



(11)

EP 4 166 236 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
19.04.2023 Bulletin 2023/16

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B05B 1/30 (2006.01) B05B 1/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22200733.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B05B 1/083; B05B 1/3053

(22) Date de dépôt: **11.10.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **SC OPTIMA**
62620 Ruitz (FR)

(72) Inventeurs:
• **Houssard, Olivier**
62232 Fouquières-les-Béthune (FR)
• **Sochala, Nicolas**
59249 Aubers (FR)

(30) Priorité: **14.10.2021 FR 2110937**
11.01.2022 FR 2200177

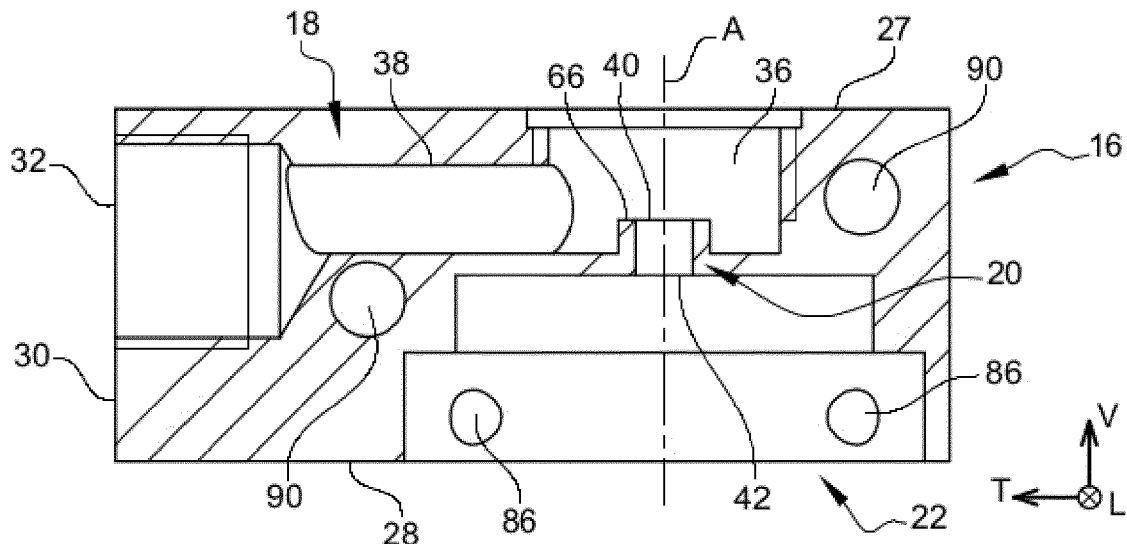
(74) Mandataire: **RVDB**
85 Place Marmottan
BP 30247
62405 Béthune Cedex (FR)

(54) SYSTÈME DE PULVÉRISATION À DÉBIT VARIABLE

(57) La présente invention concerne un système de pulvérisation (10) à débit variable qui comprend au moins une buse (24) de pulvérisation, un porte-buse (12) qui comprend un corps (16) délimitant une chambre (20) apte à acheminer le liquide à pulvériser jusqu'à la buse (24), ladite chambre (20) s'étendant depuis une entrée (40) reliée sur un circuit d'alimentation (18) en liquide à pulvériser, jusqu'à une sortie (42) qui communique avec un

orifice d'entrée (26) de la buse (24), et une unité de pilotage (14) qui est adaptée pour faire varier le débit de la buse (24) en fermant l'entrée (40) de la chambre (20) par intermittence lors d'un cycle d'ouverture fermeture de la buse (24), caractérisé en ce que la chambre (20) présente un volume réduit, de manière à limiter la chute de pression du liquide qui traverse la buse (24) au cours du cycle d'ouverture fermeture de la buse (24).

Fig. 5



DescriptionDomaine technique

- 5 **[0001]** La présente invention concerne le domaine de la pulvérisation.
[0002] L'objet de la présente invention concerne plus particulièrement un système de pulvérisation comprenant un porte buse sur lequel est montée une buse de pulvérisation à débit variable de type buse à pulsation et une unité de pilotage de type PWM (pour « Pulse Width Modulation » ou modulation de largeur d'impulsion) capable de faire varier le débit de la buse en modulant la durée d'ouverture lors d'un cycle d'ouverture/fermeture de ladite buse.
- 10 **[0003]** La présente invention trouvera de façon non-exclusive des applications avantageuses dans le domaine agricole et/ou viticole et/ou arboricole notamment en équipant un engin du type véhicule d'épandage comprenant une rampe de pulvérisation (ou tout système équivalent) équipée d'une pluralité de buses de pulvérisation.

Art antérieur

- 15 **[0004]** On connaît dans le domaine agricole et/ou viticole et/ou arboricole les pulvérisateurs.
[0005] Les pulvérisateurs sont classiquement destinés à pulvériser des produits sur les cultures sous forme de liquide.
[0006] On parle également d'intrants.
[0007] De tels pulvérisateurs sont par exemple utilisés pour appliquer sur les cultures des engrais foliaires ou encore pour traiter les cultures contre certaines maladies et/ou lutter contre certains insectes qui sont susceptibles de nuire à la récolte.
- 20 **[0008]** Un pulvérisateur comporte généralement un réservoir de stockage contenant le liquide à pulvériser ; ce réservoir est raccordé à un circuit équipé d'une pompe et d'un ou plusieurs systèmes de pulvérisation.
[0009] De tels pulvérisateurs peuvent équiper un véhicule motorisé (autonome ou non) de type par exemple tracteur, automoteur ou encore aéronef.
- 25 **[0010]** On parle de véhicules d'épandage.
[0011] Chaque système de pulvérisation comprend au moins une buse de pulvérisation et un corps délimitant un circuit d'alimentation qui alimente la buse en liquide à pulvériser.
[0012] Les différents systèmes de pulvérisation sont pilotés de façon indépendante par un système électronique de pilotage comprenant un calculateur central.
- 30 **[0013]** Dans le domaine de l'agriculture, certains véhicules d'épandage comprennent un pulvérisateur composé d'une rampe installée sur le véhicule.
[0014] Une telle rampe peut par exemple faire plusieurs dizaines de mètres de large et les systèmes de pulvérisation peuvent être fixés sur la rampe par exemple environ tous les cinquante centimètres, voire tous les vingt-cinq centimètres.
- 35 **[0015]** Les dimensions et les espacements ci-dessus sont ici fournis à titre purement indicatif et ne présentent en aucun cas un caractère limitatif ou restrictif.
[0016] Ainsi, toujours selon cet exemple, un véhicule d'épandage qui est équipé d'une rampe de quarante-huit mètres de large avec un système de pulvérisation fixé tous les cinquante centimètres va devoir comporter un calculateur central capable de piloter en temps réel et de façon indépendante les quatre-vingt-seize systèmes de pulvérisation fixés sur la rampe.
- 40 **[0017]** Un tel pilotage des systèmes de pulvérisation permet de réaliser une pulvérisation localisée pour pulvériser le champ de façon parcellaire, c'est-à-dire sur des courtes sections de parcelle du champ ; on comprend dans ce contexte que le pilotage de ces systèmes de pulvérisation peut nécessiter un actionnement simultané de l'ensemble des systèmes de pulvérisation comme un actionnement d'un seul système de pulvérisation.
- 45 **[0018]** On parle aussi de pilotage buse à buse.
[0019] Sur le plan théorique, ce pilotage buse à buse présente de nombreux avantages : il permet de réduire les coûts de pulvérisation et l'impact environnemental associé en optimisant l'utilisation du liquide pulvérisé.
[0020] Une pulvérisation localisée permet en outre d'améliorer la précision de la pulvérisation en pulvérisant correctement les sections du champ en fonction des besoins réels.
- 50 **[0021]** En revanche, le Demandeur a observé que, sur le plan pratique, pulvériser buse par buse reste difficile à mettre en œuvre.
[0022] Avec les pulvérisateurs actuels, il est en effet très difficile d'assurer cette pulvérisation localisée de façon pleinement satisfaisante car la configuration du circuit de liquide du pulvérisateur ne permet pas d'avoir un débit de pulvérisation stable et maîtrisé en sortie de buse selon que l'on pulvérise sur une, dix, ou quatre-vingt-seize buses.
- 55 **[0023]** On observe en effet des temps de transition, liés à la régulation du débit exact, lors par exemple du pilotage d'un seul système de pulvérisation.
[0024] Ces temps de transition sont causés par une ouverture et/ou une fermeture du circuit, qui alimente la buse en liquide, ce qui entraîne une baisse de pression significative et ne permet pas une pulvérisation optimisée.

[0025] En mode « pulvérisation localisée », le Demandeur a constaté qu'il était important de maintenir un débit suffisant en sortie de buses sans temps de transition de manière à ce que la pulvérisation soit optimale. Or, comme expliqué ci-dessus, on observe systématiquement une perte de pression dans les circuits actuels, laquelle implique un temps de transition pour atteindre le débit souhaité en sortie de buse et dégrade à la fois la forme du jet et la qualité des gouttelettes et donc l'efficacité du traitement.

[0026] Pour garantir la qualité de la taille des gouttelettes, on connaît les buses à aspiration d'air.

[0027] De telles buses utilisent le principe de Venturi ; elles pulvérisent de grosses gouttes chargées de bulles d'air, qui ne dérivent pas et éclatent en fines gouttelettes au contact des plantes.

[0028] En revanche, on observe toujours sur ces buses ce temps de transition avec une perte de pression.

[0029] On connaît également les systèmes de pulvérisation à pulsation appelés aussi buses à pulsation, également connues sous l'expression buses PWM.

[0030] Les systèmes de pulvérisation à pulsation sont pilotés électriquement par une unité de pilotage selon une technologie à modulation de largeur d'impulsion, ou PWM, capable de faire varier le débit de chaque buse en modulant la durée d'ouverture lors d'un cycle d'ouverture/fermeture du circuit d'alimentation en liquide de ladite buse.

[0031] Généralement, les systèmes de pulvérisation à pulsation présentent une fréquence d'ouverture/fermeture de 5 à 100 Hertz. En d'autres termes, il faut comprendre ici que chaque système de pulvérisation à pulsation est capable de s'ouvrir et se fermer 10 à 100 fois par seconde.

[0032] La modulation du débit de la buse s'effectue donc ici en faisant varier la durée d'ouverture du circuit d'alimentation de la buse au sein d'un cycle d'ouverture/fermeture.

[0033] Sur le plan théorique, l'utilisation des systèmes de pulvérisation à pulsation est très avantageuse car elle permet d'obtenir une pulvérisation localisée tout en modulant la dose à pression constante.

[0034] En revanche, sur le plan pratique, le Demandeur observe avec les systèmes de pulvérisation à pulsation d'aujourd'hui que la taille des gouttes en sortie de buses est irrégulière et que le jet formé par la buse en sortie de buse n'est pas régulier de sorte que la surface à traiter par pulvérisation n'est pas correctement traitée avec ce type de systèmes de pulvérisation à pulsation.

[0035] Le Demandeur soumet que, pour ces raisons, les pulvérisateurs qui sont connus jusqu'à présent et qui utilisent des systèmes de pulvérisation à pulsation pour pulvériser de façon localisée et indépendante une surface à traiter ne sont pas efficaces.

Résumé de l'invention

[0036] La présente invention améliore la situation décrite ci-dessus.

[0037] La présente invention a notamment pour but de résoudre les inconvénients de l'art antérieur précité en proposant un système de pulvérisation capable de réguler la pression du liquide de pulvérisation et donc garantir un jet de forme idéale.

[0038] Grâce à la présente invention, on atteint cet objectif ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui suit.

[0039] Ainsi, la présente invention concerne selon un premier aspect un système de pulvérisation à débit variable qui comprend au moins :

- une buse de pulvérisation,
- un porte-buse qui comprend un corps délimitant une chambre apte à acheminer le liquide à pulvériser jusqu'à la buse, ladite chambre s'étendant depuis une entrée reliée sur un circuit d'alimentation en liquide à pulvériser, jusqu'à une sortie qui communique avec un orifice d'entrée de la buse, et
- une unité de pilotage qui est adaptée pour faire varier le débit de la buse en fermant l'entrée de la chambre par intermittence lors d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la buse.

[0040] Selon la présente invention, la chambre présente un volume réduit de manière à limiter la chute de pression du liquide qui traverse la buse au cours du cycle d'ouverture/fermeture de la buse. Ainsi, le système de pulvérisation selon l'invention permet de limiter, voire supprimer, la période de latence durant laquelle la buse est alimentée en liquide à une pression trop faible, c'est-à-dire à une pression inférieure à la pression seuil déterminée.

[0041] Selon cette conception avantageuse avec une chambre à volume réduit, on obtient un jet en sortie de buse parfait sans temps de transition et avec des gouttelettes d'une taille constante pour un traitement optimisé de la surface à traiter.

[0042] Suivant d'autres caractéristiques techniques optionnelles de l'invention, prises seules ou en combinaison :

- l'entrée de la chambre est juxtaposée à l'orifice d'entrée de la buse de manière à réduire la longueur axiale de la chambre qui sépare l'entrée de la chambre à l'orifice d'entrée de la buse;

- la buse est traversée par un canal d'injection qui s'étend axialement suivant un axe de pulvérisation, et la chambre s'étend axialement depuis son entrée jusqu'à sa sortie suivant le même axe que le canal d'injection. La coaxialité de cet agencement permet de limiter le volume de la chambre ;
- le corps qui délimite ladite chambre et le circuit d'alimentation qui est relié à la chambre est réalisé en une seule pièce ;
- ladite chambre présente un volume sensiblement compris entre 0.013 et 0.320 centimètre cube ;
- ladite chambre présente un volume sensiblement compris entre 0.013 et 0.20 centimètre cube ;
- ladite chambre présente un volume sensiblement égal à 0.013 centimètre cube ;
- ladite chambre présente un volume sensiblement égal à 0.17 centimètre cube ;
- ladite chambre présente un volume sensiblement égal à 0.32 centimètre cube ;
- l'unité de pilotage fait varier le débit de la buse en fermant l'entrée de la chambre par intermittence lors d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la buse, en mettant en œuvre une technique dite de modulation de largeur d'impulsion.

[0043] La présente invention concerne également selon un deuxième aspect un engin de pulvérisation comprenant une rampe de pulvérisation équipée d'une pluralité de systèmes de pulvérisation du type décrits précédemment.

[0044] Ainsi, par ses différentes caractéristiques techniques fonctionnelles et structurales décrites ci-dessus, on dispose d'un système de pulvérisation buse à buse efficace qui assure une pulvérisation sans temps de transition, avec une pression sensiblement constante dans le circuit et un débit constant en sortie de buse.

Description des figures

[0045] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

[Fig.1] représente une vue en perspective d'un système de pulvérisation comportant un corps et une buse selon l'invention ;

[Fig.2] représente une vue éclatée en perspective du système de pulvérisation de la figure 1 ;

[Fig.3] représente une vue en section axiale longitudinale du système de pulvérisation de la figure 1 ;

[Fig.4] représente une vue de détail en section axiale longitudinale du système de pulvérisation de la figure 3 ;

[Fig.5] représente une vue en section axiale transversale du corps du système de pulvérisation de la figure 1 ; et

[Fig.6] représente une vue schématique d'un jet optimal d'une buse installée sur un pulvérisateur en déplacement sur une parcelle.

[0046] Dans la description et les revendications, on adoptera à titre non limitatif la terminologie longitudinal, vertical et transversal en référence au trièdre L, V, T indiqué aux figures, et les termes supérieur et inférieur en référence à la partie supérieure et à la partie inférieure respectivement de la figure 1.

[0047] Sur l'ensemble de ces figures, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques ou similaires.

Description détaillée

[0048] Un système de pulvérisation selon un exemple de réalisation de la présente invention ainsi que le véhicule associé vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1 à 6.

[0049] On a représenté aux figures 1 et 2 un système de pulvérisation 10 à débit variable qui comprend un porte-buse 12 et une unité de pilotage 14.

[0050] Le porte-buse 12 comprend un corps 16 qui délimite d'amont en aval, suivant le sens d'écoulement du liquide à pulvériser, un circuit d'alimentation 18 (visible en figure 5), une chambre 20 de régulation de la pression et un logement 22 dans lequel une buse 24 de pulvérisation est agencée.

[0051] La buse 24 est traversée par un canal d'injection 25 qui s'étend axialement suivant un axe A vertical de pulvérisation, depuis un orifice d'entrée 26 de la buse 24.

[0052] Selon la figure 5, le corps 16 forme un parallélépipède qui présente notamment une face supérieure 27, une face inférieure 28 et une face latérale 30.

[0053] On notera que le corps 16 est réalisé en une seule pièce monobloc.

[0054] Le circuit d'alimentation 18 comprend un orifice d'entrée 32 qui est formé sur la face latérale 30 du corps 16 et qui est relié sur une source de liquide à pulvériser (non représentée) par l'intermédiaire d'un tuyau (non représenté) et d'un raccord 34, visible à la figure 1, du type raccord instantané.

[0055] Aussi, le corps 16 du porte-buse 12 délimite un logement 36 qui débouche dans la face supérieure 27 du corps 16 et qui communique avec le circuit d'alimentation 18 par l'intermédiaire d'un canal 38 transversal.

[0056] La chambre 20 de régulation de la pression présente la forme d'un conduit cylindrique qui s'étend axialement

suivant l'axe A vertical, dans le prolongement du logement 36, depuis une entrée 40 qui communique avec le circuit d'alimentation 18 en liquide à pulvériser, jusqu'à une sortie 42 qui communique avec le logement 22 de la buse 24.

[0057] L'unité de pilotage 14 est adaptée pour faire varier le débit de la buse 24 en fermant l'entrée 40 de la chambre 20 par intermittence, lors d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la buse 24.

[0058] A cet effet, l'unité de pilotage 14 comporte une électrovanne 44 comportant un corps 46 qui délimite un logement 48 dans lequel une douille 50 est agencée.

[0059] La douille 50 s'étend axialement suivant l'axe A et comprend un tronçon 52 fileté qui est vissé dans le logement 36 du corps 16 du porte-buse 12 prévu à cet effet.

[0060] Comme on peut le voir à la figure 4, l'étanchéité entre l'électrovanne 44 et le corps 16 du porte-buse 12 est assurée par un joint torique 54 qui est interposé axialement entre un siège 56 annulaire formé à l'entrée du logement 36 et une molette 58 de vissage (du type hexagonale M8) de la douille 50.

[0061] De plus, l'électrovanne 44 comporte un piston 60 globalement cylindrique qui s'étend suivant l'axe A, depuis une tête 62 formant un clapet, qui est agencée en regard de l'entrée 40 de la chambre 20, jusqu'à une queue 64 qui est montée dans la douille 50.

[0062] La tête 62 du piston 60 présente une face 64, appelée ici face de fermeture, qui est de forme circulaire et qui s'étend perpendiculairement à l'axe A. Cette face 64 est prévue pour coopérer avec une face périphérique 66 de l'entrée 40 de la chambre 20, pour fermer la chambre 20.

[0063] A cet effet, le piston 60 de l'électrovanne 44 est monté coulissant entre une position d'ouverture de la chambre 20 représentée aux figures 3 et 4, et une position de fermeture (non représentée) de la chambre 20 dans laquelle la face 64 de fermeture du piston 60 obstrue l'entrée 40 de la chambre 20 pour empêcher le liquide de pénétrer dans la chambre 20, au cours du cycle d'ouverture et de fermeture de la buse 24.

[0064] A l'inverse, dans sa position d'ouverture, le piston 60 est escamoté et permet l'écoulement du liquide à pulvériser depuis le circuit d'alimentation 18, jusqu'à la buse 24, en passant à travers la chambre 20.

[0065] On notera que le piston 60 est rappelé élastiquement vers sa position de fermeture par un ressort 67 hélicoïdale qui est interposé axialement, suivant l'axe A, entre une collerette 68 annulaire qui est formée à l'extrémité libre de la tête 62 du piston 60, et la molette 58 de la douille 50. On notera ici qu'on pourrait alternativement prévoir un retour du piston par un pilotage électrique.

[0066] En référence aux figures 2 et 4, la buse 24 est retenue dans son logement 22 au moyen d'un capuchon 70 qui forme un siège 72 en appui axial sur un premier épaulement 74 formé par la buse 24.

[0067] La buse 24 présente un second épaulement 76 qui est en appui axial contre un joint 78 annulaire d'étanchéité qui est plaqué contre une paroi de fond 80 du logement 22 de la buse 24, pour assurer l'étanchéité entre la buse 24 et la chambre 20.

[0068] Le capuchon 70 est verrouillé sur le corps 16 du porte-buse 12 au moyen d'une agrafe 82 amovible comportant deux branches 84 transversales qui traversent deux premiers trous 86 du corps 16 et qui traversent deux seconds trous 88 du capuchon 70.

[0069] Enfin, le corps 16 du porte-buse 12 présente deux perçages 90 qui logent chacun une vis 92, les vis 92 étant prévues pour fixer le porte-buse 12 sur un support, comme une rampe de pulvérisation d'un engin agricole par exemple.

[0070] Comme on peut le voir sur la figure 4, la buse 24 présente un orifice d'entrée 26 qui est agencé au plus proche (à proximité immédiate) de la sortie 42 de la chambre 20 pour limiter le volume du liquide contenu entre la chambre 20 et la buse 24.

[0071] Conformément à l'invention, la chambre 20 de régulation de la pression présente un volume réduit, de manière à limiter la chute de pression du liquide qui traverse la buse 24 au cours du cycle d'ouverture et de fermeture de la buse 24.

[0072] En effet, le demandeur constate que, pour obtenir un jet de qualité en sortie de buse 24, la pression du liquide qui traverse la buse 24 doit être sensiblement constante et ne doit pas chuter lorsque le piston 60 ferme et ouvre alternativement la chambre 20 pour faire varier le débit de la buse 24, au cours du cycle d'ouverture et de fermeture de la buse 24.

[0073] Aussi, le demandeur constate qu'un volume réduit de la chambre 20 permet d'obtenir un jet en sortie de buse 24 qui est parfait ; on notera ici que le volume de la chambre 20 est largement inférieur au volume de liquide qui traverse la chambre 20, jusqu'à l'orifice d'entrée 26 de la buse 24 pendant un cycle d'ouverture.

[0074] On notera ici qu'une chambre trop volumineuse comme celle de l'état de la technique ne permet pas d'atteindre ce jet optimal.

[0075] Ainsi, dans le but de réduire le volume de la chambre 20, l'entrée 40 de la chambre 20 est juxtaposée à l'orifice d'entrée 26 de la buse 24.

[0076] Dans ce but, la longueur axiale de la chambre 20 qui sépare l'entrée 40 de la chambre 20 à l'orifice d'entrée 26 de la buse 24 est réduite.

[0077] De préférence, la chambre 20 présente un volume sensiblement compris entre 0.013 et 0.316 centimètre cube.

[0078] Idéalement, la chambre 20 présente un volume sensiblement égal à 0.013 centimètre cube. On constate qu'un tel volume de la chambre 20 permet d'obtenir un jet parfait en sortie de buse 24.

[0079] Dans un exemple de réalisation de la présente invention, la chambre 20 (ici la chambre numéro « 1 » dans les tableaux ci-après) se présente sous la forme d'un cylindre d'une longueur sensiblement égale à 2.5 mm et d'un diamètre sensiblement égal à 2.6 mm.

[0080] Dans ce premier exemple, le volume de la chambre est donc sensiblement égal à 13 mm³.

[0081] Ces dimensions peuvent bien évidemment être modifiées selon les plages de débit souhaitées. Ainsi, dans un deuxième exemple, la chambre 20 (ici la chambre numéro « 2 » dans les tableaux ci-après) se présente sous la forme d'un premier cylindre de longueur 2.95 mm dont le diamètre intérieur est de 2.6 mm puis d'un second cylindre de longueur 20 mm dont le diamètre est sensiblement égal à 3.2 mm.

[0082] Dans ce deuxième exemple, le volume de la chambre est sensiblement égal à 176 mm³.

[0083] La réduction de diamètre à 3.2 mm permet en outre un écoulement laminaire, donc autonettoyant, qui permet d'éviter le phénomène de bouchage grâce à l'absence de cavité et de recoin.

[0084] Dans un troisième exemple, la chambre 20 se présente sous la forme d'un premier cylindre de longueur 12.5 mm dont le diamètre intérieur est de 2.6 mm puis d'un second cylindre de longueur 31.2 mm dont le diamètre est sensiblement égal à 3.2 mm.

[0085] Dans ce troisième exemple, le volume de la chambre est sensiblement égal à 316 mm³.

[0086] Ces exemples sont bien évidemment des exemples parmi d'autres possibles.

[0087] On remarquera que, dans l'art antérieur connu, le volume des chambres est généralement compris entre 4000 et 4800 mm³.

[0088] Dans les tableaux ci-après, nous retiendrons pour illustrer l'état de l'art une chambre numéro « 3 » présentant un volume égal à 4800 mm³.

[0089] Les volumes des chambres dans les trois exemples de réalisation ci-dessus sont donc réduits de façon très significative par rapport aux buses existantes de l'état de l'art : le volume d'une chambre selon la présente invention (par exemple chambre 1 ou 2) est 15 à 369 fois inférieur au volume d'une chambre telle que celle utilisée jusqu'à présente (exemple de la chambre 3, ce qui a un effet avantageux inattendu sur le jet en sortie et l'uniformité des gouttelettes du début à la fin du temps de cycle d'ouverture.

[0090] Cet effet inattendu trouve son explication avec le temps de remplissage de la chambre.

[0091] Pour un débit de 1 Litre par minute à 3 bars, le premier exemple de buse (chambre « 1 » avec un volume à 13 mm³) montre un temps de remplissage de la chambre égal à 0,8 ms, ce qui est très inférieur aux temps de remplissage des solutions de l'art antérieur où l'on constate des temps de remplissage qui sont de l'ordre de 240 à 288 ms.

[0092] Comme expliqué ci-dessus, la buse utilisée ici est une buse à pulsation de type PWM.

[0093] Une telle buse PWM fonctionne en faisant moduler la durée d'ouverture lors d'un cycle d'ouverture/fermeture du circuit d'alimentation en liquide de ladite buse.

[0094] Grâce aux performances ci-dessus relatives au temps de remplissage et en faisant moduler le taux d'ouverture (encore appelé « duty cycle ») d'un cycle d'ouverture/fermeture de la buse, on constate que le pourcentage du débit par rapport au volume de la chambre est très satisfaisant, et ce quels que soient le débit et la fréquence d'ouverture/fermeture de la buse.

[0095] Avec la présente invention, ce pourcentage reste très faible (compris entre 0 et 10% dans 95% des cas) quelles que soient le débit et le taux d'ouverture du cycle d'ouverture et de fermeture tandis qu'avec les solutions de l'art antérieur ce pourcentage est très largement supérieur à 500% (supérieur à 700% dans 80% des cas).

[0096] Ce pourcentage très bas obtenu dans le contexte de l'invention se traduit par un jet parfait J avec la formation de gouttes quasi-idéales sur le trajet de l'engin de pulvérisation dans la parcelle comme représenté en figure 6.

[0097] Il met en évidence la réactivité du système qui permet lors d'un seul et même cycle d'ouverture d'extraire la totalité (ou la quasi-totalité) du volume contenu dans la chambre, et ce contrairement aux solutions de l'art antérieur dont les performances montrent un pourcentage très largement supérieur à 500% qui ne permet pas d'atteindre une extraction complète du volume d'eau contenu dans la chambre et qui empêche d'atteindre la pression cible souhaitée en sortie pour atteindre le jet idéal.

[0098] Un exemple extrait du tableau ci-dessous présente les résultats dans les conditions suivantes : débit de 1 litre par minute avec une fréquence de 10Hz et un taux d'ouverture (ou « duty cycle ») cycle d'ouverture et de fermeture de 30%.

[0099] Dans ces conditions et selon les tests réalisés avec une buse présentant un volume de chambre de 13 mm³ (chambre 1), le volume de liquide de traitement épandu pendant un temps d'ouverture est de 1.666 ml et le pourcentage de débit par rapport à la chambre est de 7.96% environ, ce qui est très inférieur au pourcentage calculé dans les mêmes conditions pour une buse classique (chambre 3) présentant un volume de chambre classique de 4800 mm³ (pourcentage 2886%).

[0100] Le ratio entre les deux résultats est d'environ 360 à 400.

EP 4 166 236 A1

[table 1]

Débit en L/min	1	1	1
Fréquence en Hz	10	20	30
Duty cycle en %	30	30	30
Volume épandue en ml	0.5	0.25	1,666
Volume de chambre 1 en ml	0.013271	0.013271	0.013271
% de débit par rapport au contenant de la chambre 1	2.65%	5.31%	7.96%
Volume de chambre 2 en ml	0.17651	0.17651	0.17651
% de débit par rapport au contenant de la chambre 2	35.30%	70.60%	105.91%
Volume de chambre 3 (art antérieur) en ml	4.811382	4.811382	4.811382
% de débit par rapport au contenant de la chambre 3	962.28%	1924.55%	2886.83%

[0101] D'autres exemples de résultats de tests en faisant varier le duty-cycle sont donnés ci-après sous forme de tableau :

Dans le tableau 2 ci-dessous, le duty-cycle est de 20%.

[table 2]

Débit en L/min	1	1	1
Fréquence en Hz	10	20	30
Duty cycle en %	20	20	20
Volume épandue en ml	0.5	0.25	1,666
Volume de chambre 1 en ml	0.013271	0.013271	0.013271
% de débit par rapport au contenant de la chambre 1	3.98%	7.96%	11.94%
Volume de chambre 2 en ml	0.17651	0.17651	0.17651
% de débit par rapport au contenant de la chambre 2	52.95%	105.91%	158.86%
Volume de chambre 3 (art antérieur) en ml	4.811382	4.811382	4.811382
% de débit par rapport au contenant de la chambre 3	1443.41%	2886.83%	4330.24%

[0102] Dans le tableau 3 ci-dessous, le duty-cycle est de 40%.

[table 3]

Débit en L/min	1	1	1
Fréquence en Hz	10	20	30
Duty cycle en %	40	40	40
Volume épandue en ml	0.666	0.333	0.222
Volume de chambre 1 en ml	0.013271	0.013271	0.013271
% de débit par rapport au contenant de la chambre 1	1.99%	3.98%	5.97%
Volume de chambre 2 en ml	0.17651	0.17651	0.17651
% de débit par rapport au contenant de la chambre 2	26.48%	52.95%	79.43%
Volume de chambre 3 (art antérieur) en ml	4.811382	4.811382	4.811382
% de débit par rapport au contenant de la chambre 3	721.71%	1443.41%	2165.12%

[0103] On comprend donc ici qu'en faisant varier le duty-cycle il est possible d'affiner les performances du système

et d'obtenir le jet le plus idéal. En revanche, on comprend aussi à la lecture de ce tableau que les solutions de l'art antérieur (chambre 3) présentent toujours des pourcentages très élevés qui montrent qu'il est impossible avec les solutions connues jusqu'à présent d'atteindre un jet idéal car il faudrait un très grand nombre de cycles pour faire passer le volume de liquide à épandre.

[0104] Le volume de la chambre 3 (grand volume) empêche d'atteindre la pression idéale attendue en sorte de buse : en effet, lorsque la buse est fermée, la chambre se retrouve dépressurisée, en partie à la pression atmosphérique, ce qui fait que, lors de l'ouverture suivante, le fluide arrivant à la pression idéale dans la chambre, se trouve alors moyenné avec cette pression atmosphérique et la pression idéale qui garantit le jet idéal n'est jamais atteinte. La pression résultante en sortie est alors moyennée par la pression atmosphérique cycle après cycle.

[0105] De nombreux autres tableaux établis par le Demandeur en faisant varier les débits et le temps d'ouverture mettent en évidence des performances obtenues par cette optimisation du volume « mort » de la chambre dont la réduction a permis l'obtention d'un jet quasi-parfait quel que soit le débit et par conséquent des tailles de gouttes uniformes.

[0106] Ainsi, la présente invention a prévu une réduction du volume de la chambre (formée entre la sortie du pilotage électrique et la buse) entre 30 et plus de 370 fois par rapport aux solutions de l'art antérieur.

[0107] Ceci permet pour un débit de 1 litre par minute de constituer un jet quasi-parfait en moins de 1 ms (0.8ms) contre plus de 288 ms avec un système utilisé classiquement dans l'art antérieur. Pour un débit de 5 litres par minutes, les performances sont encore plus significatives avec un temps de constitution du jet égal à 0,16 ms avec l'invention contre 57 ms calculé avec une solution classique de l'art antérieur.

[0108] La présente invention concerne également un engin de pulvérisation (non représenté), notamment engin agricole de type véhicule d'épandage, qui comprend une rampe de pulvérisation équipée d'une pluralité de systèmes de pulvérisation du type décrit précédemment, selon l'invention.

[0109] Naturellement, l'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de réalisation de l'invention sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0110] Il devra être observé que cette description détaillée porte sur un exemple de réalisation particulier de la présente invention, mais qu'en aucun cas cette description ne revêt un quelconque caractère limitatif à l'objet de l'invention ; bien au contraire, elle a pour objectif d'ôter toute éventuelle imprécision ou toute mauvaise interprétation des revendications qui suivent.

[0111] Il devra également être observé que les signes de références mis entre parenthèses dans les revendications qui suivent ne présentent en aucun cas un caractère limitatif ; ces signes ont pour seul but d'améliorer l'intelligibilité et la compréhension des revendications qui suivent ainsi que la portée de la protection recherchée.

Revendications

1. Système de pulvérisation (10) à débit variable qui comprend au moins :

- une buse (24) de pulvérisation,
- un porte-buse (12) qui comprend un corps (16) délimitant une chambre (20) apte à acheminer le liquide à pulvériser jusqu'à la buse (24), ladite chambre (20) s'étendant depuis une entrée (40) reliée sur un circuit d'alimentation (18) en liquide à pulvériser, jusqu'à une sortie (42) qui communique avec un orifice d'entrée (26) de la buse (24), et
- une unité de pilotage (14) qui est adaptée pour faire varier le débit de la buse (24) en fermant l'entrée (40) de la chambre (20) par intermittence lors d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la buse (24),

ledit système étant **caractérisé en ce que** la chambre (20) présente un volume réduit de manière à limiter la chute de pression du liquide qui traverse la buse (24) au cours du cycle d'ouverture et de fermeture de la buse (24).

2. Système de pulvérisation (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'entrée (40) de la chambre (20) est juxtaposée à l'orifice d'entrée (26) de la buse (24) de manière à réduire la longueur axiale de la chambre (20) qui sépare l'entrée (40) de la chambre (20) à l'orifice d'entrée (26) de la buse (24).

3. Système de pulvérisation (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la buse (24) est traversée par un canal d'injection (25) qui s'étend axialement suivant un axe (A) de pulvérisation, et la chambre (20) s'étend axialement depuis son entrée (40) jusqu'à sa sortie (42) suivant le même axe (A) que le canal d'injection (25).

4. Système de pulvérisation (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le

EP 4 166 236 A1

corps (16), qui délimite ladite chambre (20) et le circuit d'alimentation (18) qui est relié à la chambre (20), est réalisé en une seule pièce.

5 5. Système de pulvérisation (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite chambre (20) présente un volume sensiblement compris entre 0.013 et 0.320 centimètre cube.

6. Système de pulvérisation (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite chambre (20) présente un volume sensiblement égal à 0.013 centimètre cube.

10 7. Système de pulvérisation (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite chambre (20) présente un volume sensiblement égal à 0.17 centimètre cube.

8. Système de pulvérisation (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite chambre (20) présente un volume sensiblement égal à 0.32 centimètre cube.

15 9. Système de pulvérisation (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de pilotage (14) fait varier le débit de la buse (24) en fermant l'entrée (40) de la chambre (20) par intermittence lors d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la buse (24), en mettant en œuvre une technique dite de modulation de largeur d'impulsion.

20 10. Engin de pulvérisation comprenant une rampe de pulvérisation équipée d'une pluralité de systèmes de pulvérisation (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

Fig. 1

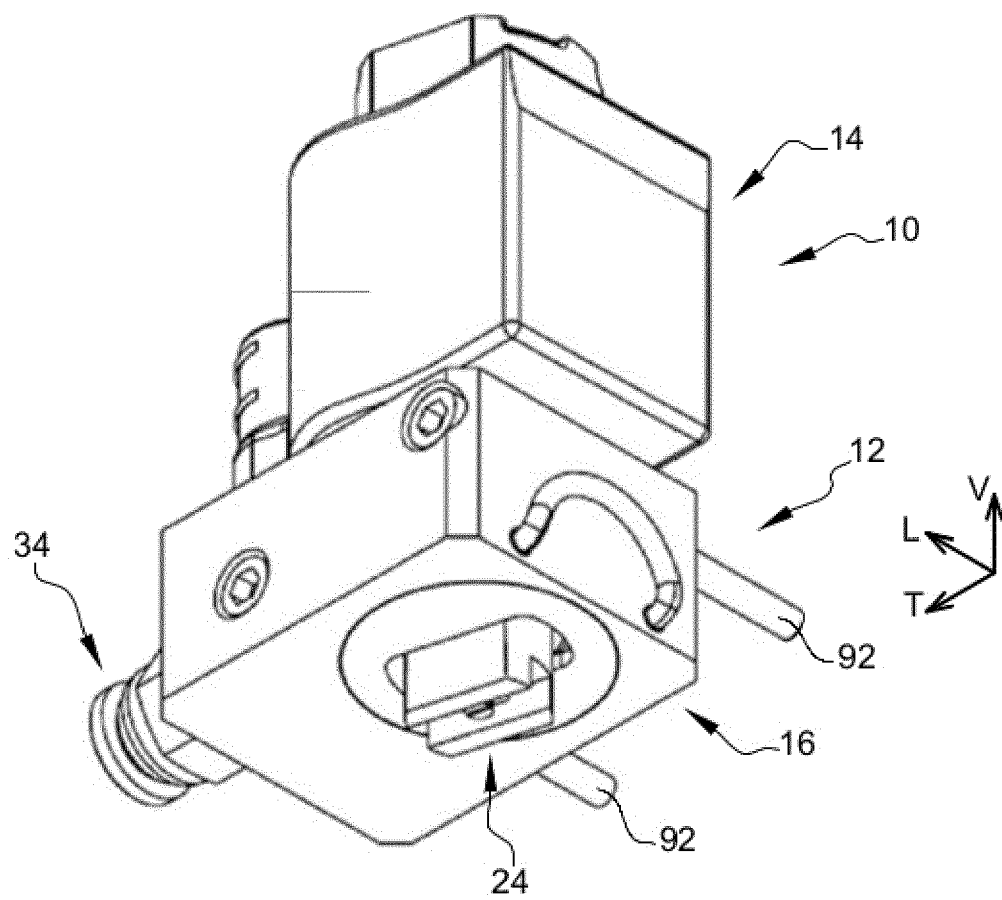


Fig. 2

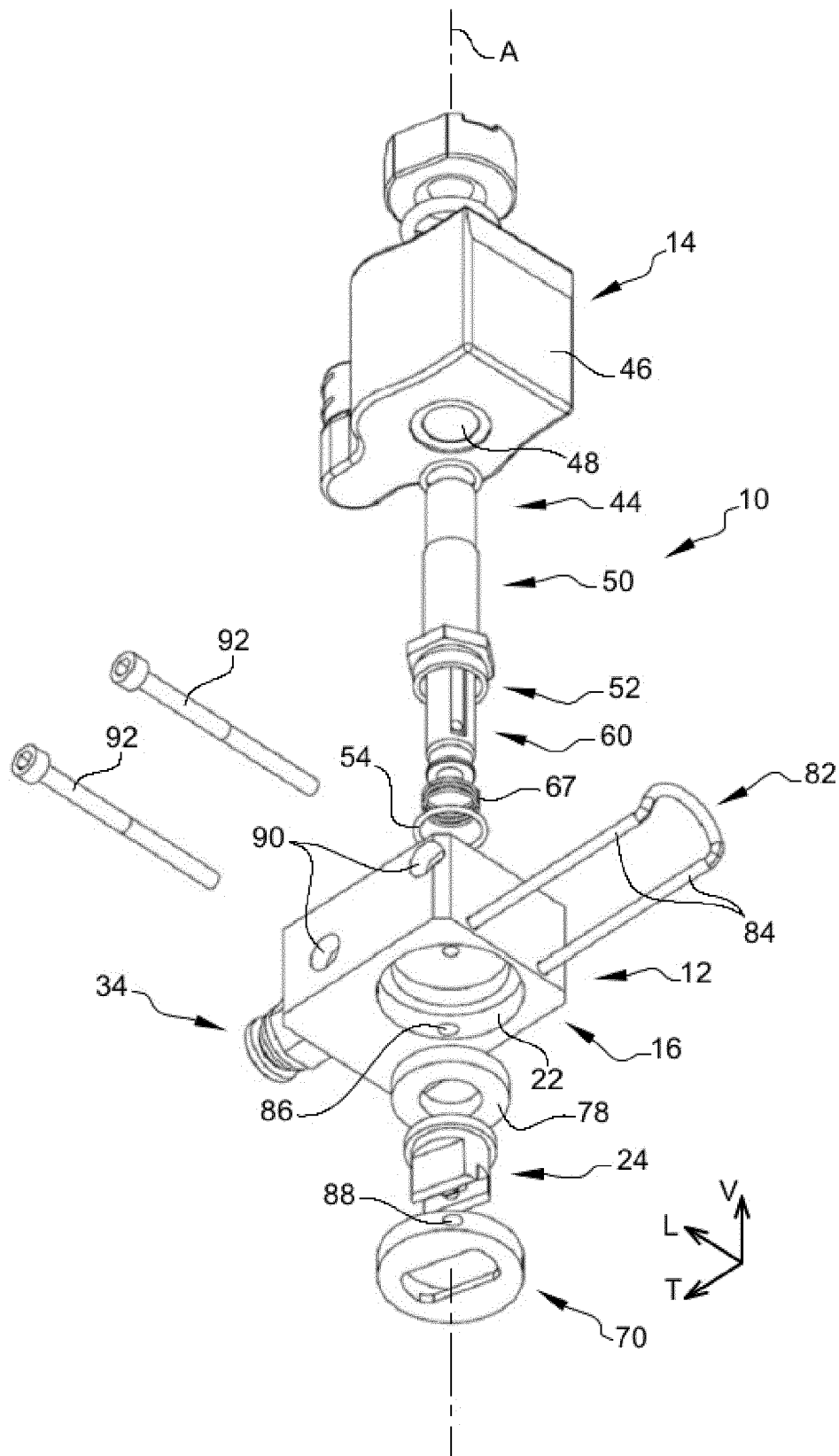


Fig. 3

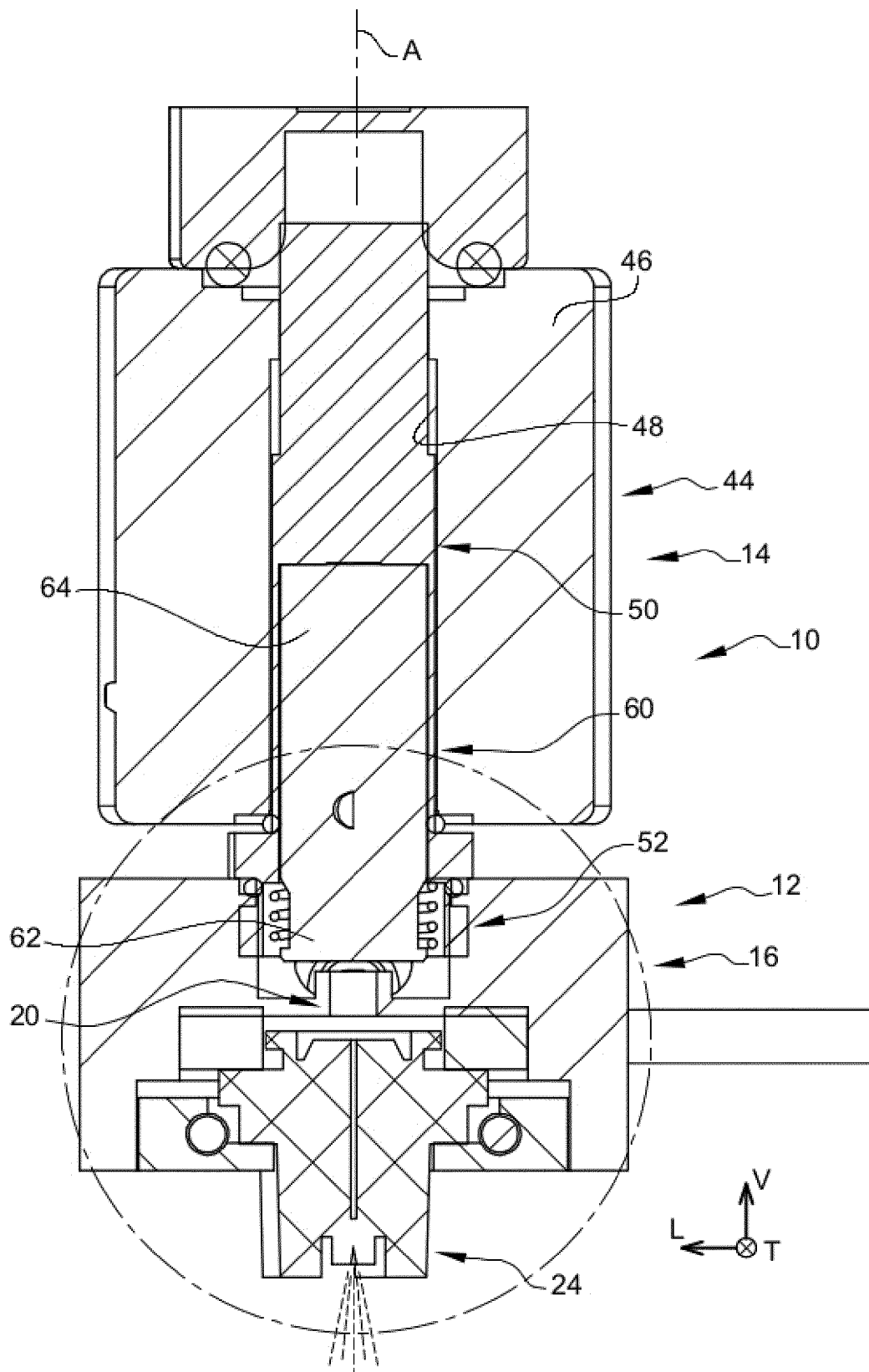


Fig. 4

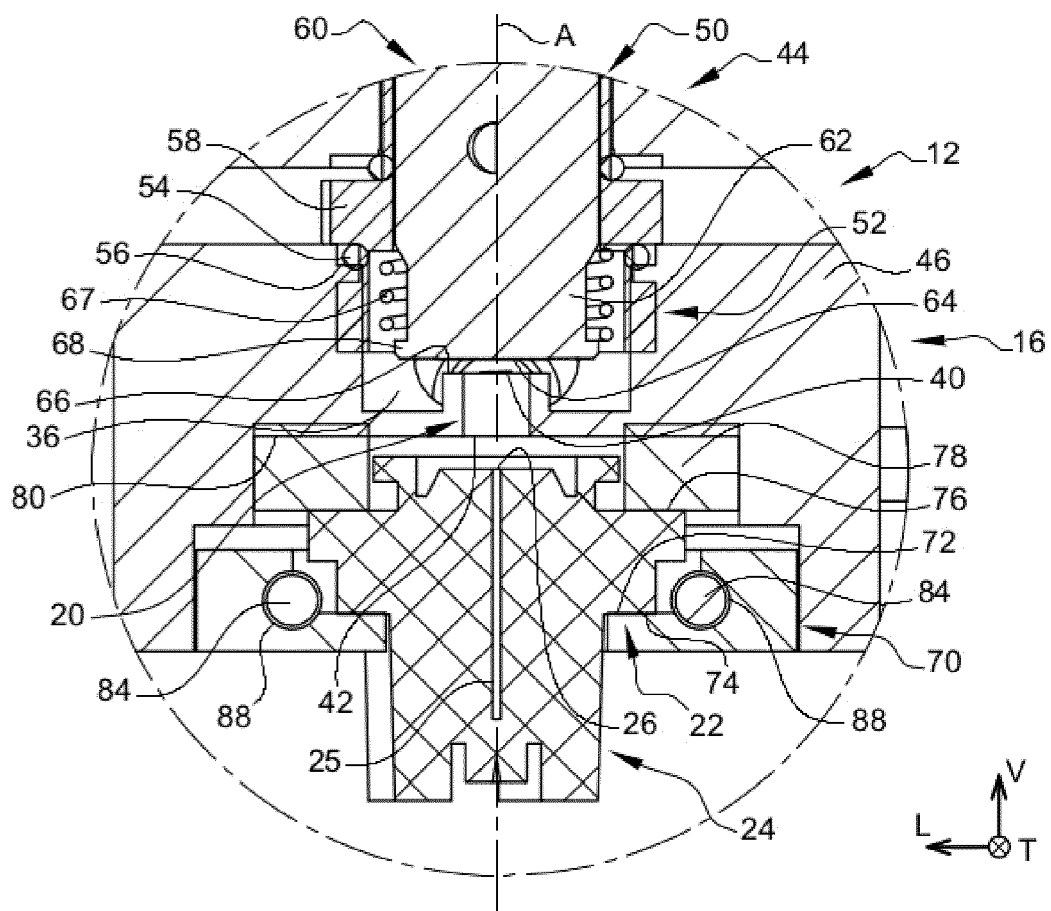


Fig. 5

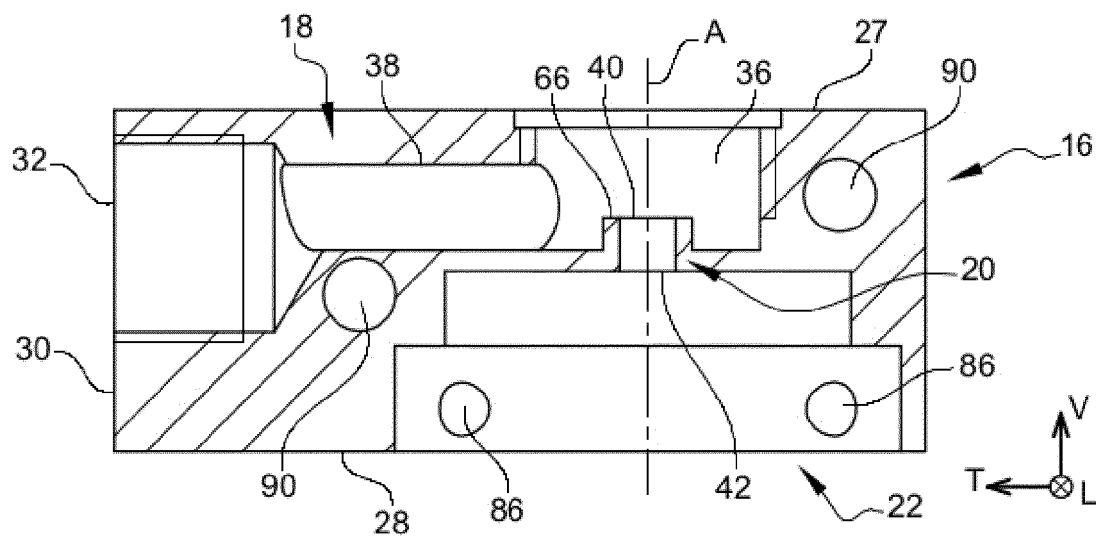
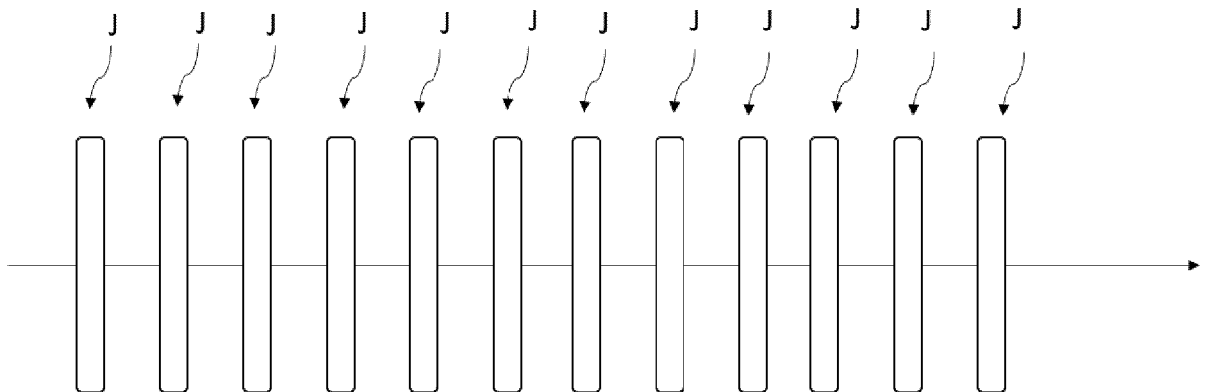


Fig.6





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 20 0733

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 3 061 862 A1 (ZELUP [FR]) 20 juillet 2018 (2018-07-20) * le document en entier * -----	1-10	INV. B05B1/30 B05B1/08
X	FR 2 703 750 A1 (OILGEAR TOWLER [FR]) 14 octobre 1994 (1994-10-14) * le document en entier * -----	1-10	
X	FR 1 449 794 A (GEIGY AG J R) 6 mai 1966 (1966-05-06) * le document en entier * -----	1-10	
X	FR 2 750 173 A1 (CATERPILLAR INC [US]) 26 décembre 1997 (1997-12-26) * le document en entier * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B05B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 13 février 2023	Examineur Neiller, Frédéric
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

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

EP 22 20 0733

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

13-02-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3061862	A1	20-07-2018	AUCUN
FR 2703750	A1	14-10-1994	AUCUN
FR 1449794	A	06-05-1966	AT 262137 B 27-05-1968
		BE 666214 A 30-12-1965	
		CH 421847 A 30-09-1966	
		DE 1425872 A1 21-11-1968	
		DE 1922487 U 26-08-1965	
		ES 315063 A1 01-10-1965	
		FR 1449794 A 06-05-1966	
		NL 7410945 A 25-11-1974	
		OA 02015 A 05-05-1970	
FR 2750173	A1	26-12-1997	DE 19726604 A1 02-01-1998
		FR 2750173 A1 26-12-1997	
		GB 2314379 A 24-12-1997	
		JP H1054322 A 24-02-1998	
		US 5697342 A 16-12-1997	

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