



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.05.2021 Bulletin 2021/19

(51) Int Cl.:
F25C 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20205726.1**

(22) Date de dépôt: **04.11.2020**

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **07.11.2019 FR 1912496**

(71) Demandeur: **Technoalpin France
69570 Dardilly (FR)**

(72) Inventeurs:
• **GALVIN, Michel
44470 CARQUEFOU (FR)**
• **DAVID, Eric
44119 TREILLIERES (FR)**
• **BAUDOUIN, Vincent
44980 SAINTE LUCE SUR LOIRE (FR)**

(74) Mandataire: **Jacobacci Coralie Harle
32, rue de l'Arcade
75008 Paris (FR)**

(54) **DISPOSITIF DE PULVÉRISATION POUR LA FABRICATION DE NEIGE ARTIFICIELLE ET SON
PROCÉDÉ DE MISE EN OEUVRE**

(57) La présente invention concerne un dispositif de pulvérisation pour la fabrication de neige artificielle, muni d'un corps support (2) comprenant des moyens d'alimentation en eau sous pression (3), et une pluralité d'éléments de pulvérisation d'eau de type buse de pulvérisation (5, 6),

ce dispositif de pulvérisation étant caractérisé par le fait que ledit corps support (2) comprend à la fois :

- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante (5), alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression (3), et

- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable (6), alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression (3).

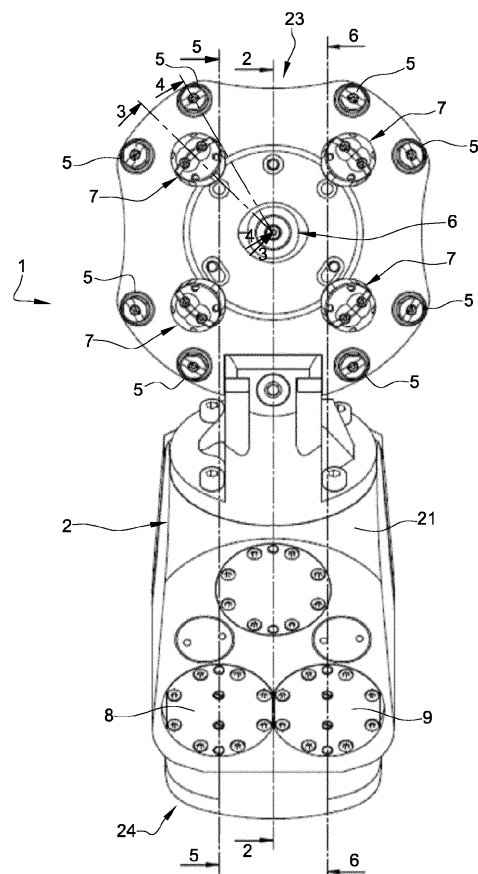


Fig. 1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine de la fabrication de neige de culture, encore appelée neige artificielle.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un dispositif de pulvérisation pour la fabrication de neige artificielle, ainsi qu'un procédé pour la mise en œuvre de ce dispositif de pulvérisation.

Etat de la technique

[0003] Dans le domaine ci-dessus, il est connu de fabriquer de la neige artificielle pour la disposer sur les pistes de ski alpin ou de ski de fond, afin de pallier des défauts de présence de neige naturelle, ou encore pour équiper des pistes indoor.

[0004] Comme décrit dans les documents FR-2 743 872, WO-9718421, EP-1 123 479, EP-1 386 668 ou encore FR-2 995 391, il est alors classique d'installer, sur au moins une partie des bords des pistes de ski, des dispositifs de pulvérisation d'eau ou d'un mélange d'air et d'eau (encore appelés « enneigeurs »), alimentés par des canalisations d'eau sous pression et des canalisations d'air sous pression, pour permettre la production de cette neige artificielle.

[0005] De tels dispositifs de pulvérisation comprennent généralement une perche fixée dans le sol, qui achemine, via des conduits d'alimentation distincts, de l'eau sous pression et de l'air sous pression jusqu'à une tête d'enneigement située à son extrémité libre, à plusieurs mètres voire une dizaine de mètres de hauteur.

[0006] Ces conduits d'alimentation en eau et en air sont raccordés aux canalisations générales d'eau et d'air qui bordent la piste, et leur alimentation est gérée par des vannes dédiées prévues dans un caisson ou abri situé au pied de chaque perche.

[0007] La tête d'enneigement comprend souvent une pluralité de buses de pulvérisation dont le réglage de l'alimentation en eau sous pression et éventuellement en air sous pression est réalisé par une ou plusieurs vannes, afin d'optimiser la quantité de neige artificielle à produire en fonction des conditions météorologiques.

[0008] Il existe plusieurs techniques de pulvérisation qui ont chacune leur intérêt et leurs limites, en particulier :

- les systèmes de mélange externe air et eau qui utilisent des éléments de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante, par exemple connues sous le nom de « fanjet » (voir par exemple le document FR-2 995 391). Ces buses consistent en des buses de pulvérisation du type à jet plein et plat qui ont des débits fixes et qui produisent des gouttelettes fines à moyennes (dont le diamètre est compris entre 100 et 400 μm).

Ce type de buse entraîne l'air ambiant et répartit les gouttes de manières adaptées à la fabrication de neige. C'est alors la pression d'eau qui donne la vitesse aux gouttes qui entraîne l'air ambiant.

5 Il est possible de moduler le débit en jouant sur la pression d'eau, mais cela ne présente pas vraiment d'intérêt car plus la pression est haute et plus les gouttes sont fines : ainsi elles congèlent plus vite et entraînent davantage d'air.

10 En pratique on utilise la plus haute pression d'eau disponible.

Avec cette technique, il n'est pas possible d'adapter la taille des gouttes et le débit à la température de l'air. La meilleure performance à une température donnée est une combinaison section de sortie/angle de sortie du flux d'eau pulvérisée. Les plus petites sections sont nécessaires à hautes températures et il faut multiplier les buses pour obtenir le débit maximum possible.

Pour adapter le débit à la température il est donc nécessaire de combiner différentes tailles de buses entre elles en mettant en service plusieurs étages de buses (voir notamment EP-1 123 479) ; dans ce cas l'optimum en termes de débit et de taille de goutte, donc d'entraînement d'air n'est atteint que pour le premier étage seul.

25 Les différentes combinaisons sont des compromis.

- les systèmes de mélange externe air et eau qui utilisent des éléments de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable (voir EP-1 386 668). De telles buses consistent en des buses de pulvérisation du type jet creux à paroi mince qui ont des débits progressifs et produisent des gouttelettes moyennes à grosses (dont le diamètre est compris entre 200 et 500 μm).

35 **[0009]** De tels systèmes permettent d'adapter la taille des gouttes et le débit à toutes températures et de rester sur l'optimum théorique de production de neige sur une grande plage de fonctionnement. Mais cette technique trouve une limite en températures hautes qu'il n'a pas été possible à ce jour de dépasser et ne permet donc pas de démarrer l'enneigement à une température aussi haute qu'avec une buse type fanjet.

- 45 - les systèmes de mélange interne air et eau (voir par exemple FR 2 743 872). Ces buses permettent de produire des gouttelettes fines, inférieures à 400 μm de diamètre ; mais la consommation en air comprimé est dans ce cas très importante, ce qui en limite l'intérêt.

50 **[0010]** La technique de pulvérisation retenue pour équiper un site est choisie en tenant compte des vents dominants, de la largeur des pistes, des pentes..., sachant dans tous les cas que plus la température est basse, plus il est facile de fabriquer une neige artificielle de qualité.

[0011] Avec la technologie à section d'ouverture va-

riable (et donc à débit variable), la température de démarrage est généralement inférieure à -3.5°C pour obtenir de la neige sèche.

[0012] Avec les autres techniques, il est généralement possible de produire de la neige sèche dès -2°C, toutefois avec un débit réduit ce qui leur confère une efficacité relative.

[0013] Afin de combiner quantité et démarrage précoce (c'est-à-dire l'obtention d'un volume conséquent de neige à des températures relativement élevées), il conviendrait d'augmenter le nombre d'étages fixes sur les têtes d'enneigement (il existe ainsi des enneigeurs à 6 ou 8 étages), mais cela se traduit alors par une complexité de tête grandissante avec comme conséquence l'augmentation du poids et de l'exposition au gel des appareils.

[0014] C'est pourquoi, en dehors de conditions spécifiques favorables, les têtes de pulvérisation actuelles n'ont pas une efficacité optimale.

Présentation de l'invention

[0015] Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose un dispositif de pulvérisation pour la fabrication de neige artificielle, muni d'un corps support comprenant des moyens d'alimentation en eau sous pression, et une pluralité d'éléments de pulvérisation d'eau de type buse de pulvérisation, ce dispositif étant caractérisé par le fait que ledit corps support comprend à la fois :

- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante, alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression, et
- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable, alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression.

[0016] Une telle structure de dispositif de pulvérisation, comportant sur un même support différents types d'éléments de pulvérisation, permet de combiner les avantages des deux technologies et donc permet d'obtenir une production de neige maximale cela en démarrant cette production à la température la plus élevée possible.

[0017] D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du dispositif de pulvérisation conforme à l'invention, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- ladite au moins une buse à section d'ouverture constante consiste en une buse de pulvérisation du type à jet plein et plat, et ladite au moins une buse à section d'ouverture variable consiste en une buse de pulvérisation du type jet creux à paroi mince ;
- ledit corps support comprend : (i) une première vanne de commande, pilotable en ouverture et en fermeture, pour le réglage de l'alimentation en eau sous

pression dudit élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante, (ii) une deuxième vanne de commande, pilotable en ouverture et en fermeture, pour le réglage de l'alimentation en eau sous pression dudit élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable, et (iii) des moyens de pilotage aptes à piloter différemment en ouverture et en fermeture lesdites première et deuxième vannes de commande ;

- chacune desdites vannes de commande est associée à ses propres moyens de pilotage ;
- lesdites première et deuxième vannes de commande sont manœuvrées en translation chacune par une vis sans fin commandée en rotation par un actionneur, le séquençement de la position desdites première et deuxième vannes de commande étant réalisé en intervenant électriquement, électroniquement ou de manière logicielle sur les actionneurs desdites vis sans fin ;
- ladite au moins une buse à section d'ouverture variable comprend un organe d'étranglement axial mobile pour le réglage de ladite section d'ouverture, et le déplacement dudit organe d'étranglement axial est commandé par un actionneur ;
- le dispositif de pulvérisation comprend au moins deux buses à section d'ouverture constante dont les sections d'ouverture sont différentes ;
- ledit corps support comprend des moyens d'alimentation en air sous pression, et au moins un élément de pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau, en forme d'élément de nucléation ;
- l'alimentation en eau et en air dudit élément de nucléation est réalisée indépendamment desdites première et deuxième vannes de commande,
- ledit corps support comprend : (i) une buse à section d'ouverture variable, (ii) une pluralité de buses à section d'ouverture constante, disposées autour de ladite buse à section d'ouverture variable, et (iii) une pluralité d'éléments de nucléation, disposés entre ladite buse à section d'ouverture variable et lesdites buses à section d'ouverture constante.

[0018] Par « élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante » et « élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable », on entend des éléments de pulvérisation alimentés uniquement par les moyens d'alimentation en eau sous pression et donc adaptés pour pulvériser uniquement de l'eau, afin de produire des gouttelettes d'eau aptes à produire de la neige.

[0019] D'autre part, par « élément de pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau », on entend des éléments de pulvérisation alimentés par les moyens d'alimentation en eau sous pression et par les moyens d'alimentation en air sous pression, constituant un élément dit « élément de nucléation » adapté pour l'ensemencement d'un jet de gouttelettes d'eau principal permettant d'optimiser la transformation des gouttelettes d'eau de ce jet principal

en neige.

De tels éléments de nucléation ne sont pas adaptés en eux-mêmes pour produire de la neige artificielle ; ils sont différents, tant par leur structure que par leur fonction, des éléments de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante et des éléments de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable, mentionnés ci-dessus.

[0020] La présente invention concerne encore un procédé pour la mise en œuvre d'un dispositif de pulvérisation tel que défini ci-dessus, pour la fabrication de neige artificielle, lequel procédé consiste, tenant compte d'un premier seuil de température S1 et d'un second seuil de température S2 supérieur à S1 : (i) à actionner en position fermée ladite première vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante et ladite seconde vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable, au dessus dudit seuil S2, (ii) à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande et à actionner en position fermée ladite seconde vanne de commande, entre lesdits seuils S1 et S2, et (iii) à actionner en position ouverte ladite seconde vanne de commande et actionner en position fermée ladite première vanne de commande en dessous dudit seuil S1 ;

- de préférence le procédé consiste à faire chevaucher les positions ouvertes desdites première et seconde vannes de commande sur ledit seuil S1, ou à proximité dudit seuil S1 ;
- de plus, tenant compte d'un troisième seuil de température S3 inférieur à S1, le procédé consiste à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante et ladite seconde vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable, au dessous dudit seuil S3 ;
- selon une variante de réalisation, le procédé pour la mise en œuvre d'un dispositif de pulvérisation tel que défini ci-dessus, pour la fabrication de neige artificielle, consiste, tenant compte d'un premier seuil de température S1 et d'un second seuil de température S2 supérieur à S1 : (i) à actionner en position fermée ladite première vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante et ladite seconde vanne de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable, au dessus dudit seuil S2, (ii) à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande et à actionner en position fermée ladite seconde vanne de commande, entre lesdits seuils S1 et S2, et (iii) à actionner en position ouverte ladite seconde vanne de commande et ladite première vanne de commande, en dessous dudit seuil S1 ;
- le procédé consiste à prévoir une position d'ouverture minimale de ladite au moins une buse à section

d'ouverture variable ;

- le procédé consiste à augmenter le débit de ladite au moins une buse à section variable avec la diminution de la température, jusqu'à l'atteinte d'un débit maximal.

[0021] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

Description détaillée de l'invention

[0022] De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :

[Fig. 1] est une vue schématique de face d'un dispositif de pulvérisation conforme à l'invention ;
 [Fig. 2] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 2-2 de la figure 1 ;
 [Fig. 3] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 3-3 de la figure 1 ;
 [Fig. 4] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 4-4 de la figure 1 ;
 [Fig. 5] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 5-5 de la figure 1 ;
 [Fig. 6] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 6-6 de la figure 1 ;
 [Fig. 7] est une vue schématique de côté du dispositif de pulvérisation illustré sur les figures 1 à 6 ;
 [Fig. 8] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 8-8 de la figure 7 ;
 [Fig. 9] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 9-9 de la figure 7 ;
 [Fig. 10] est une vue en coupe du dispositif de pulvérisation selon le plan de coupe 10-10 de la figure 7.

Dispositif de pulvérisation

[0023] Sur les figures 1 à 10 on a représenté un mode de réalisation d'un dispositif de pulvérisation 1 pour la fabrication de neige artificielle, conforme à l'invention.

[0024] Ce dispositif de pulvérisation 1 est particulièrement adapté pour équiper une installation d'enneigement qui comprend notamment une perche (non représentée).

[0025] Dans le cas d'une telle installation d'enneigement, la perche est fixée à une extrémité dans le sol, par exemple au niveau d'un abri technique, et elle comprend une extrémité libre sur laquelle est agencé le dispositif de pulvérisation 1.

[0026] Ainsi, ce dispositif de pulvérisation 1 surplombe la piste de ski d'une dizaine de mètres et est généralement dénommé « tête d'enneigement ».

[0027] Cette installation d'enneigement est alimentée en eau sous pression et en air sous pression par des

lignes d'alimentation (non représentées) s'étendant notamment le long de la piste. Ces lignes d'alimentation comportent des canalisations (non représentées) permettant le transport d'air sous pression et d'eau sous pression jusqu'à chaque installation d'enneigement pour l'alimentation en eau sous pression et en air sous pression du dispositif de pulvérisation.

[0028] Ces lignes d'alimentation comportent également des vannes générales de fermeture (non représentées), aménagées au pied de chaque perche (en particulier au sein de l'abri technique associé), permettant de fermer ou d'ouvrir les alimentations en eau et en air sous pression.

[0029] Le dispositif de pulvérisation 1 comporte un corps support 2, par exemple en aluminium, délimité par une face avant 21, une face arrière 22, une face de dessus 23 et une face de dessous 24.

[0030] Il comporte également un moyen d'alimentation en eau sous pression en forme de conduit d'alimentation en eau sous pression 3 et un moyen d'alimentation en air sous pression, en forme de conduit d'alimentation en air sous pression 4, qui débouchent tous deux dans la face de dessous 24 du corps support 2.

[0031] L'eau sous pression et l'air sous pression sont acheminés de manière classique, via la perche, depuis les vannes générales de fermeture jusqu'aux conduits d'alimentation en eau sous pression 3 et en air sous pression 4 du corps support 2 du dispositif de pulvérisation 1.

[0032] Le corps support 2 du dispositif de pulvérisation 1 comprend :

- au moins un élément 5 de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante, alimenté par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3,
- au moins un élément 6 de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable, alimenté par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3,
- au moins un élément 7 de pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau, en forme d'élément de nucléation, alimenté par lesdits moyens d'alimentation 3 en eau sous pression et par lesdits moyens d'alimentation 4 en air sous pression,
- différentes vannes de commande (en l'occurrence au nombre de deux : une première vanne de commande 8 et une seconde vanne de commande 9) pilotables en ouverture et en fermeture, pour le réglage de l'alimentation en eau sous pression dudit au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante 5, et dudit au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable 6,
- des moyens de pilotage 10, 11 aptes à piloter différemment en ouverture et en fermeture lesdites première et seconde vannes de commande 8 et 9, de manière à autoriser/interdire l'alimentation en eau sous pression et en air sous pression des différentes buses de pulvérisation 5, 6.

[0033] Par mesure de simplification, dans la suite de la description, les éléments de pulvérisation d'eau 5 et 6 sont appelés « buses » et les éléments de pulvérisation d'eau et d'air 7 sont appelés « éléments de nucléation ».

[0034] Plusieurs buses à section d'ouverture constante 5, et/ou plusieurs buses à section d'ouverture variable 6, peuvent être aménagées sur le corps support 2. Et ce corps support 2 comporte également de préférence au moins un élément de nucléation 7.

[0035] Dans le mode de réalisation illustré, comme on peut le voir en particulier sur la figure 1, le corps support 2 du dispositif de pulvérisation 1 comprend : une buse 6 à section d'ouverture variable disposée de manière centrale, une pluralité de buses 5 à section d'ouverture constante (en l'occurrence au nombre de huit), disposées autour de ladite buse à section d'ouverture variable 6 (réparties sur un cercle centré sur cette dernière), une pluralité d'éléments de nucléation 7 (en l'occurrence au nombre de quatre), disposés entre la buse 6 à section d'ouverture variable et les buses 5 à section d'ouverture constante (répartis sur un cercle centré sur la buse 6 à section d'ouverture variable).

Ici, quatre buses 5 à section d'ouverture constante sont disposées au dessus du plan horizontal passant par la buse 6 à section d'ouverture variable ; et quatre buses 5 à section d'ouverture constante sont disposées au dessous de ce plan horizontal.

[0036] Ces différentes buses 5, 6 et éléments de nucléation 7 sont ici ménagées dans la partie supérieure de la face avant 21 du corps support 2.

[0037] La première vanne de commande 8 assure le réglage de l'alimentation en eau sous pression des buses 5 à section d'ouverture constante.

La seconde vanne de commande 9 assure le réglage de l'alimentation en eau sous pression de la buse 6 à section d'ouverture variable.

Et de leur côté, les éléments de nucléation 7 sont directement alimentés par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3 et par le conduit d'alimentation en air sous pression 4, sans intervention desdites première et seconde vannes de commande 8, 9. Cette alimentation des éléments de nucléation 7 est donc gérée directement par les vannes générales amont (non représentées) situées dans l'abri technique au pied de la perche équipée.

[0038] Les deux vannes de commande 8 et 9 sont disposées en parallèle, chacune sur le conduit d'alimentation en eau sous pression 3 ; elles gèrent l'alimentation en eau des buses 5 et 6 via des conduits d'alimentations adaptés aménagés dans le corps support 2.

[0039] Les vannes de commande 8 et 9 ont ici chacune une forme générale cylindrique et elles traversent chacune le corps support 2, depuis sa face avant 21 jusqu'à une chambre technique 25 aménagée au niveau de sa face arrière 22 ; ces deux vannes de commande 8 et 9 peuvent être du type tel que décrit dans le document FR-2 995 391.

[0040] Chaque vanne de commande 8, 9 comprend plus particulièrement un corps fixe 81, 91, en forme gé-

nérale de tube fixé au corps support 2 par des moyens de fixation adaptés, délimitant un logement interne dans lequel est logé un corps mobile 82, 92, avec interposition de joints d'étanchéité appropriés.

[0041] Le corps mobile 82, 92 est manœuvrable en translation par rapport au corps fixe 81, 91 pour gérer le passage de l'eau sous pression en direction des buses 5, 6. Ce corps mobile 82, 92 débouche, par son extrémité arrière, dans la chambre technique 25 du corps support 2, pour permettre sa manœuvre par les moyens de pilotage 10, 11 précités.

[0042] Ces moyens de pilotage 10, 11 consistent, pour chaque vannes 8, 9, en une vis sans fin axiale 83, 93, commandée en rotation par un actionneur 84, 94.

[0043] Les deux actionneurs 84 et 94 sont indépendants l'un de l'autre et peuvent être des actionneurs de type moteur brushless piloté par une carte électronique.

[0044] La gestion des différents actionneurs est assurée par une carte électronique adaptée, par exemple logée dans la chambre technique 25 du corps support 2. Cette carte électronique possède de préférence des moyens de communication permettant à un logiciel distant (prévu dans la vanne d'abri ou en salle des machines par exemple) d'en prendre le contrôle.

[0045] Le séquençement de la position de chaque corps mobile 82, 92 est réalisé en intervenant électriquement, électroniquement ou de manière logicielle sur les actionneurs 84, 94 des vis sans fin 83, 93.

[0046] En particulier, dans le cas présent, chaque corps mobile 82, 92 peut être dans 3 états possibles : fermé, ouvert ou en vidange.

a/ En fermeture, la chambre en aval de la vanne 8, 9 est isolée de manière étanche du circuit d'eau amont.

b/ En ouverture, la chambre aval est alimentée par le circuit amont ; si besoin, cette position peut être ajustée, par un positionnement fin du corps mobile 82, 92, afin de réaliser une montée ou une descente progressive de débit.

c/ En vidange, la chambre aval est mise en communication avec le circuit d'air amont.

Cela permet à l'eau restant dans les circuits, lorsqu'on ferme la vanne, d'être expulsée par les buses et correctement pulvérisée malgré la faible pression d'eau, en effectuant un mélange air et eau similaire à ce qui est fait dans un enneigeur à mélange interne (voir par exemple les dispositifs décrits dans les documents FR-2 743 872 ou encore FR-2 995 391) ; dans ces conditions la quantité d'eau résiduelle sera transformée en neige et la qualité de neige en fin de production ne sera pas altérée par l'eau de vidange.

De même que sur l'eau, le profil du corps mobile 82, 92 peut être prévu progressif de sorte que la pression d'air aval soit maîtrisée. Réduire la pression d'air permet, par exemple, de limiter les risques de gel à très basses températures.

[0047] L'utilisation d'un positionnement précis comme le permettent par exemple des moteurs brushless ou des moteurs pas à pas, permet, sans utiliser de capteur de pression aval ou de débitmètre, de régler une pression d'eau ou d'air dans le circuit aval.

Ce type d'actionneur permet aussi d'optimiser les temps de passage d'un état à l'autre en contrôlant la vitesse de rotation et donc de permettre des approches rapides sans dépassement de positions.

[0048] Ainsi le fonctionnement du dispositif de pulvérisation peut être adapté en temps réel au contexte global de l'installation d'enneigement.

[0049] Les buses de pulvérisation 5 consistent en des buses à section d'ouverture constante du type à jet plein et plat. On utilise par exemple des buses connues sous la dénomination de « fanjet » telles que décrites dans le document FR 2 995 391, ou dans le document WO 97/18421, ou encore commercialisées sous la dénomination Veejet (marque déposée), par la société Spraying Systems (USA).

[0050] Chacune de ces buses de pulvérisation 5 comporte un corps tubulaire 51 qui se termine au niveau de son extrémité avant 52 par un orifice de sortie d'eau 53. Ces buses 5 sont agencées dans des cavités prévues à cet effet dans le corps support 2 ; et chacune d'elle est alimentée en eau sous pression par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3 et par la vanne de commande 8, au moyen d'une canalisation interne appropriée. Chacune de ces buses 5 est adaptée pour propulser de l'eau sous pression par l'orifice 53 de son extrémité avant 52 qui débouche dans la face avant 21 du corps support 2.

[0051] Le débit des buses 5 est constant et est fonction, d'une part, des dimensions de l'orifice de sortie d'eau 53 et d'autre part de la pression d'eau dans le conduit d'alimentation en eau sous pression 3.

[0052] Le cas échéant, au moins deux buses à section d'ouverture constante de la tête de pulvérisation 1 comportent des sections d'ouverture différentes pour ajuster le débit à la température de fonctionnement souhaitée.

[0053] Typiquement, il convient d'assurer un débit de 1.2 à 3 m³/h à 20 bars. Par exemple on peut utiliser huit buses 5 identiques, ayant chacune un débit de 3 L/mn (permettant d'obtenir un débit total de 1.44 m³/h).

Selon le cas il est aussi possible de combiner des buses de sections différentes : par exemple quatre buses 5 en position supérieure ayant chacune un débit de 4 L/mn (permettant d'obtenir un débit de 0.96 m³/h), et quatre buses 5 en position inférieure ayant chacune un débit de 2 L/mn (permettant d'obtenir un débit de 0.48 m³/h).

[0054] Par ailleurs, il peut être avantageux d'avoir un débit différent en haut et en bas du jet puisque les échanges avec l'air ambiant sont différents dans ces deux zones.

[0055] La buse de pulvérisation 6 consiste en une buse à section d'ouverture variable du type jet creux à paroi mince, par exemple telle que décrite dans le document EP-1 386 668.

[0056] Cette buse 6 comporte un corps tubulaire fixe 61 qui renferme un organe d'étranglement axial en forme de soupape 62 mobile en translation, assurant la formation d'une ouverture annulaire de section variable au niveau de leur extrémité avant 63.

[0057] La buse 6 est agencée dans une cavité prévue à cet effet dans le corps support 2 ; et elle est alimentée en eau sous pression par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3 et par la vanne de commande 9, au moyen d'une canalisation interne appropriée. La buse 6 est adaptée pour propulser de l'eau sous pression par l'ouverture annulaire de son extrémité avant 63 qui débouche dans la face avant 21 du corps support 2.

[0058] L'organe d'étranglement 62 est associé à des moyens de pilotage 64 qui assurent son mouvement en translation pour régler la section de son ouverture annulaire avant 63 de propulsion d'eau, constitués d'une vis sans fin axiale 641 commandée en rotation par un actionneur 642.

[0059] L'actionneur 642 est logé dans une chambre technique 26 aménagée dans la face arrière 22 du corps support 2 et dans laquelle débouche l'extrémité arrière 621 de l'organe d'étranglement axial 62.

[0060] L'actionneur 642 peut être un actionneur de type moteur brushless piloté par la carte électronique précitée.

[0061] Uniquement à titre indicatif, le débit d'une telle buse de pulvérisation 6 peut aller de 1.2 m³/h à 2.4 m³/h sous 20 bars.

[0062] Le cas échéant, un même dispositif de pulvérisation 1 peut comporter plusieurs buses à section d'ouverture variable 6, identiques ou ayant des structures différentes, par exemple en termes de plages de débit optimum.

[0063] Les éléments de nucléation 7 consistent en des buses de pulvérisation air/eau sous pression, bien connues de l'homme du métier, pour la formation de microbilles de glace destinées à favoriser la production de cristaux de glace par les buses de pulvérisation d'eau associées 5, 6. De tels éléments de nucléation 7 sont par exemple décrits dans le document EP 1 053 440.

[0064] Chacun de ces éléments de nucléation 7 comporte un corps tubulaire 71 qui se termine au niveau de son extrémité avant 72 par un orifice 73 de sortie d'un mélange d'eau et d'air.

[0065] Ces éléments de nucléation 7 sont agencés dans des cavités prévues à cet effet dans le corps support 2 ; et chacun d'eux est alimenté en eau sous pression par le conduit d'alimentation en eau sous pression 3, et en air sous pression par le conduit d'alimentation en air sous pression 4, au moyen de canalisations internes appropriées, ici sans l'intervention des vannes de commande 8 et 9.

Procédé de mise en œuvre du dispositif de pulvérisation

[0066] Ce pilotage des vannes de commande 8, 9 peut être géré pour faire fonctionner un type de buse 5, 6 plutôt

qu'un autre, ou les deux simultanément, en fonction des conditions météorologiques en présence, en particulier en fonction de la température ambiante sur le site, en vue de produire la meilleure qualité possible de neige.

[0067] Pour cela, on tient compte du fait que les buses à section d'ouverture constante permettent généralement de produire une neige de bonne qualité à des températures plus élevées que les buses à section d'ouverture variable, avec l'inconvénient que le débit est faible et constant.

[0068] D'autre part, les buses à section d'ouverture variable présentent l'intérêt d'un débit progressif et donc maximum sur une large plage de températures, mais avec l'inconvénient d'une température de démarrage plus basse de 1 à 2°C.

[0069] Dans le cadre d'une telle gestion, de préférence on tient compte d'un premier seuil de température S1 (par exemple de l'ordre de - 4°C) et d'un second seuil de température S2 supérieur à S1 (par exemple de l'ordre de - 2°C), et :

- on ferme la vanne 8 de commande d'alimentation en eau des buses à section d'ouverture constante 5, ainsi que la vanne 9 de commande d'alimentation en eau des buses à section variable 6, au dessus du seuil S2, de manière à ne pas chercher à produire de neige lorsque la température ambiante est considérée comme trop élevée ;
- on ouvre la première vanne de commande 8 et on ferme la seconde vanne de commande 9, entre les seuils précités S1 et S2, pour produire la neige en utilisant uniquement les buses à section d'ouverture constante 5, lorsque la température ambiante est considérée comme moyenne ; et
- on ouvre la seconde vanne de commande 9 et on ferme la première vanne de commande 8 en dessous dudit seuil S1, pour produire la neige en utilisant uniquement la ou les buses à section d'ouverture variable 6, lorsque la température ambiante est considérée comme basse.

[0070] En complément du procédé de gestion décrit ci-dessus, tenant compte d'un troisième seuil de température S3 inférieur à S1 : au dessous dudit seuil S3, on actionne en position ouverte la seconde vanne 9 de commande d'alimentation en eau de la buse ou des buses à section variable, et également la première vanne 8 de commande d'alimentation en eau de la buse ou des buses à section constante.

[0071] De préférence on fait chevaucher les positions ouvertes des deux vannes de commande 8 et 9 sur ledit seuil S1 ou à proximité de ce seuil S1, pour assurer un débit lors de la transition.

[0072] Dans une variante de réalisation les deux vannes de commande 8 et 9 sont actionnées en position ouverte en dessous du seuil S1.

[0073] Le débit des buses à section d'ouverture variable 6 est avantageusement augmenté avec la diminution

de la température, cela jusqu'à l'atteinte d'un débit maximal.

[0074] De préférence encore, on prévoit une position d'ouverture minimale de l'organe d'étranglement de la ou des buses à section d'ouverture variable, pour que le début de production se fasse avec une bonne pulvérisation (avec de grosses gouttes générées à l'ouverture de telles buses).

[0075] Le fonctionnement du dispositif de pulvérisation est géré notamment à partir de mesures des conditions météorologiques (température, humidité, vitesse et direction de vent), des pressions d'eau et d'air comprimé et du débit d'eau mesuré.

[0076] D'une manière générale, le dispositif de pulvérisation 1 conforme à l'invention peut comporter toutes les combinaisons possibles de buses à section d'ouverture constante 5, de buses à section d'ouverture variable 6 et d'éléments de nucléation 7, que ce soit en nombre, en positionnement ou en commande par vanne(s) commune(s), ou propre(s).

[0077] Et partant d'une même tête de pulvérisation on peut utiliser différents types de buses indépendamment ou en combinaison pour chercher à produire la meilleure qualité et/ou quantité de neige artificielle.

Revendications

1. Dispositif de pulvérisation pour la fabrication de neige artificielle, muni d'un corps support (2) comprenant des moyens d'alimentation en eau sous pression (3), et une pluralité d'éléments de pulvérisation d'eau de type buse de pulvérisation (5, 6), **caractérisé en ce que** ledit corps support (2) comprend à la fois :

- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante (5), alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression (3), et
- au moins un élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable (6), alimenté par lesdits moyens d'alimentation en eau sous pression (3).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite au moins une buse à section d'ouverture constante (5) consiste en une buse de pulvérisation du type à jet plein et plat, et **en ce que** ladite au moins une buse à section d'ouverture variable (6) consiste en une buse de pulvérisation du type jet creux à paroi mince.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit corps support (2) comprend :

- une première vanne de commande (8), pilota-

ble en ouverture et en fermeture, pour le réglage de l'alimentation en eau sous pression dudit élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture constante (5),

- une deuxième vanne de commande (9), pilotable en ouverture et en fermeture, pour le réglage de l'alimentation en eau sous pression dudit élément de pulvérisation d'eau du type buse à section d'ouverture variable (6), et
- des moyens de pilotage (10, 11) aptes à piloter différemment en ouverture et en fermeture lesdites première et deuxième vannes de commande (8, 9).

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** chacune desdites vannes de commande (8, 9) est associée à ses propres moyens de pilotage (10, 11).

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ladite première vanne de commande (8) et ladite deuxième vanne de commande (9) sont manœuvrées en translation chacune par une vis sans fin (83, 93) commandée en rotation par un actionneur (84, 94), le séquençage de la position desdites première et deuxième vannes de commande (8, 9) étant réalisé en intervenant électriquement, électroniquement ou de manière logicielle sur les actionneurs (84, 94) desdites vis sans fin (83, 93).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins deux buses à section d'ouverture constante (5) dont les sections d'ouverture sont différentes.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit corps support (2) comprend :

- des moyens d'alimentation en air sous pression (4), et
- au moins un élément de pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau, en forme d'élément de nucléation (7).

8. Dispositif selon la revendication 7 prise sous la dépendance de la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'alimentation en eau (3) et en air (4) dudit élément de nucléation (7) est réalisée indépendamment desdites première et deuxième vannes de commande (8, 9).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** ledit corps support (2) comprend :

- une buse à section d'ouverture variable (6),
- une pluralité de buses à section d'ouverture

- constante (5), disposées autour de ladite buse à section d'ouverture variable (6), et
- une pluralité d'éléments de nucléation (7), disposés entre ladite buse à section d'ouverture variable (6) et lesdites buses à section d'ouverture constante (5). 5
10. Procédé pour la mise en œuvre d'un dispositif de pulvérisation (1) selon la revendication 3, pour la fabrication de neige artificielle, lequel procédé consiste, tenant compte d'un premier seuil de température S1 et d'un second seuil de température S2 supérieur à S1 :
- à actionner en position fermée ladite première vanne (8) de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante (5) et ladite seconde vanne (9) de commande d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable (6), au dessus dudit seuil S2, 10
 - à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande (8) et à actionner en position fermée ladite seconde vanne de commande (9), entre lesdits seuils S1 et S2, et 15
 - à actionner en position ouverte ladite seconde vanne de commande (9) et actionner en position fermée ladite première vanne de commande (8) en dessous dudit seuil S1. 20
11. Procédé selon la revendication 10 **caractérisé en ce qu'il** consiste à faire chevaucher les positions ouvertes desdites première et seconde vannes de commande (8, 9) sur ledit seuil S1, ou à proximité dudit seuil S1. 25
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11 consistant, tenant compte d'un troisième seuil de température S3 inférieur à S1, à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande (8) d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante (5) et ladite seconde vanne de commande (9) d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable (6), au dessous dudit seuil S3. 30
13. Procédé pour la mise en œuvre d'un dispositif de pulvérisation selon la revendication 3, pour la fabrication de neige artificielle, lequel procédé consiste, tenant compte d'un premier seuil de température S1 et d'un second seuil de température S2 supérieur à S1 :
- à actionner en position fermée ladite première vanne de commande (8) d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section constante (5) et ladite seconde vanne de commande (9) d'alimentation en eau de ladite au moins une buse à section variable (6), au dessus dudit seuil S2, 35
 - à actionner en position ouverte ladite première vanne de commande (8) et à actionner en position fermée ladite seconde vanne de commande (9), entre lesdits seuils S1 et S2, et 40
 - à actionner en position ouverte ladite seconde vanne de commande (9) et actionner en position fermée ladite première vanne de commande (8) en dessous dudit seuil S1. 45
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce qu'il** consiste à prévoir une position d'ouverture minimale de ladite au moins une buse à section d'ouverture variable (6). 50
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 14 **caractérisé en ce qu'il** consiste à augmenter le débit de ladite au moins une buse à section variable (6) avec la diminution de la température, jusqu'à l'atteinte d'un débit maximal. 55

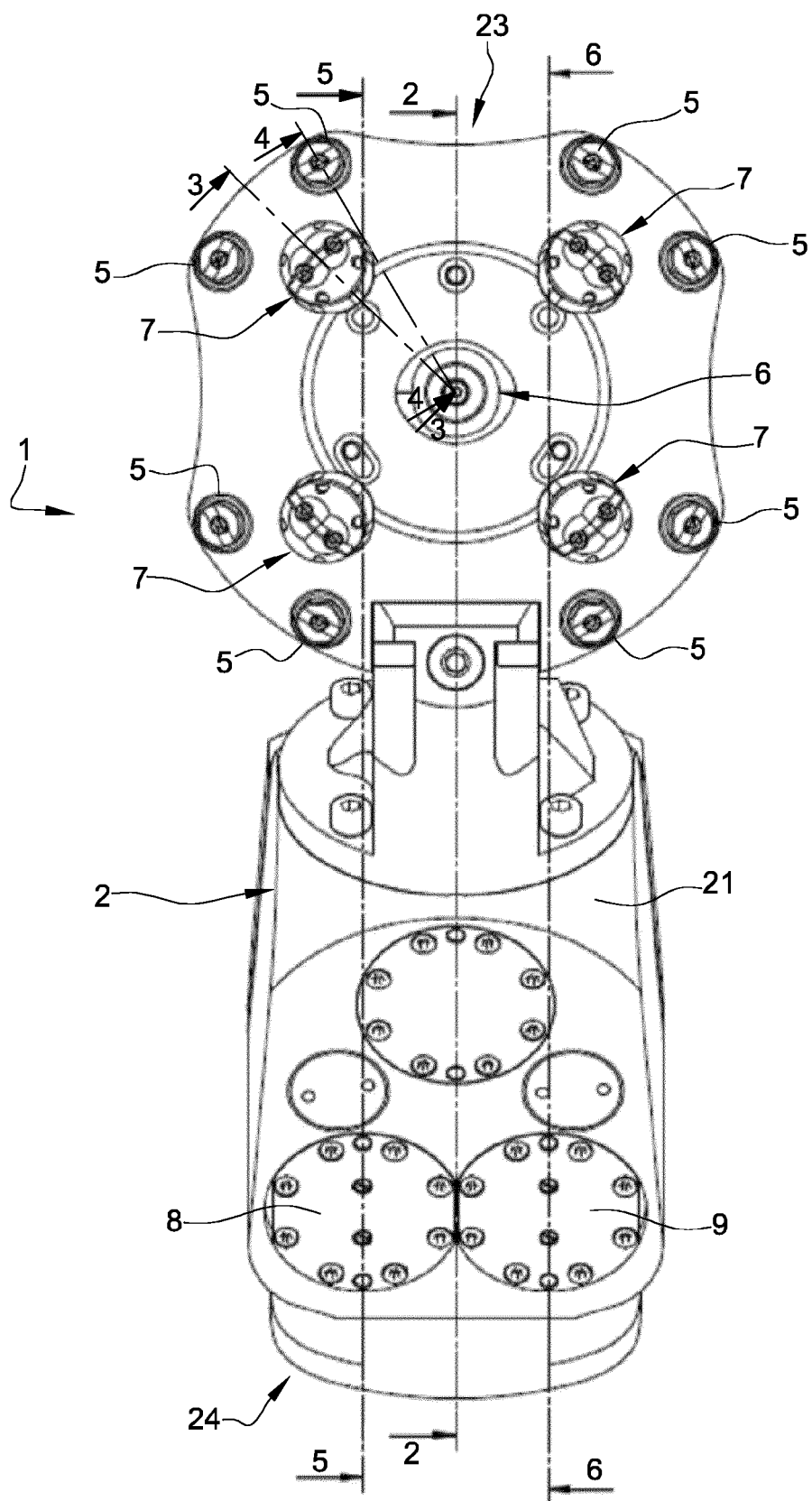


Fig. 1

Fig. 2

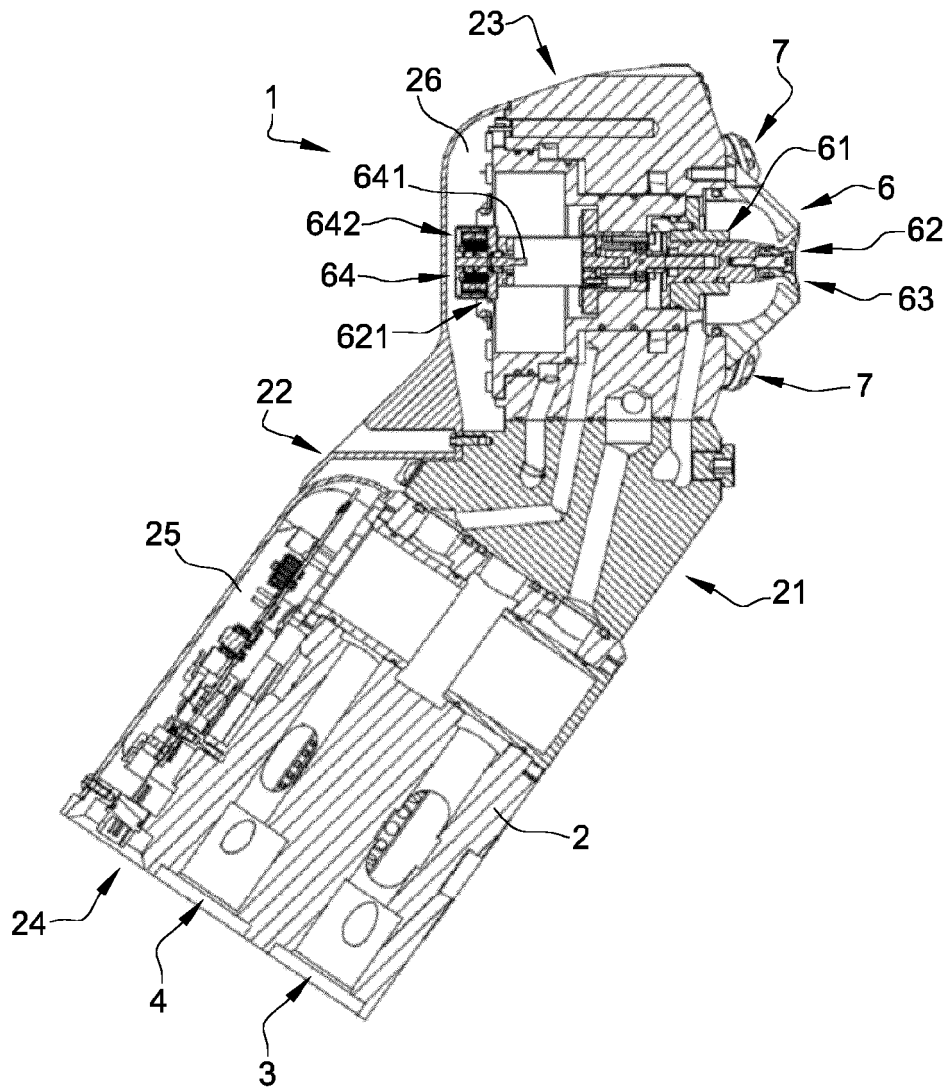


Fig. 3

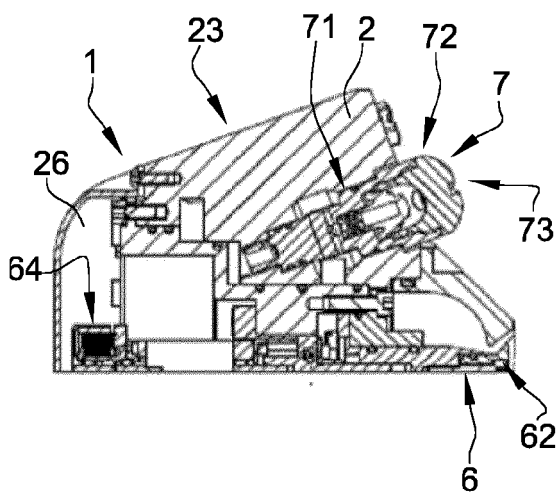
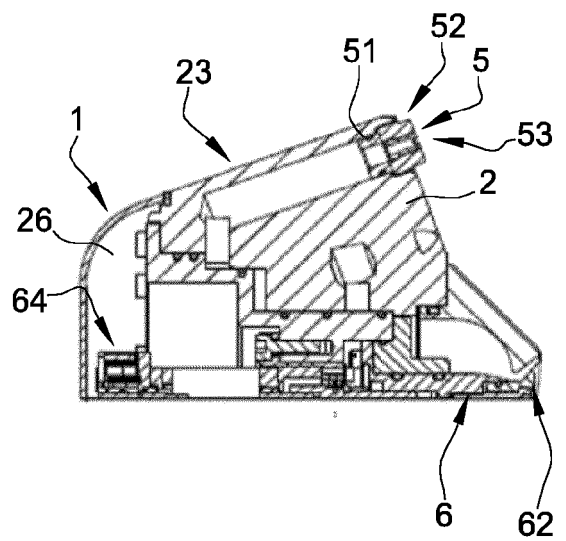


Fig. 4



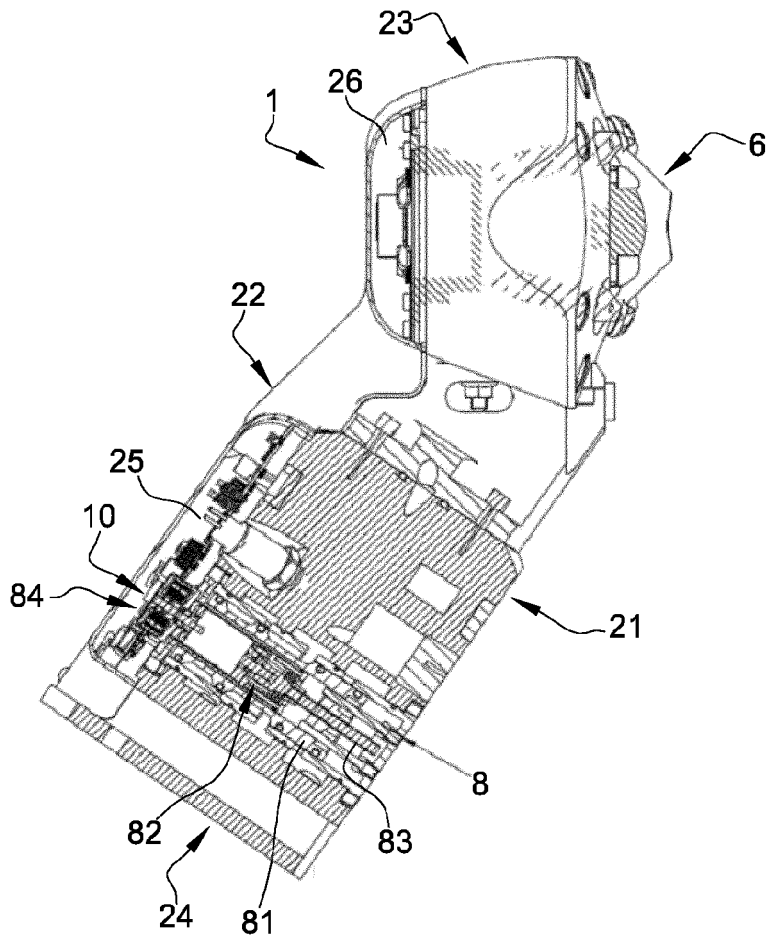
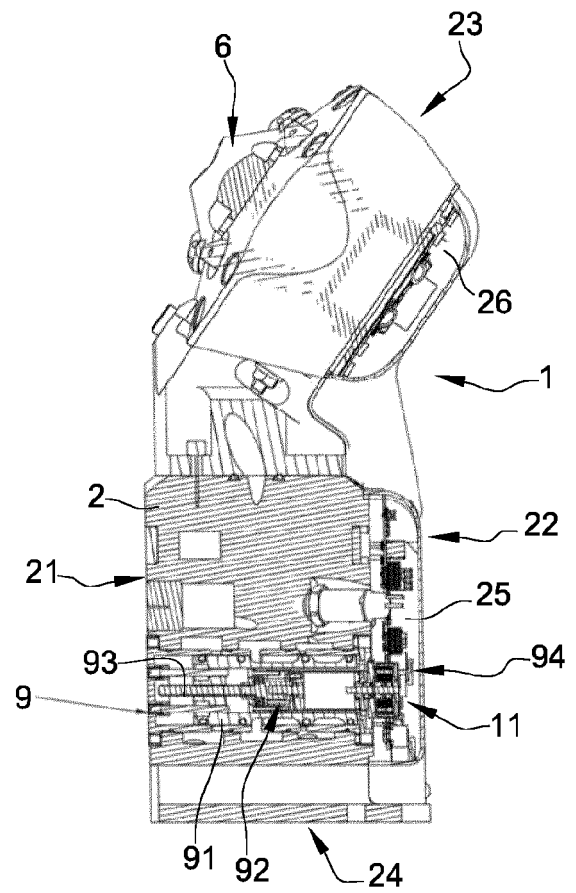


Fig. 5

Fig. 6



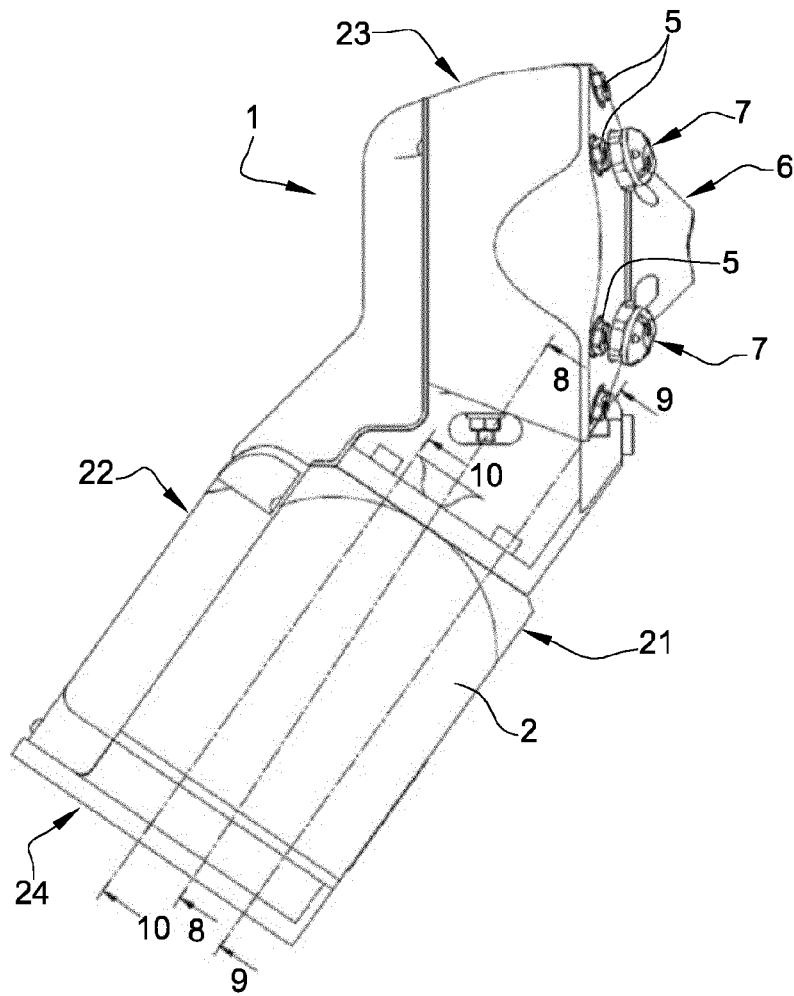
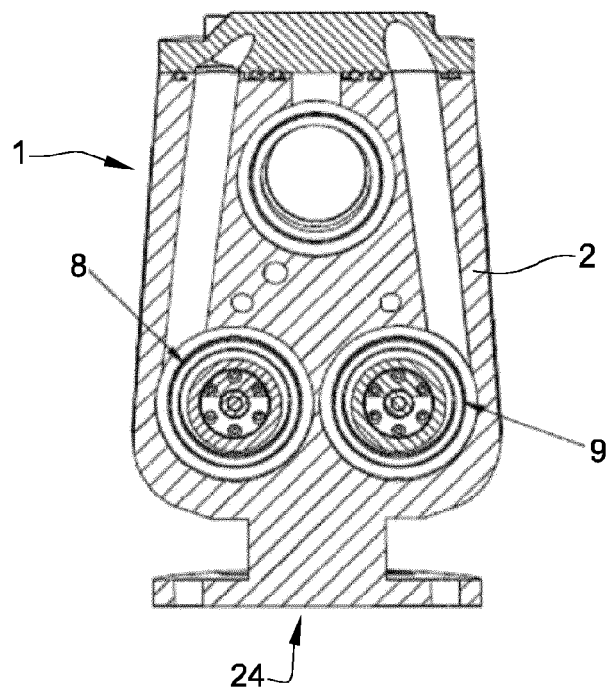


Fig. 7

Fig. 8



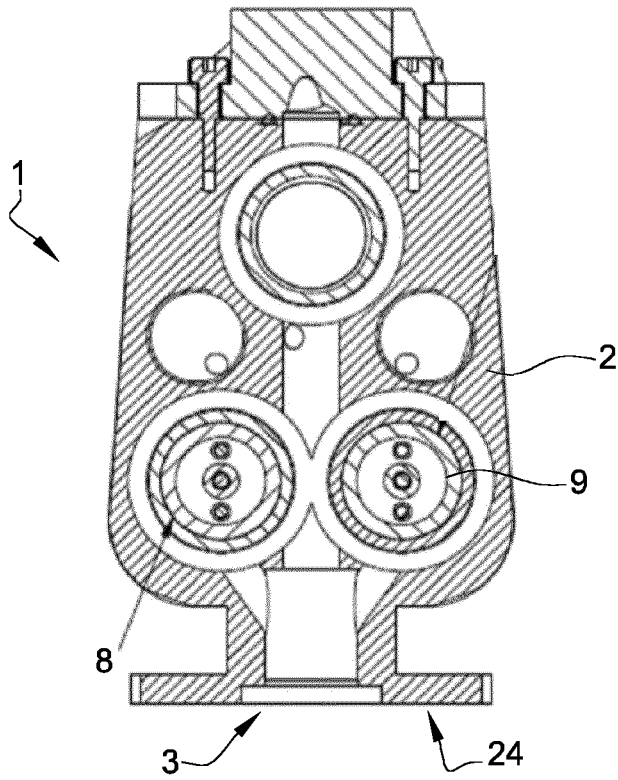
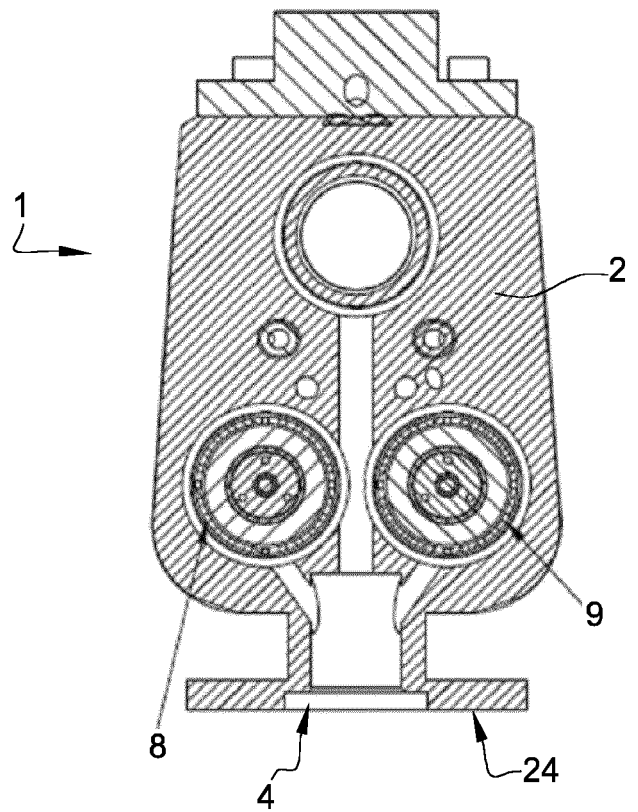


Fig. 9

Fig. 10





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 20 5726

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	WO 2008/056086 A1 (DION JEAN-FRANCOIS [FR]) 15 mai 2008 (2008-05-15)	1-9	INV. F25C3/04
A	* figures 1-7 *	10-15	
X	FR 2 260 072 A1 (KIRCHER EVERETT [US]) 29 août 1975 (1975-08-29)	1-9	
A	* figures 3-10 *	10-15	
X	WO 95/23320 A1 (HANDFIELD LOUIS [CA]) 31 août 1995 (1995-08-31)	1	
X	US 4 730 774 A (SHIPPEE JAMES H [US]) 15 mars 1988 (1988-03-15)	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
X	WO 2006/092868 A1 (SHINYU GIKEN CO LTD [JP]; SUGIURA HIKOROKU [JP]) 8 septembre 2006 (2006-09-08)	1	
	* figures 1-37 *		F25C
	* alinéa [0055] - alinéa [0059] *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		16 mars 2021	Dezso, Gabor
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 20 20 5726

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.

16-03-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008056086 A1	15-05-2008	FR 2908504 A1 WO 2008056086 A1	16-05-2008 15-05-2008
FR 2260072 A1	29-08-1975	CA 1018212 A DE 2501670 A1 FR 2260072 A1 US 3979061 A	27-09-1977 14-08-1975 29-08-1975 07-09-1976
WO 9523320 A1	31-08-1995	AT 159341 T CA 2116368 A1 EP 0746733 A1 US 5836514 A WO 9523320 A1	15-11-1997 25-08-1995 11-12-1996 17-11-1998 31-08-1995
US 4730774 A	15-03-1988	AUCUN	
WO 2006092868 A1	08-09-2006	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2743872 [0004] [0009] [0046]
- WO 9718421 A [0004] [0049]
- EP 1123479 A [0004] [0008]
- EP 1386668 A [0004] [0008] [0055]
- FR 2995391 [0004] [0008] [0039] [0046] [0049]
- EP 1053440 A [0063]