un disque (le capillaire étant cylindrique), alors la section devient  
25 un diamètre D, tel que tel que  $S = \pi \cdot (D/2)^2$ , où S désigne la section.

De manière bien connue en soi, le taux de cisaillement augmente lorsque la section S diminue. A un débit donné, l'augmentation de la longueur L permet d'augmenter le temps pendant lequel le fluide est cisailé à un taux de cisaillement donné. Cela permet de

s'assurer que la longueur  $L$  est supérieure à la longueur d'établissement de l'écoulement et que la viscosité devant être obtenue à ce taux de cisaillement est bien atteinte. Toutefois, on cherche également à réduire la pression d'entrée de la buse 1 et donc à réduire les pertes de charges au sein de celle-ci. Or les pertes de charges augmentent  
5 lorsque les sections diminuent et que les longueurs augmentent. Il s'agit donc de trouver un équilibre fonctionnel, ce qui est réalisé par la présente invention.

Dans le mode de réalisation illustré en figure 2, le capillaire d'entrée 7 présente une forme cylindrique de section circulaire. De préférence le diamètre  $D_7$  du capillaire d'entrée 7 est compris entre 0,1 et 0,3 mm et sa longueur  $L$  est comprise entre 2 et 11 mm.

10 Il est connu de toute personne du métier qu'en réduisant la section  $D$  du capillaire d'entrée 7 on augmente de ce fait le taux de cisaillement du fluide à propulser, car le taux de cisaillement est égal à la vitesse du fluide divisé par l'entrefer. Ceci conduit à une baisse de la viscosité dudit fluide au sein du capillaire d'entrée 7 et dans la buse 1 de manière générale.

15 Comme la viscosité est plus faible, il est possible d'augmenter le débit et donc atteindre des vitesses d'écoulement plus élevées tout en restant à des pressions relativement faibles. En effet, à viscosité constante, si on augmente le débit alors on augmente la pression et ceci d'autant plus que la viscosité est élevée. En d'autres termes, augmenter le taux de cisaillement permet de réduire la viscosité et ainsi d'atteindre des vitesses d'écoulement  
20 plus élevées sans pour autant augmenter (de façon très importante) la pression. Augmenter la vitesse permet d'atteindre la vitesse critique qui permet de générer une atomisation du fluide et ainsi créer un spray (ou brouillard).

En d'autres termes, en cisillant significativement le fluide dès son entrée dans la buse 1 et donc dès son entrée dans le capillaire d'entrée 7, on obtient une faible viscosité tout le  
25 long du chemin fluidique. Ceci permet d'atteindre un débit et une vitesse d'écoulement du fluide élevés, permettant l'atomisation du fluide en sortie de la buse, c'est-à-dire la formation d'un spray (brouillard), sans pour autant augmenter de façon très importante la pression en entrée de la buse 1. En d'autres termes, cela permet de produire un

spray (brouillard) à partir d'un fluide visqueux rhéofluidifiant à faible pression, facilitant ainsi la conception d'un dispositif médical et limitant les risques pour son utilisateur.

Les petites sections permettent d'avoir une vitesse élevée, toutefois une très faible section induit une grande perte de charge et demande ainsi une très forte pression appliquée en  
5 entrée de la buse 1 pour atteindre la pulvérisation.

On remarquera dans la figure 5, que dans le mode de réalisation représenté, le capillaire d'entrée 7 présente d'amont en aval des portions 71, 72, 73, 74 à diamètres différents : chaque portion 71, 72, 73, 74 présente une section constante sur toute sa longueur, toutefois, la première portion 71, située le plus en amont sur le capillaire d'entrée 7,  
10 présente un diamètre D supérieur à celui des portions en aval 72, 73, 74. Chaque portion 71, 72, 73, 74 présente ainsi, sur toute sa longueur, un diamètre D :

- supérieur ou égal à celui des portions 72, 73, 74 situées en aval, et
- inférieur ou égal à celui des portions 71, 72, 73 situées en amont. On cherche ici à  
15 réduire progressivement la section de passage pour augmenter progressivement le taux de cisaillement du fluide afin toujours de réduire la viscosité du fluide, sans créer de restrictions ponctuelles trop importantes qui induiraient des pertes de charges singulières importantes, et donc une augmentation de la pression.

En d'autres termes, plus une portion 71, 72, 73, 74 de capillaire d'entrée 7 est située proche de la chambre de tourbillonnement 3, plus sa section D est faible. Les différentes  
20 portions 71, 72, 73, 74 peuvent être séparées les unes des autres par des plateaux. Ces plateaux permettent un meilleur alignement des différentes portions 71, 72, 73, 74 entre elles.

Les trois variantes 6a, 6b et 6c de la figure 6 illustrent différentes configurations possibles pour les différentes portions 71, 72, 73, 74 du capillaire d'entrée 7. Selon la variante 6a,  
25 il y a deux portions 71 et 72 chacune présentant un diamètre D constant sur toute sa longueur. Le diamètre D de la portion aval 71 est plus faible que le diamètre D de la portion amont 72.

La variante 6b, présente trois portions 71, 72 et 73 à chacune à diamètre D constant sur toute sa longueur. Le diamètre D de la portion amont 73 est plus grand que celui de la

portion centrale 72, lui-même plus grand que celui de la portion aval 71. Il s'agit du mode de réalisation de la figure 5.

La variante 6c, présente, quant à elle, quatre portions 71, 72, 73 et 74 chacune à diamètre D constant. Les diamètres D sont décroissants vers le moyen d'alimentation 6 et les deux portions 72 et 73 centrales présentent des sections de surface semblables. Ceci permet d'augmenter la longueur de la portion centrale 72, 73 de section intermédiaire. L'avantage de ce mode de réalisation est d'augmenter la longueur L du capillaire d'entrée 7 quand il n'y a un seul diamètre de capillaire (longueur d'établissement de l'écoulement à ce cisaillement). Il est par ailleurs préférable d'augmenter la longueur sur la section intermédiaire plutôt que sur la plus petite section pour ne pas augmenter trop les pertes de charges.

Dans les trois modes de réalisation de la figure 6, les portions 71, 72, 73, 74 du capillaire d'entrée 7 sont co-axiales, selon l'axe A1, avec l'orifice de pulvérisation 2.

La Figure 11 illustre une vue en coupe transversale de la buse 1 selon un mode de réalisation de l'invention présentant plusieurs capillaires d'entrée 7 parallèles. L'avantage de présenter plusieurs capillaires d'entrée 7 parallèles est la facilité de la fabrication industrielle. En injection plastique il n'est pas possible de faire un capillaire d'entrée 7 de faible section, mais grâce à cet assemblage, il devient possible de réaliser un cylindre beaucoup plus grand en diamètre (faisable en injection plastique) dans lequel est inséré le cylindre d'entrée de la buse 1, également faisable en injection plastique. Dans ce mode de réalisation la buse 1 comporte un support 8 présentant un premier dégagement 81 apte à accueillir un récipient contenant le fluide à expulser, ainsi qu'un second dégagement 82 apte à accueillir un cylindre d'entrée de buse. Ce cylindre d'entrée de buse est illustré en figure 12. Dans le mode de réalisation illustré, ce cylindre d'entrée de buse est venu de matière avec une entretoise 53 dont la fonction sera explicitée plus loin dans la demande. Des gorges sont ménagées longitudinalement dans le cylindre d'entrée de buse, de manière à ce que les parois externes du cylindre d'entrée de buse puissent, en coopérant par emboîtement avec les parois internes du second dégagement 82, former les capillaires d'entrées parallèles 7 entre eux et s'étendant le long de l'axe A1. Ainsi chaque capillaire d'entrée 7 est formé par un espace situé entre le cylindre d'entrée de la buse 1 et son

support 8. L'avantage du support 8 est de pouvoir connecter directement la buse 1 sur une seringue via une connectique luer (82 est un luer femelle, la seringue se termine par un luer mâle). Ce mode de réalisation permet d'obtenir le taux de cisaillement souhaité en entrée de la buse 1 avec des pièces qui peuvent être fabriquée par des méthodes de fabrication industrielle (grande série).

De manière générale, le ou les capillaire(s) d'entrée 7 présente(nt) un diamètre D permettant de générer un taux de cisaillement de fluide supérieur à  $5000 \text{ s}^{-1}$ . Dans le cas des modes de réalisation présentant un capillaire d'entrée 7 à portions 71, 72, 73 et 74 variables, c'est la portion amont 74 qui permet d'atteindre un taux de cisaillement supérieur à  $5000 \text{ s}^{-1}$ . Les portions suivantes 71, 72, 73 permettent d'atteindre des cisaillements encore plus élevés.

La coupe selon l'axe 2a de la figure 2 montre la liaison permettant le chemin fluide entre le capillaire d'entrée 7, et l'entretoise 53 déjà mentionnée plus haut. L'entretoise 53 du mode de réalisation de la coupe 2a est un prisme hexagonal. Avantagement, cette forme permet de créer des conduits de faibles sections de passage, à l'aide de deux pièces emboîtables et facilement assemblables et positionnables. C'est l'interstice entre le cylindre enveloppant et l'entretoise 53 qui permet de former les conduits. La faible section de passage permet de maintenir un taux de cisaillement élevé.

Plus généralement, le capillaire d'entrée 7 est relié à la chambre de tourbillonnement tronconique 3 au-moyens de conduits 512. Ces conduits 512 peuvent être obtenus de diverses manières. Un moyen d'obtenir ces conduits 512 est d'empiler des pièces usinées, formant ainsi un pilier 5 dans lequel sont ménagés lesdits conduits 512. Cette méthode est néanmoins longue et fastidieuse, industriellement peu intéressante. Alternativement, dans le mode de réalisation illustré en figure 2, ces conduits 512 sont obtenus au moyen de l'emboîtement de deux pièces pouvant être obtenues indépendamment l'une de l'autre par injection plastique. Ces deux pièces prennent la forme d'une entretoise 53 de type prisme hexagonal et d'un cylindre enveloppant 52. On se limite ainsi à deux pièces, simplifiant l'assemblage de la buse 1. Dans le mode de réalisation de la figure 2, l'entretoise 53 et le cylindre enveloppant forment un pilier 5. Ainsi la coupe selon l'axe 2b montre la liaison permettant le chemin fluide entre le capillaire d'entrée 7 et la

chambre de tourbillonnement 3 à travers le pilier 5. Plus précisément, la coupe 2b montre les 6 conduits de faible section de passage formés par l'emboîtement de l'entretoise 53 dans le cylindre enveloppant 52. Dans cet exemple, l'entretoise 53 est hexagonale, ce qui forme six conduits 512, mais certains modes de réalisation présentent douze conduits 512.

5 Plus le nombre de « facettes » de l'entretoise 53 est important, plus la section de passage des conduits 512 est faible et donc plus le taux de cisaillement est important. En particulier, le chemin fluide passe entre les parois externes de l'entretoise 53 et les/la paroi(s) interne(s) du cylindre enveloppant 52. Dans cet exemple, le cylindre enveloppant 52 est de section circulaire. Les conduits 512 s'étendent longitudinalement

10 selon l'axe A1. Les flèches indiquent la direction de l'écoulement d'un fluide apte à être pulvérisé le long des conduits 512 du pilier 5.

La figure 7 illustre le chemin fluide d'un troisième mode de réalisation selon l'invention. En effet, dans la figure 7, le pilier 5 n'est pas représenté afin de montrer le chemin fluide passant par les conduits 51 qui s'étendent longitudinalement selon

15 l'axe A1. Dans ce mode de réalisation, tous les éléments et leurs dimensions donnés pour le premier mode de réalisation sont identiques à l'exception du pilier 5 et de ses composants. On observe une série de 12 conduits 51 équirépartis autour de l'axe A1, le long de la circonférence du pilier 5. Ces conduits 51 présentent une forme générale aplatie, résultante d'une entretoise 53 « à facettes » dans un cylindre. Comme

20 précédemment, plus le nombre de « facettes » de l'entretoise 53 est important, plus la section de passage des conduits 51 est faible et donc plus le taux de cisaillement au sein des conduits 51 est important. Ceci permet le maintien d'un taux de cisaillement élevé pour maintenir une viscosité faible ; le taux de cisaillement peut être plus élevé que dans le chemin fluide en amont de ces conduits 51, ce qui permet de rhéofluidifier encore

25 davantage.

A la figure 8, on voit les conduits 51 définis par l'espace compris entre les faces de l'entretoise 53 et la surface intérieure du cylindre enveloppant 52. L'entretoise 53 est composée de 12 faces formant ainsi autant de conduits pour acheminer le fluide à pulvériser du moyen d'alimentation 6 aux canaux de tourbillonnement 4.

La figure 9 illustre deux modes de réalisation 9a et 9b dont les hauteurs H1 et H2 du pilier 5 sont variables afin d'obtenir une longueur plus importante sur laquelle le fluide est cisailé.

L'avantage de la hauteur H1 par rapport à la hauteur H2 est que les longueurs plus courtes induisent une perte de charge plus faible et donc une pression en entrée de buse 1 plus faible. L'avantage de la hauteur H2 par rapport à la hauteur H1 est que la longueur sur laquelle le fluide est cisailé est plus importante et induit donc un meilleur cisaillement. Il s'agit là encore de trouver un compromis, objet de la présente invention.

La figure 14 est autre vue en perspective d'une buse 1 selon l'invention montrant un capillaire d'entrée 7 à travers lequel va passer le fluide à expulser. Un mode de réalisation avec plusieurs capillaires d'entrée 7 tel qu'illustré à la figure 13 est possible. Le pilier 5 est aussi représenté, il comprend des conduits définis par l'espace compris entre les faces de l'entretoise 53 et la surface intérieure du cylindre enveloppant 52 (non représentés). En sortant des conduits (non représentés), le fluide passe par les canaux de tourbillonnement (non représentés) puis accède tangentiellement à la chambre de tourbillonnement 3 avant d'être expulsé par l'orifice de pulvérisation 2 sous forme de brouillard. Dans ce mode de réalisation, le pilier 5 est confondu avec la pièce dans laquelle sont formés canaux, cône et orifice de pulvérisation. En d'autres termes, dans ce mode de réalisation, une seule pièce supporte le cylindre enveloppant, les canaux de tourbillonnement 4, la chambre de tourbillonnement 3 et l'orifice 2.

La liaison entre les conduits 512 du pilier 5 et le capillaire d'entrée 7 peut être assuré par un moyen d'alimentation 6 prenant typiquement la forme d'un plateau de forme creuse de forme globalement cylindrique plat. Ceci est illustré en figure 4, notamment. La figure 4 illustre le chemin fluide suivi par le fluide à pulvériser dans la buse 1. Dans le mode de réalisation de la figure 4, la buse 1 présente trois conduits 511, 512, 513 reliant le capillaire d'entrée 7 à la chambre de tourbillonnement 3. Dans ce mode de réalisation, ces trois conduits 511, 512 et 513 sont des conduits de forme cylindrique à section circulaire s'étendant longitudinalement le long de l'axe A1. Les trois conduits 511, 512 et 513 sont équidistants angulairement et donc à 120° l'un de l'autre.

La coupe selon l'axe 2c de la figure 2 montre plus particulièrement la liaison continuant le chemin fluide entre le pilier 5 et la chambre de tourbillonnement tronconique 3. La coupe de la figure 2c montre un anneau circulaire reliant le pilier 5 aux canaux de tourbillonnement 4 afin d'acheminer le fluide à pulvériser tangentiellement vers la chambre de tourbillonnement 3 en direction du centre de l'anneau circulaire. Dit  
5 autrement, l'anneau circulaire permet de relier les conduits 512 à l'entrée des canaux de tourbillonnement 4, 41, 42, 43. Lesdits canaux de tourbillonnement 4, 41, 42, 43 acheminent le fluide vers la chambre de tourbillonnement tronconique 3 de façon tangentielle au cône afin de créer un tourbillon.

10 La figure 3 montre une vue de face de l'orifice de pulvérisation 2 et de la chambre de tourbillonnement 3. Dans le cadre de l'invention, le rapport de la section  $s$  de l'orifice de pulvérisation sur la section maximale  $S$  de la chambre de tourbillonnement est tel que  $1\% \leq s/S \leq 20\%$  et préférentiellement, ce rapport est compris entre 1 et 10%, de manière encore préférentielle, ce rapport est compris entre 1 et 6%. Il est à noter que les  
15 limites respectives de ces intervalles sont comprises dans l'invention.

Un anneau circulaire, visible à la figure 7, relie les conduits 511, 512 et 513 aux trois canaux de tourbillonnement 41, 42 et 43 avec lesquels ils sont respectivement en connexion fluide. Les trois canaux de tourbillonnement 41, 42 et 43 présentent chacun une section en forme rectangle, ladite section étant comprise entre 0,001 et 0,06mm<sup>2</sup>,  
20 préférentiellement entre 0,003 et 0,01mm<sup>2</sup>. Cette section permet :

- d'augmenter encore davantage le taux de cisaillement du fluide et ainsi réduire encore davantage la viscosité,
- d'augmenter la vitesse du fluide (accélération) par rapport à la vitesse de fluide dans les canaux plus en amont, pour ainsi avoir une vitesse importante à l'arrivée dans la  
25 chambre de tourbillonnement 3 pour créer un tourbillon plus rapide et ainsi une meilleure pulvérisation,
- d'avoir une vitesse de fluide élevée, permettant de générer un spray, à un débit relativement faible (débit = vitesse x section, à vitesse donnée, plus la section est faible, plus le débit sera faible).

De même que pour le capillaire d'entrée 7, la réduction de la section des canaux de tourbillonnements 41, 42 et 43 permet d'augmenter le cisaillement du fluide et donc sa vitesse. Cette augmentation de la vitesse permet une meilleure génération de tourbillons et donc une meilleure pulvérisation.

- 5 La longueur des canaux de tourbillonnement 41, 42 et 43, c'est-à-dire la distance à parcourir par le fluide à pulvériser entre l'anneau circulaire et l'entrée tangentielle de la chambre de tourbillonnement 3 est idéalement comprise entre 0,2 et 0,71mm.

Toujours à la figure 4, on distingue la chambre de tourbillonnement 3 qui présente une forme tronconique dont le diamètre de la base est idéalement compris entre 0,8 et 1,6mm.

- 10 Préférentiellement, l'angle  $\alpha$  entre l'axe A1 et la génératrice de la chambre de forme tronconique est tel que  $25^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ , préférentiellement :  $30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ .

La hauteur L3 de la chambre de forme tronconique est, quant à elle, idéalement comprise entre 0,4 et 0,7mm.

- 15 Finalement, on distingue aussi dans la figure 4 l'orifice de pulvérisation 2 qui présente une forme cylindrique avec un diamètre d préférentiellement compris entre 0,05mm et 0,5mm, préférentiellement entre 0,1 mm et 0,18mm.

La hauteur h de l'orifice de pulvérisation 2 est, quant à elle idéalement comprise entre 0,1 mm et 0,15mm.

- 20 La figure 5 illustre un second mode de réalisation selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, tous les éléments et leurs dimensions donnés pour le premier mode de réalisation sont identiques à l'exception du moyen d'alimentation 6 qui est ici un ensemble de trois canaux d'alimentation 61, 62 et 63 angulairement équidistants et en connexion fluidique avec les conduits 511, 512 et 513. Ce mode de réalisation permet un meilleur aiguillage du fluide du capillaire d'entrée 7 vers les conduits 51, 511, 512, 513.

- 25 La figure 13 illustre un mode de réalisation alternatif de la présente invention. La figure 13 illustre ainsi le chemin fluidique suivi par un fluide devant être expulsé sous forme de brouillard par une buse 1 telle que celle illustrée à la figure 11 avec les capillaires

d'entrée formés par l'entretoise de la figure 12. Le chemin fluidique en aval du moyen d'alimentation 6 est identique à ceux décrits pour les modes de réalisation des figures 7, 8 et 9.

5 Selon certains modes de réalisation, la buse 1 selon l'invention peut tout à fait être considérée comme un consommable et est donc faite en matériaux jetables et/ou à très faible durée de vie. La buse 1 selon la présente invention est ainsi adaptable à de nombreuses applications dans le cosmétique, l'agroalimentaire, et n'est donc pas limitée au domaine médical.

10 L'utilisation de la buse 1 se fait en association avec un actionneur indépendant. La buse de pulvérisation 1 est ainsi actionnée au moyen d'un actionneur indépendant de la buse. Par « actionnement de la buse » on entend « mise en circulation du fluide à distribuer à travers la buse 1 ».

15 Cet actionneur indépendant peut prendre des formes très variées mais dans tous les cas, il comprend un moyen de mise en circulation du fluide à pulvériser. L'actionneur peut ainsi être manuel ou automatisé à l'aide d'un système mécanique (pompe, pousse seringue, ressort) ou électromécanique (employant un moteur). Le choix de l'actionneur et du moyen de mise en circulation du fluide à pulvériser dépend des propriétés souhaitées pour la pulvérisation du brouillard : taille du cône, débit, durée du spray par exemple.

20 Il ressort de ce qui précède, que la buse 1 selon l'invention permet un cisaillement élevé d'un fluide visqueux rhéofluidifiant de manière à pouvoir pulvériser efficacement et de manière sécurisée, ce type de fluides. Le diamètre des canaux de tourbillonnement 41, 42 et 43 est assez faible pour pulvériser un brouillard à faible débit, tout en présentant néanmoins un diamètre suffisamment grand pour ne pas induire des pertes de charges trop importantes de manière à minimiser la pression d'entrée de la buse 1.

25 La figure 10 présente le rhéogramme (courbe de la viscosité en fonction du taux de cisaillement) d'un fluide qui a été pulvérisé avec la buse 1.

La buse 1 selon l'invention permet ainsi la mise en œuvre d'un procédé de distribution d'un fluide visqueux rhéofluidifiant par pulvérisation. Plus précisément, cette distribution

est réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes dont la caractérisation par Diffraction laser (Spraytec / MAL10332887 / Malvern / UK) permet d'établir les caractéristiques suivantes :

- au moins 90% des gouttes du brouillard présentant un diamètre inférieur à 100 $\mu$ m, 5  
préférentiellement inférieur à 90 $\mu$ m, plus préférentiellement inférieur à 80 $\mu$ m, encore plus préférentiellement 70 $\mu$ m. Dans un mode dernier mode préférentiel, inférieur à 60 $\mu$ m, en d'autres termes, que le brouillard présente une Dv90 inférieure à 100 $\mu$ m,
- le diamètre médian des gouttes du brouillard, aussi référencé comme la Dv50 du brouillard est compris entre 10 et 50 $\mu$ m, préférentiellement entre 10 et 45 $\mu$ m, plus 10  
préférentiellement entre 15 et 40 $\mu$ m,
- 12% des gouttes présentant un diamètre inférieur à 10 $\mu$ m, préférentiellement inférieur à 10 $\mu$ m,
- une distribution des différentes tailles de gouttes d'un brouillard concentrée autour de sa valeur médiane (Dv50), telle que le ratio entre la différence entre la Dv90 et Dv10, 15  
et la Dv50 est inférieur à 2, préférentiellement, inférieur à 1,8, plus préférentiellement inférieur à 1,6. Autrement dit la distribution « SPAN » est inférieure à 2, préférentiellement, inférieur à 1.8, plus préférentiellement inférieur à 1,6.

## NUMÉROS RÉFÉRENCÉS

- 20 1 : Buse de pulvérisation
- 2 : Orifice de pulvérisation
- 3 : Chambre de tourbillonnement
- 4, 41, 42, 43 : canaux de tourbillonnement
- 5 : pilier 51, 511, 512, 513 : conduits
- 25 52 : cylindre enveloppant
- 53 : entretoise
- 6 : moyen d'alimentation,
- 61,62,63 : canaux d'alimentation
- 7 : capillaire(s) d'entrée
- 30 8 : support

- 81 : premier dégagement du support apte à recevoir le conteneur du liquide à distribuer,  
81 : second dégagement du support apte à recevoir les gorges formant capillaires d'entrée,  
71,72,73,74 : portions de section constante du capillaire d'entrée 7  
A1 : axe de l'orifice de pulvérisation
- 5 H1, H2 : hauteur du pilier  
D7 : diamètre du capillaire d'entrée de fluide  
h7 : distance radiale entre l'axe de l'orifice de pulvérisation et l'axe du capillaire d'entrée de fluide.  
L : longueur du capillaire d'entrée de fluide
- 10 d : diamètre de l'orifice de pulvérisation  
h : hauteur de l'orifice de pulvérisation  
L3 : Hauteur de de chambre de tourbillonnement (selon l'axe A1)  
 $\alpha$  : angle entre l'axe A1 et la génératrice de la chambre de tourbillonnement.

**REVENDICATIONS**

1. Buse de pulvérisation (1) d'un fluide, la buse (1) étant destinée à être montée sur un récipient distributeur, ladite buse (1) comprenant :
- 5 - au moins un capillaire d'entrée (7) de fluide s'étendant longitudinalement le long d'un axe A1,
- une chambre de tourbillonnement (3) destinée à recevoir le fluide à pulvériser, la chambre de tourbillonnement (3) ayant une section maximale S et un diamètre maximal D,
- 10 - au moins deux conduits (51, 511, 512, 513) s'étendant longitudinalement le long de l'axe A1 et étant radialement déportés par rapport audit axe A1, lesdits conduits (51, 511, 512, 513) étant en connexion fluïdique avec le capillaire d'entrée (7),
- au moins deux canaux de tourbillonnement (4, 41, 42, 43), en connexion fluïdique avec lesdits au moins deux conduits (51, 511, 512, 513), et connectant lesdits au moins deux conduits (51, 511, 512, 513) avec la chambre de tourbillonnement (3), lesdits au moins deux conduits (51, 511, 512, 513) reliant ainsi le capillaire d'entrée (7) aux au moins deux canaux de tourbillonnement (4, 41, 42, 43),
- 15 - un orifice de pulvérisation (2) alimenté par la chambre de tourbillonnement (3), l'orifice de pulvérisation (2) présentant une symétrie axiale et une section constante s, ladite chambre de tourbillonnement (3) présentant, le long de l'axe A1, une section décroissante en direction dudit orifice de pulvérisation (2), la buse (1) **étant caractérisée en ce que** :
- 20 - le rapport de la section s de l'orifice de pulvérisation (2) sur la section maximale S de la chambre de tourbillonnement (3) est tel que  $1\% \leq s/S \leq 20\%$ , et
- la buse de pulvérisation (1) est actionnée au moyen d'un actionneur indépendant de la buse (1), et
- le capillaire d'entrée (7) présente une section permettant de générer un taux de cisaillement de fluide supérieur à  $5000 \text{ s}^{-1}$ .
- 30 2. Buse de pulvérisation (1) selon la revendication 1 caractérisé en ce que  $1\% \leq s/S \leq 10\%$ .

3. Buse de pulvérisation (1) selon la revendication **1** ou **2** dans laquelle l'orifice de pulvérisation (2) présente une forme cylindrique avec un diamètre  $d$  et une hauteur  $h$  tels que :  $40\% d \leq h \leq 150\% d$ , préférentiellement  $50\% d \leq h \leq 100\% d$ .
- 5 4. Buse de pulvérisation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les au moins deux canaux de tourbillonnement (4, 41, 42, 43) présentent chacun une section en forme de quadrilatère à angle droit, ladite section étant comprise entre 0,001 et 0,06mm<sup>2</sup>.
- 10 5. Buse de pulvérisation (1) selon la revendication **4** dans laquelle le quadrilatère est un carré.
6. Buse de pulvérisation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le moyen d'alimentation (6) comprend :
- 15 - soit une chambre de section creuse de forme générale cylindrique et dont la base s'étend sur un plan perpendiculaire à l'axe A1,
- soit plusieurs canaux d'alimentation (61, 62, 63) s'étendant radialement sur un plan perpendiculaire à l'axe A1,
- de manière à alimenter lesdits au moins deux conduits (51, 511, 512, 513).
7. Buse de pulvérisation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la chambre de tourbillonnement (3) présente une forme tronconique dont l'angle  $\alpha$  entre l'axe A1 et la génératrice est tel que  $25^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ , préférentiellement  $30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ .
- 20 8. Buse de pulvérisation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle les au moins deux conduit (51, 511, 512, 513) sont ménagés dans un pilier (5), ledit pilier (5) comprenant un cylindre enveloppant (52) et présentant une surface intérieure Sc, ledit cylindre enveloppant (52) comprenant une entretoise (53) coaxiale dont la surface extérieure est polygonale de sorte que les arêtes de l'entretoise (53) soient en contact avec la surface intérieure Sc du cylindre enveloppant (52) formant ainsi au moins trois conduits (51, 511, 512, 513) du pilier (5).
- 25

9. Buse de pulvérisation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'au moins un capillaire d'entrée (7) comprend au moins deux portions (71, 72, 73, 74) présentant chacune un diamètre D constant sur toute sa longueur, chaque portion (71, 72, 73, 74) présentant un diamètre D égal ou supérieur au diamètre D d'au moins une portion (71, 72, 73, 74) située en aval et chaque portion (71, 72, 73, 74) présentant un diamètre D égal ou inférieur au diamètre D d'au moins une portion (71, 72, 73, 74) située en amont.
10. Dispositif médical apte à distribuer un fluide et comprenant une buse (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- 10 11. Procédé de distribution d'un fluide visqueux rhéofluidifiant par pulvérisation, caractérisé en ce que le procédé est mis en œuvre au moyen de la buse (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
12. Procédé selon la **revendication** précédente, caractérisé en ce que la distribution est réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes, au moins 90% des gouttes du brouillard présentant un diamètre inférieur à 100 $\mu$ m.
- 15 13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la distribution est réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes dont le diamètre médian est compris entre 10 $\mu$ m et 50 $\mu$ m.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que la distribution est réalisée sous la forme d'un brouillard présentant des gouttes homogènes dont moins de 12% des gouttes présentant un diamètre inférieur à 10 $\mu$ m.
- 20 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11, 12, 13 ou 14, caractérisé en ce que la distribution est réalisée sous la forme d'un brouillard homogène dont la dispersion des gouttes caractérisée le ratio de l'écart entre la Dv10 et Dv90 par rapport à la médiane est inférieur à 2.
- 25

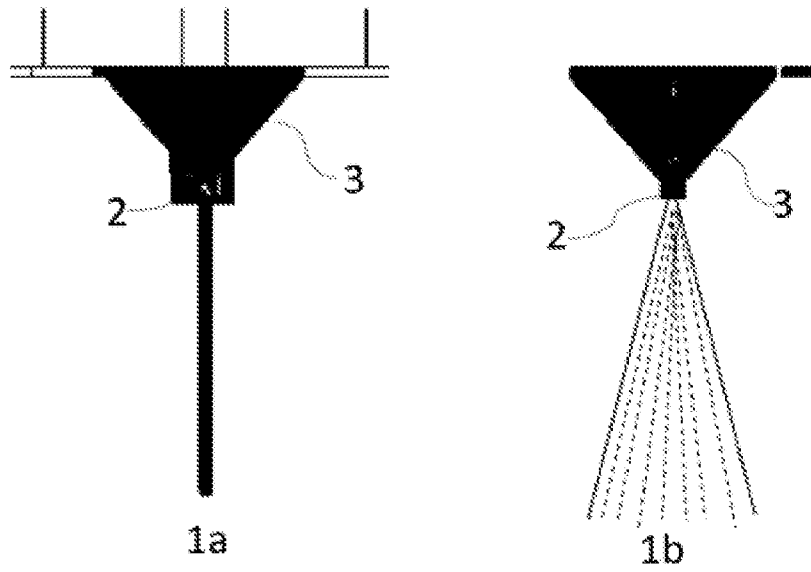


FIG. 1

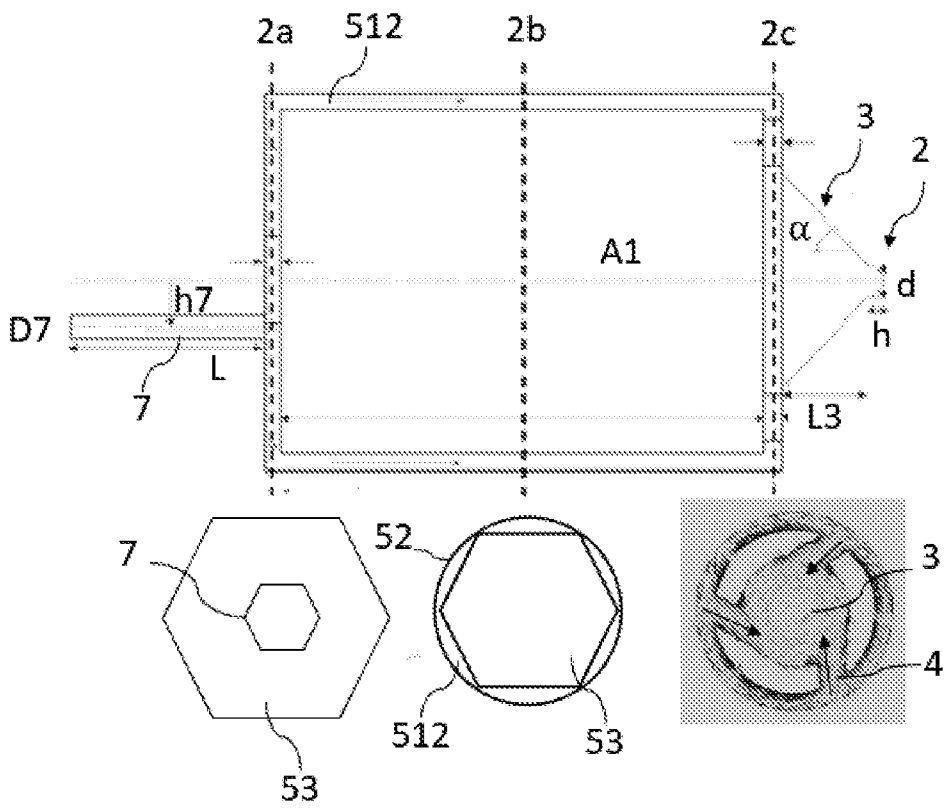


FIG. 2

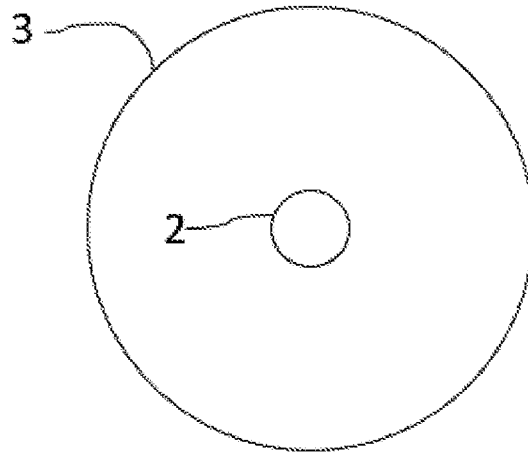


FIG. 3

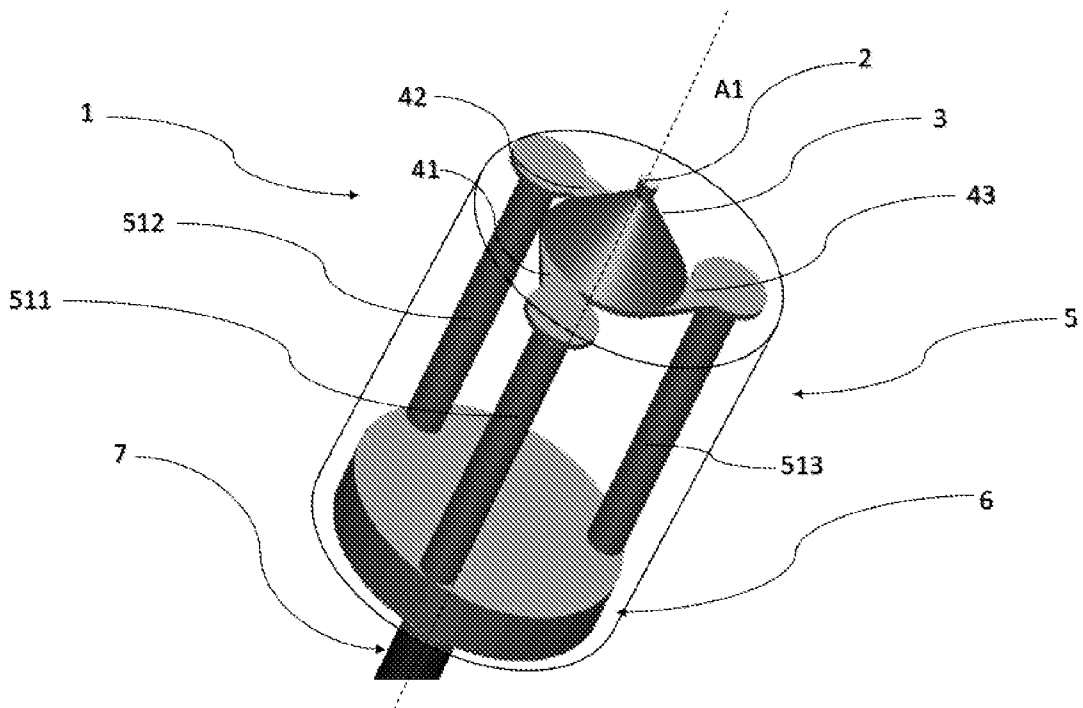


FIG. 4

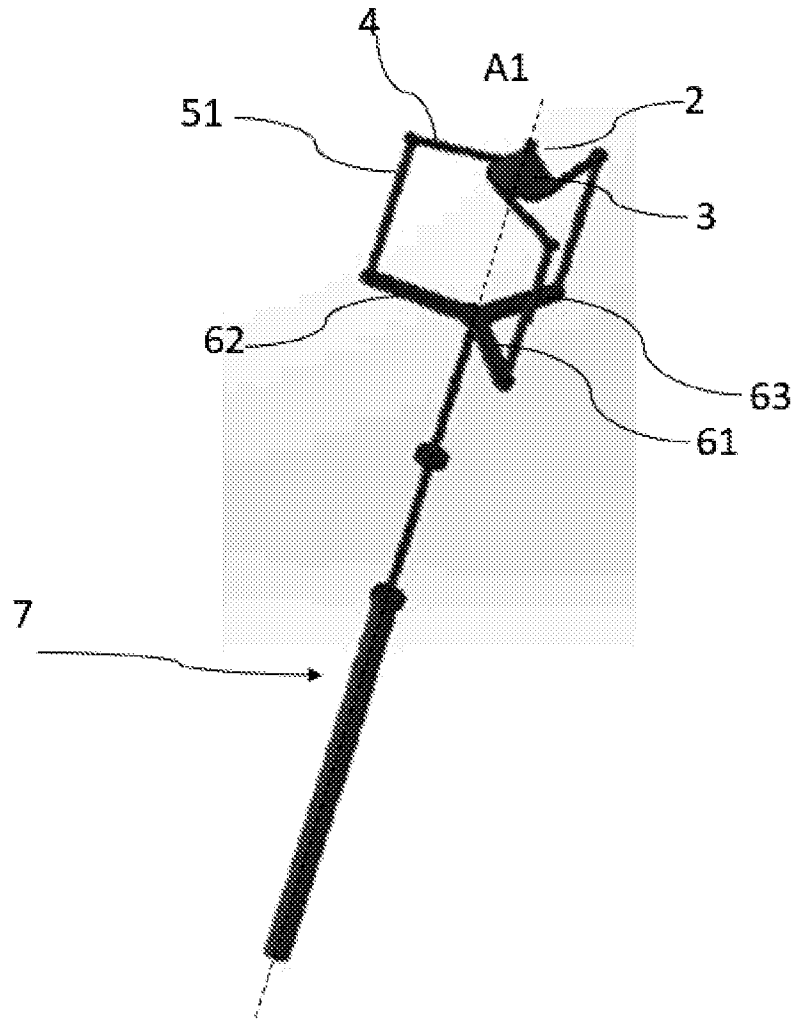


FIG. 5

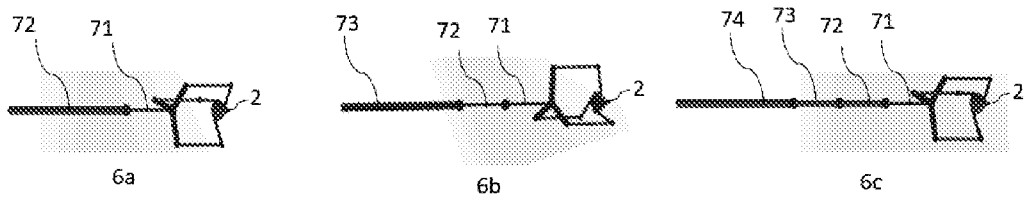


FIG. 6

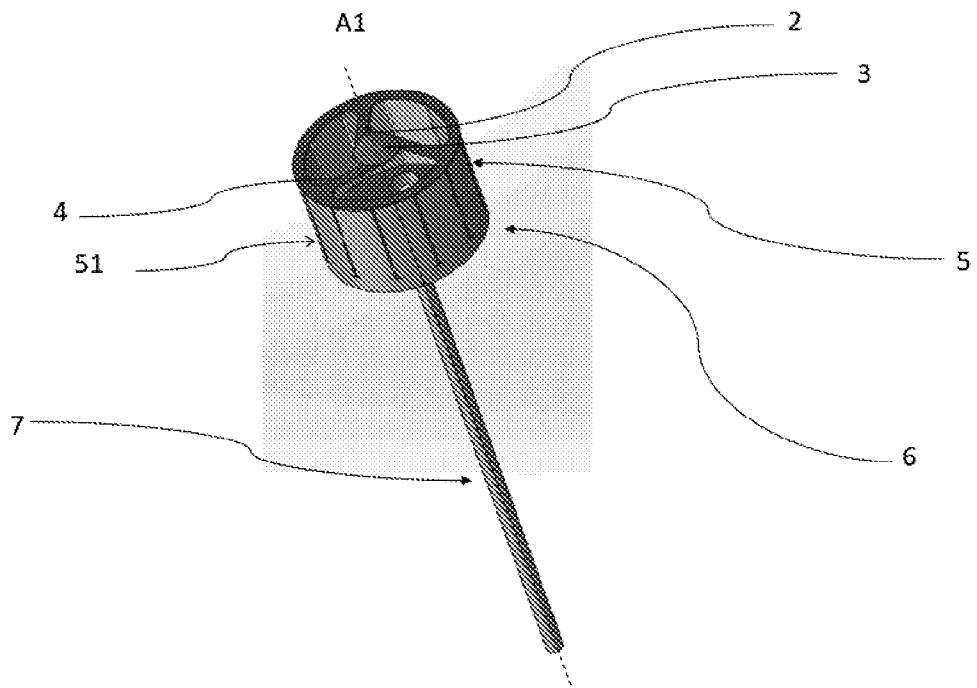


FIG. 7

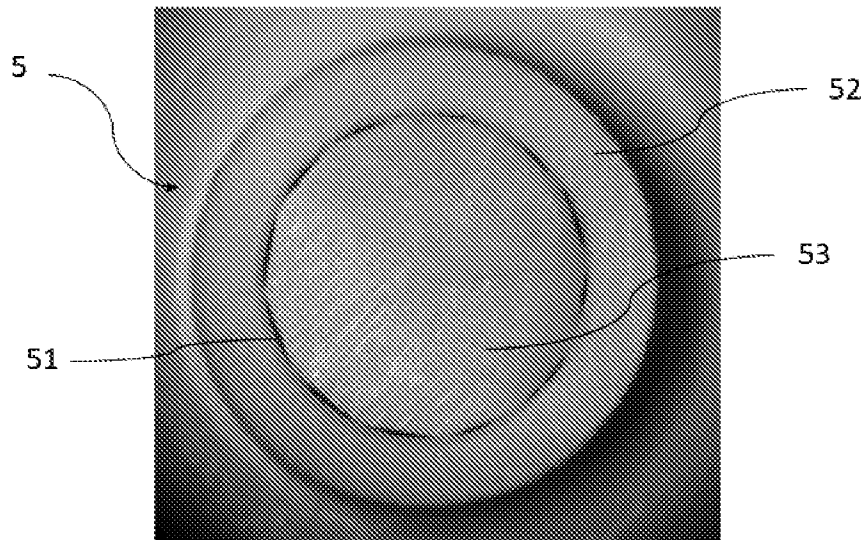


FIG. 8

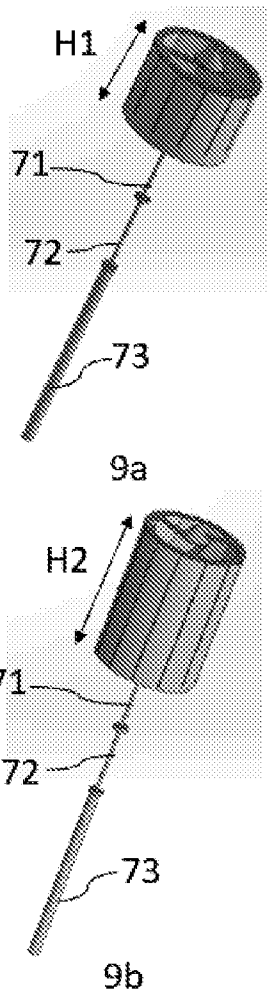


FIG. 9

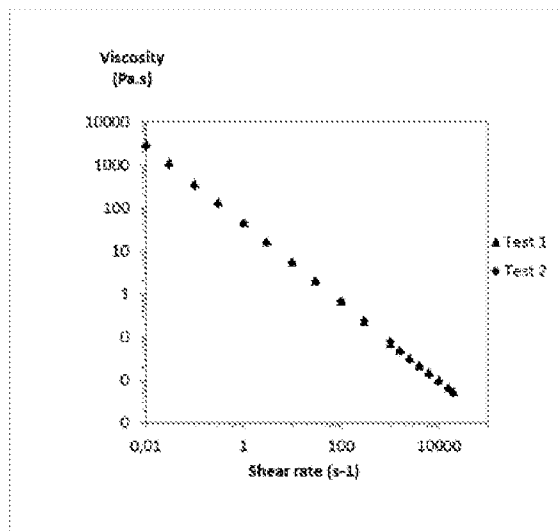


FIG. 10

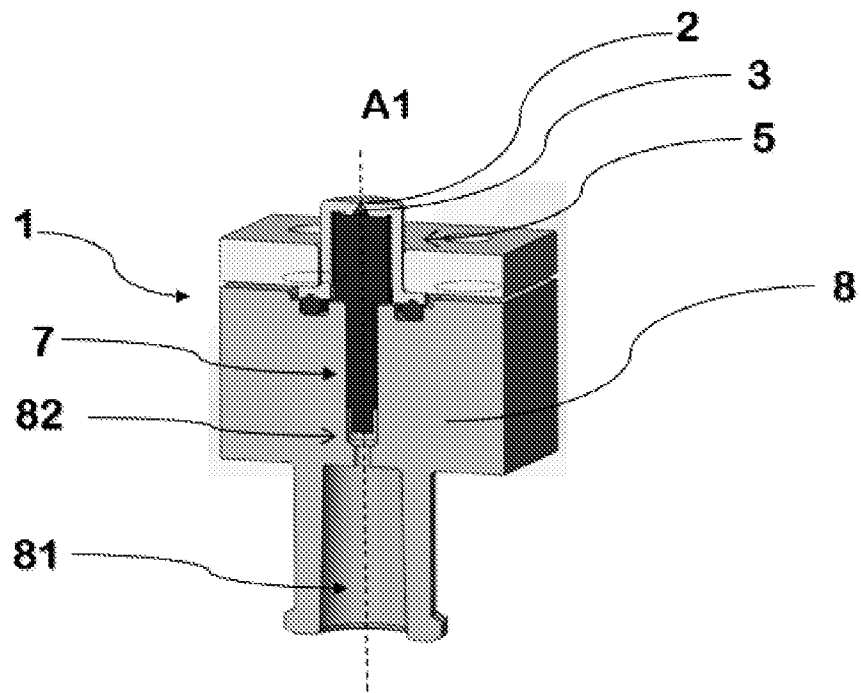


FIG. 11

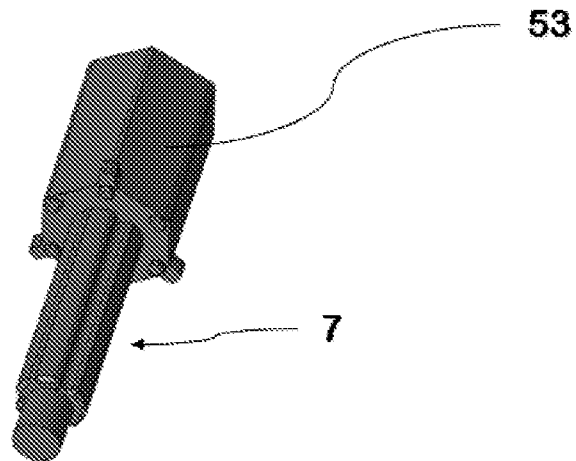


FIG. 12

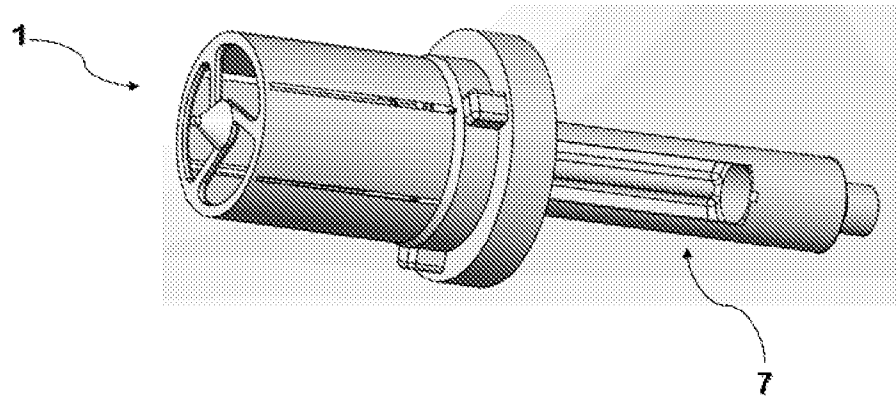


FIG. 13

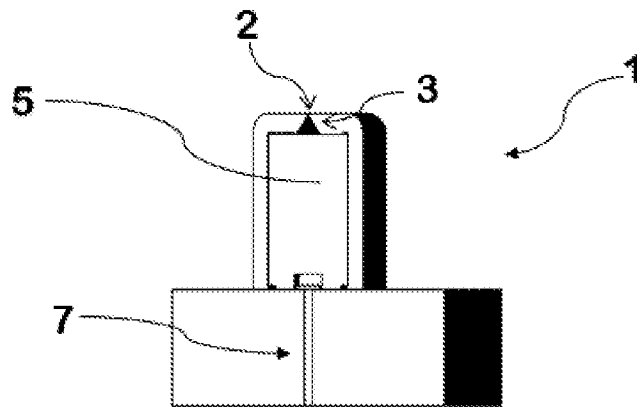


FIG. 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2021/050208**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B05B 1/34</i> (2006.01); <i>A61M 11/00</i> (2006.01);  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B05B; A61M  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011055036 A1 (REXAM DISPENSING SYS [FR]; SONGBE JEAN-PIERRE [FR]) 12 May 2011 (2011-05-12) abstract; figures 1-3 page 1, line 7 - line 9 page 4, line 32 - page 11, line 10	1-5,7,10-15
X	EP 3231516 A1 (ALBÉA LE TRÉPORT [FR]) 18 October 2017 (2017-10-18) abstract; figures 1-9 page 4, paragraph 22 - page 6, paragraph 32	1-4,10-15
A	WO 2015148517 A1 (BOWLES FLUIDICS CORP [US]; GOPALAN SHRIDHAR [US]; HARTRANFT EVAN [US]) 01 October 2015 (2015-10-01) abstract; figures 1-14 paragraph [0023] paragraph [0042] paragraph [0078] - paragraph [0079]	11-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>12 May 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 May 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Frego, Maria Chiara</b>  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2021/050208**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017216852 A1 (GOPALAN SHRIDHAR [US] ET AL) 03 August 2017 (2017-08-03) abstract; figures 1-19 paragraph [0012] paragraph [0075]	11-15
A	US 2014263742 A1 (GOPALAN SHRIDHAR [US] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) abstract; figures 1-18 paragraph [0090]	11-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2021/050208**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2011055036	A1	12 May 2011	BR	112012010556	A2	22 March 2016
				CN	102596419	A	18 July 2012
				EP	2496361	A1	12 September 2012
				ES	2456699	T3	23 April 2014
				FR	2952360	A1	13 May 2011
				US	2012217322	A1	30 August 2012
				WO	2011055036	A1	12 May 2011
EP	3231516	A1	18 October 2017	BR	102017007921	A2	17 October 2017
				CN	107297288	A	27 October 2017
				EP	3231516	A1	18 October 2017
				FR	3050125	A1	20 October 2017
				JP	2017190188	A	19 October 2017
				KR	20170117885	A	24 October 2017
				US	2017297042	A1	19 October 2017
WO	2015148517	A1	01 October 2015	CN	106163672	A	23 November 2016
				EP	3122469	A1	01 February 2017
				US	2017065990	A1	09 March 2017
				WO	2015148517	A1	01 October 2015
US	2017216852	A1	03 August 2017	NONE			
US	2014263742	A1	18 September 2014	EP	2720799	A1	23 April 2014
				US	2014145009	A1	29 May 2014
				US	2014263742	A1	18 September 2014
				US	2018071754	A1	15 March 2018
				WO	2012145537	A1	26 October 2012

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2021/050208

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B05B1/34 A61M11/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B05B A61M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2011/055036 A1 (REXAM DISPENSING SYS [FR]; SONGBE JEAN-PIERRE [FR]) 12 mai 2011 (2011-05-12) abrégé; figures 1-3 page 1, ligne 7 - ligne 9 page 4, ligne 32 - page 11, ligne 10 -----	1-5,7, 10-15
X	EP 3 231 516 A1 (ALBÉA LE TRÉPORT [FR]) 18 octobre 2017 (2017-10-18) abrégé; figures 1-9 page 4, alinéa 22 - page 6, alinéa 32 ----- -/--	1-4, 10-15
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 12 mai 2021		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21/05/2021
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Frego, Maria Chiara

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>WO 2015/148517 A1 (BOWLES FLUIDICS CORP [US]; GOPALAN SHRIDHAR [US]; HARTRANFT EVAN [US]) 1 octobre 2015 (2015-10-01)                      abrégé; figures 1-14                      alinéa [0023]                      alinéa [0042]                      alinéa [0078] - alinéa [0079]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-15
A	<p>US 2017/216852 A1 (GOPALAN SHRIDHAR [US] ET AL) 3 août 2017 (2017-08-03)                      abrégé; figures 1-19                      alinéa [0012]                      alinéa [0075]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-15
A	<p>US 2014/263742 A1 (GOPALAN SHRIDHAR [US] ET AL) 18 septembre 2014 (2014-09-18)                      abrégé; figures 1-18                      alinéa [0090]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-15

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2021/050208

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011055036	A1	12-05-2011	BR 112012010556	A2 22-03-2016
			CN 102596419	A 18-07-2012
			EP 2496361	A1 12-09-2012
			ES 2456699	T3 23-04-2014
			FR 2952360	A1 13-05-2011
			US 2012217322	A1 30-08-2012
			WO 2011055036	A1 12-05-2011
-----				
EP 3231516	A1	18-10-2017	BR 102017007921	A2 17-10-2017
			CN 107297288	A 27-10-2017
			EP 3231516	A1 18-10-2017
			FR 3050125	A1 20-10-2017
			JP 2017190188	A 19-10-2017
			KR 20170117885	A 24-10-2017
			US 2017297042	A1 19-10-2017
-----				
WO 2015148517	A1	01-10-2015	CN 106163672	A 23-11-2016
			EP 3122469	A1 01-02-2017
			US 2017065990	A1 09-03-2017
			WO 2015148517	A1 01-10-2015
-----				
US 2017216852	A1	03-08-2017	AUCUN	
-----				
US 2014263742	A1	18-09-2014	EP 2720799	A1 23-04-2014
			US 2014145009	A1 29-05-2014
			US 2014263742	A1 18-09-2014
			US 2018071754	A1 15-03-2018
			WO 2012145537	A1 26-10-2012
-----				