(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 069 073 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
13.01.2016 Bulletin 2016/02

(21) Numéro de dépôt: **07801913.0**

(22) Date de dépôt: **27.08.2007**

(51) Int Cl.:
A62C 31/05 *(2006.01)* ***A62C 99/00*** *(2010.01)*
B05B 3/04 *(2006.01)* ***B05B 3/06*** *(2006.01)*
B05B 7/00 *(2006.01)* ***B05B 7/04*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2007/007488

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/040418 (10.04.2008 Gazette 2008/15)

(54) DISPOSITIF D'ÉJECTION D'UN MÉLANGE DIPHASIQUE

DÜSE FÜR EINE ZWEI-PHASENMISCHUNG

NOZZLE FOR A DIPHASIC MIXTURE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
RS

(30) Priorité: **04.10.2006 EP 06291557**

(43) Date de publication de la demande:
17.06.2009 Bulletin 2009/25

(73) Titulaires:
- **Siemens S.A.S.**
  93527 Saint-Denis Cedex 2 (FR)
- **L'Université Joseph Fournier**
  38041 Grenoble Cedex 09 (FR)
- **Centre National de la Recherche Scientifique**
  75794 Paris Cedex 16 (FR)

(72) Inventeurs:
- **BOURRILHON, Thibaut**
  73100 Aix les Bains (FR)
- **DUSSER, Bernard**
  28130 Saint Martin de Nigelles (FR)
- **FERNANDES, Patrick**
  91190 St. Aubin (FR)
- **THIBAULT, Jean-Paul**
  38190 Bernin (FR)

(74) Mandataire: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 629 899
EP-A1- 1 072 320
EP-A2- 0 608 140
WO-A-00/12177
WO-A-90/05000
WO-A-95/30452
WO-A1-02/076624
WO-A2-03/041805
CA-A1- 2 131 109

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 069 073 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'éjection d'un mélange au moins diphasique selon le préambule de la revendication 1, ainsi que diverses utilisations avantageuses de ce dispositif selon les revendications 16 à 20.

[0002] A la base, un moyen connu pour lutter efficacement contre un incendie est la lance à eau, permettant de pouvoir « noyer » un feu, en particulier sous une grande portée d'éjection mais au prix d'un grand débit d'eau.

[0003] Un autre dispositif d'éjection utilise un mélange diphasique, par exemple au moyen entre autre d'eau et de gaz sous pression, et s'adapte dans le domaine de l'extinction d'incendie afin de créer un brouillard d'eau ou une mousse extinctrice, tel qu'un extincteur classique. La quantité d'eau requise est donc réduite. D'autres agents peuvent aussi être inclus dans la phase eau-gaz sous pression, telle qu'un agent émulsifiant ou un autre agent à caractère non obligatoirement émulsifiant tel que du gaz carbonique. L'ajout d'agent reste cependant contraignant par exemple à cause du stockage limité d'un extincteur. La portée des extincteurs classiques est par ailleurs aussi limitée, car ceux-ci sont conçus pour des extinctions de feu à faible étendue.

[0004] D'autres systèmes, par exemple adaptés à une lance à longue portée, utilisent un gaz à haute pression comme de l'azote, permettant une atomisation de l'eau, cependant préalablement traitée (déminéralisation). Ainsi, les propriétés spécifiques du liquide injecté restent à caractère contraignant. De ce fait, de l'eau de mer ou toute autre eau avec des impuretés ne permettent pas de former correctement un mélange diphasique qui, même outre une haute pression du gaz, n'atteint pas une longue portée.

[0005] Il a été tenté de pallier à cet inconvénient en utilisant un dispositif de génération d'un écoulement diphasique, tel que décrit dans le brevet français FR 2 548 052. Un dispositif de ce type comporte une paroi délimitant une chambre ou l'on produit cet écoulement diphasique sous pression, perforée par au moins une ouverture à travers laquelle entre un gaz sous une pression dite "pression d'alimentation", munie d'une première extrémité amont raccordée a une source d'alimentation de liquide sensiblement a la même pression, ainsi que d'une deuxième extrémité aval raccordée a Une tuyère accélératrice du fluide où celui-ci se détend, et d'où il s'échappe sous forme de jet à grande vitesse. Un tel dispositif permet de créer un jet diphasique d'eau et de gaz non comburant sur les lieux mêmes de l'intervention contre le feu, à partir de la ressource d'eau existante, et d'une source de gaz non comburant. L'expérience montre que la mise en oeuvre de tels dispositifs est satisfaisante pour autant que la pression d'alimentation soit suffisamment basse. Ils permettent alors d'éteindre un feu avec une efficacité comparable à celle d'un extincteur à mousse, donc avec une portée restreinte du jet de mélange diphasique. Cependant, si l'on augmente la pression d'alimentation pour obtenir des jets à des vitesses telles qu'ils puissent atteindre des feux à grande distance, le fonctionnement des dispositifs devient défectueux.

[0006] De là, un nouveau dispositif a été élaboré, tel que celui décrit dans la demande de brevet FR 2 766 108, afin de générer un écoulement diphasique dont la qualité de fonctionnement est sensiblement constante quelque soit la pression (liquide et gaz) en entrée du dispositif. Ce dispositif d'éjection d'un mélange diphasique comprend deux entrées distinctes pour une l'entrée d'injection du liquide et l'entrée d'injection du gaz, une chambre d'émulsion pour produire un mélange liquide-gaz et une tuyère d'éjection du premier mélange liquide-gaz suivant une direction principale définie par un axe-vecteur. En particulier, le gaz est injecté perpendiculairement dans la conduite d'arrivée d'eau et par l'intermédiaire d'éléments perforés favorisant l'émulsion du mélange liquide-gaz. De plus, des éléments de partage tels que des lamelles sont disposés parallèlement à l'écoulement de la conduite d'eau de façon à former des canaux distincts d'écoulement. Ces lamelles peuvent être espacées angulairement sur une section de la conduite d'eau entourée par les éléments perforés pour l'entrée du gaz dans les canaux. Certes, ce dispositif permet de générer un jet diphasique constant pour des pressions diverses, mais peut être sujet à des perturbations dues à des obstructions intempestives au niveau des lamelles ou des éléments perforés, par exemple en cas d'introduction d'impuretés (sable, caillou, saleté, etc.) via la conduite d'eau ou via la conduite de gaz. Ceci peut aussi se traduire dans une dégénérescence ponctuelle ou prolongée du mélange diphasique qui rend l'extinction d'un feu moins maitrisable. De plus, les éléments internement disposés aux niveaux des conduites imposent une fabrication et une maintenance du dispositif à caractère complexe.

[0007] Divers dispositifs d'éjection d'un mélange sont par ailleurs connus des documents WO 95 30 452, WO 90 05000, WO 02 076624, EP 0 608 140.

[0008] Un but de la présente invention est de proposer un dispositif simple d'éjection d'un mélange au moins diphasique qui permet au moins un contrôle précis de sa portée d'éjection sous forme diphasique assurée.

[0009] En particulier, ce dispositif devrait s'adapter à des pressions d'injection du liquide et du gaz diverses, voire aussi dans le domaine des basses pressions tout en atteignant de longues portées du jet diphasique.

[0010] Le dispositif devrait pouvoir s'affranchir d'éléments internes à potentiel obturateur et complexe et rester insensible à des facteurs d'impuretés en entrée, en ce sens que le mélange diphasique en sortie de dispositif est assuré sur toute la longueur du jet et en permanence.

[0011] L'invention propose ainsi une solution basée sur un dispositif d'éjection d'un mélange au moins diphasique, comprenant au moins une entrée d'injection pour un liquide et un gaz, une chambre d'émulsion pour produire un premier mélange liquide-gaz, une tuyère d'éjection du premier mélange liquide-gaz suivant une direction

principale définie par un axe-vecteur.

[0012] Du fait que la tuyère d'éjection possède une géométrie avec au moins sur sa longueur une section minimale, dite col, à un emplacement de l'axe-vecteur, non seulement un effet de détente au sein de la tuyère est créé comme connu dans tout écoulement de type Venturi, mais il est important de noter que la géométrie de la tuyère est adaptée de telle façon qu'une détente au sein de la tuyère d'éjection est induite permettant au premier mélange liquide-gaz issu de la chambre d'émulsion d'être transformé, au sens de la configuration d'écoulement, en un deuxième mélange de liquide-gaz en sortie de tuyère dont la portée d'éjection du deuxième mélange et la granulométrie du liquide sous forme de gouttelettes est contrôlable en fonction des débits massiques du liquide et du gaz et de la pression absolue à l'entrée d'injection.

[0013] Il est à noter que l'invention permet d'utiliser éventuellement une entrée commune pour le liquide et le gaz, ce qui diminue la complexité favorablement vis-à-vis de dispositif à deux entrées distinctes dont la position relative est à prendre en compte en particulier pour l'émulsion.

[0014] De plus, l'invention n'oblige pas à utiliser des éléments de partage ou de perforation dans une des entrées d'injection pour permettre une émulsion et un mélange diphasique de qualité, car la géométrie de la tuyère couplée aux conditions génératrices en entrée du dispositif (débits massiques du liquide et du gaz et de la pression absolue à l'entrée d'injection) assurent une émulsion optimale et permettent de plus au mélange diphasique en entrée de tuyère de se transformer, au sens de la configuration d'écoulement, en un deuxième mélange diphasique en sortie de tuyères dont la granulométrie et la portée sont clairement liées aux conditions génératrices, donc contrôlées. Ainsi, le dispositif se voit fort simplifié et de plus évite tout effet obturateur par l'absence d'éléments disposés dans l'écoulement complet. Bien entendu, de tels éléments (cône perforé, grille, agitateur, etc.) peuvent être disposés en amont comme aval de la tuyère si l'émulsion ou la configuration du jet doivent être modifiées.

[0015] La géométrie de la tuyère est donc adaptée de telle façon que le mélange éjecté, dénommé deuxième mélange pour le distinguer du premier mélange en entrée de tuyère, forme un jet de brouillard principalement suivant l'axe-vecteur de la tuyère et dont la granulométrie, la portée et le déploiement volumique hors de l'axe-vecteur (aussi communément appelée divergence de jet) sont contrôlables et assurés jusqu'à la surface d'attaque du feu désirée.

[0016] Du fait de la géométrie de section de la tuyère de l'ordre d'un ou plusieurs millimètres d'ouverture, les impuretés ou même des grains de sables par exemple ne provoquent pas de perturbations notables au niveau du mélange diphasique éjecté. Il est même possible d'ajouter au mélange eau-gaz un produit abrasif tel que constitué de fines particules solides. Par la suite, un exemple de géométrie adaptée pour une tuyère (ou un dispositif multi-tuyères), en particulier au niveau de son entrée, son rétrécissement et sa sortie sera illustré. Principalement, l'entrée de tuyère consiste en une première zone d'accès convergent à fort gradient suivi d'une deuxième zone convergent à faible gradient, d'un passage à la section minimale appelé aussi col de la tuyère, et éventuellemt à une troisième zone divergent se terminant par la section de sortie de tuyère. C'est grâce à une telle configuration ou à des configurations approchantes que la détente au sein de la tuyère permet de contrôler la granulométrie du jet de brouillard et sa portée, en fonction de conditions génératrices simplement définissables en entrée du dispositif.

[0017] En réalité, des simulations avancées de géométrie de tuyère ont été effectuées pour arriver sur l'exemple ci-dessus, mais aussi sur d'autres variations permettant un contrôle adapté à un exercice voulu, par exemple pour permettre d'assurer un intervalle de portée variable tout en tendant à maintenir une granulométrie contrôlée du jet de brouillard.

[0018] Un avantage fort de l'invention est que le dispositif peut être utilisé pour une pression absolue basse (de l'ordre généralement de 5 à 10 bar) au niveau de l'entrée dans la chambre d'émulsion ou de la tuyère. Pour ce domaine de pression, un débit de jet de brouillard en sortie de tuyère est cependant parfaitement assuré dans un domaine allant de 50 à 150 m/s ainsi qu'une granulométrie de gouttelettes de 50 à 150 μm. Le dispositif ne nécessite donc pas de forte pression en entrée ou du moins d'augmentation considérable, afin de garantir une portée de jet plus importante, telle que pour un feu à grande distance. Ainsi, lors d'une variation même considérable de portée du jet, des variations intempestives et brusques de sa granulométrie (et donc de son état diphasique) sont écartées.

[0019] En bref, la géométrie (avec au moins deux sections à diamètre variable le long de l'axe vecteur en entrée et en sortie) de la tuyère selon l'invention est adaptée pour permettre un taux de détente en sortie de tuyère qui assure :

- une granulométrie contrôlée du mélange diphasique par un fractionnement du liquide en gouttelettes
- une accélération et une vectorisation des gouttelettes de liquide par la détente du gaz également préémulsionné en entrée de tuyère.

[0020] En d'autres termes, la géométrie de la tuyère permet à une émulsion liquide-gaz à son entrée de lui assurer une uniformité granulométrique ainsi qu'une portée contrôlée (et vice-versa). On pourrait alors comprendre que pour faire varier la portée ainsi obtenue sans modifier la granulométrie du jet et les conditions génératrices, il faudrait modifier la géométrie de la tuyère, ce qui serait pratiquement impossible. En fait, la géométrie de la tuyère a aussi été calculée et adaptée pour permettre une variation de portée du jet pour un facteur de

granulométrie stable en faisant varier simplement une ou plusieurs des conditions génératrices à l'entrée ou dans le dispositif. Pour un souci de facilité, la pression en entrée (injection liquide-gaz) du dispositif est par exemple réglable par une simple vanne.

[0021] L'invention présente également un deuxième aspect avantageux couplant plusieurs tuyères telles que décrites ci-dessus et disposées sur un support rotatif, permettant en plus d'une action giratoire par les détentes des tuyères et leurs dispositions particulières sur le rotor et entre elles, de balayer des surfaces ciblées de façon complète et étendue ou bien de projeter des jets de brouillards sur un large volume sans essayer d'atteindre précisément une zone de flamme par exemple. De la même façon que pour le contrôle de la portée et de la granulométrie du jet, la vitesse de rotation peut aussi être contrôlée favorablement pour un exercice souhaité, en fonction des conditions génératrices du dispositif multi-tuyères, semblables à celles d'une seule tuyère.

[0022] Ainsi, le dispositif d'éjection selon l'invention satisfait aux exigences du contrôle de granulométrie importantes dans la pratique. En effet, la taille des gouttelettes doit être adaptée en fonction du type de foyer d'incendie, par exemple au moyen de gouttes plus fines pour attaquer des foyers d'hydrocarbures ou refroidir des ambiances très chaudes, ou au moyen de gouttes plus grosses pour mouiller des feux formant des braises.

[0023] Avantageusement, diverses utilisations de la tuyère ou d'un dispositif multi-tuyère (rotatif ou non) sont possibles comme à titre d'exemple et de façon non exhaustive:

- Utilisation pour l'extinction d'un incendie, la prévention d'incendie par humidification à faible consommation de liquide ou le refroidissement de matériau avec comme liquide de l'eau pouvant contenir un agent extincteur, un agent mouillant.
- Utilisation pour un traitement surfacique d'un matériau, telle que :

  + pour le nettoyage d'un matériau, le liquide étant de l'eau ou/et pouvant contenir un agent de nettoyage ;
  + pour une application de peinture sur le matériau où le liquide contient principalement un agent colorant ;
  + pour un traitement abrasif du matériau où le deuxième mélange contient une solution chimique liquide ou partiellement de faible granulométrie solide.

- Utilisation comme dispositif d'éjection d'un combustible (liquide ou gazeux).
- Utilisation comme dispositif pour la propulsion d'un élément comprenant la tuyère comme moyen de propulsion.
- etc.

[0024] Un ensemble de sous-revendications présente également des avantages de l'invention.

[0025] Des exemples de réalisation et d'application sont fournis à l'aide de figures décrites :

Figure 1 description générale d'une tuyère pour un mélange diphasique,

Figure 2 coupe d'un dispositif multi-tuyères rotatif,

Figure 3 vue de dessous du dispositif multi-tuyères rotatif,

Figure 4 vue de côté (droite) du dispositif multi-tuyères rotatif.

[0026] Figure 1 décrit généralement un exemple de tuyère EJ pour un mélange diphasique MLG1 réalisé via une chambre d'émulsion EMC avec des éléments optionnels ou des formes conçues pour favoriser le mélange d'un liquide L1 avec un gaz G1, tous deux injectés à basse pression (inférieure à 20 bar, dans la pratique entre 5 et 10 bars). Un profil plus exact de tuyère adéquate sera décrit dans la suite du document. Le liquide L1 et le gaz G1 entrant dans la chambre d'émulsion EMC ou directement dans la tuyère EJ peuvent être amenés par deux canaux IN1, IN2 distincts convergents vers l'entrée IN. Ces canaux n'ont avantageusement pas besoin d'avoir une disposition particulière comme dans la plupart des dispositifs à tuyère diphasique de l'état de la technique. Ainsi, dans la chambre d'émulsion EMC ou plus généralement en aval de l'entrée de la tuyère EJ, le premier mélange diphasique MLG1 est formé d'une manière encore non idéalement contrôlée, en ce sens que la granulométrie du mélange MLG1 ou du liquide L1 et l'écoulement du gaz G1 sont encore grossiers et très variables. Grâce à la géométrie adaptée de la tuyère EJ de longueur L avec un col de tuyère disposé à un emplacement X (qui peut être local comme aussi étendu), une transformation du premier mélange MLG1 en un deuxième mélange diphasique MLG2 s'opère, tout au long de la tuyère optimisée par le biais de la détente. Le mélange a alors une granulométrie à caractère maîtrisé, c'est-à-dire que le liquide L1 apporté dans le premier mélange MLG1 se trouve dans le mélange MLG2 sous forme de gouttelettes GOUT ayant des diamètres faibles (50à 150μm) résultant de l'atomisation produite au sein de la tuyère.. Ainsi la granulométrie du liquide L1 et donc du jet de brouillard sortant est parfaitement contrôlée sur une portée PO. De plus, le gaz G1, en tant que composante à la base du premier mélange MLG1 à basse pression, est détendu avec un fort gradient, de telle façon qu'il provoque une accélération et une vectorisation des gouttelettes GOUT selon en majeure partie un axe-vecteur AX (axe de symétrie principal de la tuyère. Dans ce jet pouvant avoir une divergence variable mais maîtrisée, le gaz G1 dans le deuxième mélange MLG2 a donc un effet porteur des gouttelettes GOUT sur la portée PO. La

portée PO est bien entendu liée à la géométrie particulière de la tuyère utilisée et aux conditions génératrices. Au cours de la détente en tuyère à géométrie adaptée, le gaz G1 issu du premier mélange MLG1 fournit un travail qui assure ainsi d'une part une propulsion supplémentaire du liquide L1, à la base grossièrement fractionné, et d'autre part son atomisation en fines gouttelettes uniformes. Le jet sortant se présente sous forme de brouillard à déplacement rapide (50 à 150 m/s).

[0027] Ce concept met à profit une géométrie de tuyère de forme simple, et comprenant des orifices de « grande » dimension (jusqu'à quelques mm) pour mettre en oeuvre au sein même de l'écoulement diphasique une physique complexe de détente en pression associant :

- une détente à forts gradients de pression et associée à un intense transfert aussi bien de quantité de mouvement (trainée interfaciale) que d'énergie (chaleur et travail interfaciaux), l'efficacité de ces transferts est liée à l'augmentation de l'aire interfaciale (surface d'échange liquide-gaz) résultant de l'atomisation.
- un fractionnement et une accélération contrôlés de la phase liquide.

[0028] Les caractéristiques granulométriques et de portée du deuxième mélange liquide-gaz MLG2 éjecté sont contrôlables par des dites conditions génératrices telle que la pression totale en entrée de la chambre d'émulsion EMC ou de/des tuyère(s) EJ et des débits massiques du liquide L1 et du gaz G1. Ces conditions génératrices relatives à un écoulement en tuyère sont adaptées pour des points de fonctionnement de la tuyère à granulométrie et portée ciblées.

[0029] Pour une géométrie de tuyère donnée, les conditions d'alimentation (pression du premier mélange MLG1 en entrée de tuyère EJ, débit entrant du liquide L1, débit entrant du gaz G1) ne sont pas quelconques. Il est possible de démontrer qu'il existe pour une géométrie de tuyère une relation f unique de tel que :

$$f(\dot{m}_l, \dot{m}_g, Pin) = 0$$

où m_l est le débit massique (en kg/sec) du liquide L1, m_g est le débit massique (en kg/sec) du gaz G1 et Pin est la pression absolue du mélange MLG1 (en bar) en entrée de tuyère.

[0030] Remarque :

1. En écoulement diphasique, la grandeur utilisée est le titre massique en gaz TM (rapport du débit massique gaz et du débit massique total « liquide + gaz »), plutôt que le débit massique gaz.

$$TM = \frac{\dot{m}_g}{\dot{m}_g + \dot{m}_l}$$

2. Il est alors possible de définir des points de fonctionnement de la tuyère qui sont donc caractérisés par un ensemble de triplet $\{m_l, TM, Pin\}$ qui constitue les conditions génératrices de l'écoulement en entrée de tuyère. D'un point de vue pratique cette relation a pour conséquence de rendre impossible un choix quelconque de débits (liquide et gaz) et de pression. Il faut donc « relaxer » une des variables (par exemple le débit gaz). Ainsi lorsque qu'un réglage est effectué, il est possible de choisir un débit liquide m_l et une pression d'alimentation Pin, mais le débit gaz mg est alors imposé.

[0031] Suivant ce schéma, des valeurs de sortie en tant que grandeurs pertinentes sont à considérer. Le jet diphasique qui se développe en sortie de tuyère EJ se caractérise par :

1. Une dynamique de jet de l'ordre de 50 à 150 m/sec en sortie de tuyère
2. Une granulométrie (taille des gouttelettes) de l'ordre de 50 à 150 μm
3. Une enveloppe de jet (c'est à dire la frontière entre le jet et l'extérieur du jet)

[0032] De ces trois caractéristiques de première importance, il est possible de déduire les grandeurs pertinentes, par exemple dans le cadre de la lutte contre les incendies comme :

- La portée PO, distance maximum au delà de laquelle la dynamique du jet n'est plus suffisante pour être efficace sur un feu.
- La densité d'aire interfaciale, c'est-à-dire la surface totale développée par l'ensemble des gouttes contenues dans un volume unitaire.
- Le volume protégé (couverture volumique du jet)

[0033] Bien entendu, les conditions de sortie du jet (dynamique du jet, granulométrie et enveloppe) sont entièrement fonction des conditions génératrices de l'écoulement, directement liées aussi à la géométrie de la tuyère. Il est ainsi possible de cartographier, pour une géométrie de tuyère, des points de fonctionnements en fonction des conditions génératrices et de sortie pour chaque application d'éjection souhaitée.

[0034] Dans le cadre générale de la lutte contre les incendies, et plus particulièrement au moyen de brouillards d'eau, il existe deux approches distinctes : la protection ponctuelle (le jet est directement orienté sur le site identifié à risque, par exemple un réservoir, un moteur, etc.) et la protection en volume où le jet est orienté de manière à protéger l'ensemble du volume sans es-

sayer d'atteindre précisément la zone de flamme.

[0035] Les tuyères diphasiques à jet de brouillard selon l'invention produisent, outre une certaine tolérance de divergence, un jet de grande dynamique et relativement directif. Ainsi pour les applications de protection en volume, où l'on cherche à protéger un volume dans son ensemble sans privilégier une direction particulière, il est nécessaire d'utiliser un ensemble de plusieurs tuyères capable de couvrir toutes les directions dans tout le volume. Pour cela plusieurs solutions existent (liste non exhaustive):

- Disposer les tuyères en différents lieux du volume et suivant différentes directions (disposition en réseau dit en peigne ou en « swirl ») ;
- Regrouper plusieurs tuyères sur un même corps fixe (dispositif multi-têtes) ;
- Disposer plusieurs tuyères sur un corps rotatif (corps multi-tuyères rotatif).

[0036] Outre des résultats très intéressants, les dispositions en réseau ainsi que le dispositif multi-têtes, ont l'inconvénient de laisser des zones du volume non protégées, tandis que la solution d'un corps rotatif sur lequel plusieurs tuyères sont fixées permet de balayer tout un ensemble de direction et de couvrir de façon optimale le volume à protéger.

[0037] A la figure 2, un tel dispositif d'éjection d'un fluide diphasique MLG1 injecté dans un système rotatif multi-tuyères est représenté en coupe transversale. Le système comprend un stator STAT guidant en rotation un rotor ROT, sur lequel sont disposées des tuyères EJ, EJ1, EJ2... selon la figure 1. Il est à noter que le gaz G1 et le liquide L1 sont directement injecté jusqu'aux entrées des tuyères via l'entrée unique IN du stator STAT menant à un espace interne libre du rotor ROT qui sert simplement de chambre de distribution EMD pour le mélange MLG1. Il est à noter qu'une chambre d'émulsion effective, par exemple avec des éléments perforés ou de partage, n'est plus indispensable dans la mesure ou le mélange est admis directement dans la chambre de distribution. Si la maîtrise de la qualité du mélange admis le nécessite, il est possible de placer une chambre d'émulsion EMC, similaire à celle de la figure 1, en amont de la chambre de distribution EMD. Ainsi, aucun élément perforé ou de partage ou à risque obturateur n'est présent dans la chambre de distribution EMD. La chambre de distribution EMD matérialisée entre le rotor ROT et le stator STAT est ainsi commune à l'ensemble des tuyères EJ, EJ1, EJ2... qu'elle alimente en mélange eau/gaz ou tout autre mélange liquide /gaz (qui pourrait aussi contenir plus de deux phases).

[0038] Les tuyères EJ1, EJ2... et leurs axes AX1, AX2... disposées de manière décalée ou asymétrique par rapport à l'axe de rotation RX du rotor ROT permettent la propulsion en rotation par des forces de réaction même des jets sortants des tuyères. L'axe AX d'une tuyère EJ peut être superposé à l'axe de rotation RX du rotor ROT, mais ne contribue pas à la rotation du rotor. Cette tuyère EJ peut être aussi fixée sur le stator STAT pour simplifier la construction du dispositif complet et éviter une rotation de la tuyère sur elle-même.

[0039] Ainsi, plusieurs tuyères d'éjection EJ1, EJ2, ... munis de leurs axes-vecteur AX1, AX2, ... de jets distincts sont disposées sur les parois de la chambre de distribution EMD, en particulier de façon à obtenir une surface ou un volume de couverture de brouillard étendu à au moins une portée définie. Certains axes-vecteur AX1, AX2, ... des tuyères d'éjection EJ1, EJ2, ... peuvent être disposées sur le rotor ROT de façon asymétrique autour d'un plan comprenant l'axe de rotation RX, et sont en particulier orientés de manière décalée selon un angle compris entre 0° et 90° sous un plan perpendiculaire à l'axe de rotation RX. Pour simplement favoriser la distribution de jet, cet angle est différent entre au moins deux tuyères voisines.

[0040] Par la géométrie des tuyères, les détentes en sortie des tuyères d'éjection EJ1, EJ2, ... ou/et les directions distinctes des axes-vecteur AX1, AX2, ... sont ainsi adaptées pour qu'un effet giratoire du rotor ROT à vitesse de rotation contrôlée soit produit. En particulier, les axes-vecteur AX1, AX2, ... peuvent aussi être libres de toute intersection avec l'axe de rotation RX afin de générer sur le rotor ROT par les forces de réaction en tuyère une composante de couple latéralement à la tuyère induisant un déplacement angulaire du rotor ROT autour de son axe RX.

[0041] Il est bien entendu possible de disposer sur le rotor ROT des tuyères d'éjection EJ1, EJ2, ... ayant des géométries différentes influant sur la granulométrie ou/et la portée du deuxième mélange liquide-gaz MLG2. Ainsi, le brouillard obtenu peut avoir diverses propriétés utiles à des exercices variés (extinction proche et lointaine, plusieurs diamètres contrôlés de gouttes).

[0042] Dans ce dispositif et tout comme pour la tuyère de la figure 1, la pression du liquide L1 ou/et du gaz G1 à l'entrée d'injection est adaptable suivant le rapport des débits d'entrée pour le liquide L1 et le gaz G1. De même, le dispositif est conçu avec des tuyères étudiées géométriquement, afin que des caractéristiques granulométriques et de portée du deuxième mélange liquide-gaz MLG2 éjecté soient contrôlables par des conditions génératrices telle que la pression totale en entrée de la chambre de distribution EMD ou de/des tuyère(s) EJ, EJ1, EJ2,... et des débits massiques du liquide L1 et du gaz G1. Il en ressort que comme pour une tuyère, le dispositif rotatif répond à des conditions génératrices relatives à un écoulement en tuyère et qui sont adaptées pour des points de fonctionnements du dispositif pour une (ou plusieurs) granulométrie(s) ou/et une (ou plusieurs) portée(s) ciblées. Suivant cette configuration, des débits de liquide L1 de l'ordre ou inférieur à 2kg/s sont rendus possibles.

[0043] Enfin, la figure 2 correspondant à une réalisation appropriée au dispositif multi-tuyères rotatif présente une des géométries idéales de la tuyère selon l'invention.

Cette géométrie a été détaillée pour la tuyère EJ2 vue en coupe au niveau de son axe-vecteur AX2 (axe de symétrie de la tuyère). Principalement, la tuyère EJ2 se compose de trois portions de longueur La, Lb, LC suivant son axe-vecteur AX2. L'entrée de tuyère consiste en une première zone, de longueur La, convergent à fort gradient suivi d'une deuxième zone, de longueur Lb, convergent à faible gradient, d'un passage à la section minimale appelé aussi col de la tuyère, et éventuellement à une troisième zone, de longueur Lc, divergent se terminant par la section de sortie de tuyère de dimension D2 (usuellement supérieure à 1 mm pour des applications d'extinction ou de refroidissement sur quelques dizaines de mètres). La première zone à fort gradient favorise une atomisation rapide de l'écoulement, l'augmentation de la surface d'échange résultant de cette atomisation permet d'intenses transferts de quantité de mouvement et d'énergie, entre liquide et gaz, dans l'ensemble de la tuyère qui assure ainsi conjointement l'atomisation et l'accélération du liquide au cours de la détente. C'est grâce à une telle géométrie et de telles dimensions que le mélange diphasique peut être éjecté après détente en tuyère sous forme de brouillard à granulométrie, portée et volume contrôlés tel que l'invention le décrit.

[0044] Les figures 3 et 4 représentent une vue de dessous et une vue de côté (droite) de dispositif multi-tuyères rotatif selon la figure 2. En particulier, il est à noter que la disposition des tuyères EJ1, EJ2, ..., EJ6 par rapport à l'axe de rotation RX du rotor ROT (ou par rapport à un plan comprenant l'axe de rotation RX) est asymétrique en considérant deux tuyères dont les axes-vecteur sont inclus dans un seul plan comprenant aussi l'axe de rotation RX du rotor (par exemple les tuyères EJ4 et EJ6 avec leurs axes-vecteur AX4 et AX6). Les tuyères voisines sont aussi décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation RX du rotor ROT. Cette disposition favorise l'effet giratoire contrôlé du rotor ROT, mais aussi offre un balayage de jet étendu sur des volumes à humidifier.

[0045] Il est important de souligner que ce système apporte un avantage à caractère écologique, car il fonctionne à de faibles débits d'eau vis-à-vis des dispositifs actuels d'éjection d'un mélange diphasique eau-gaz (gaz faiblement comprimé). Il permet donc une faible consommation d'eau couplée de plus à une répartition précisément contrôlée de l'eau. Ce dispositif pourrait donc être aussi avantageusement utilisé, hors d'un bâtiment, pour la prévention d'incendie dans les milieux naturels. L'eau pourrait provenir d'une source quelconque (en particulier une nappe phréatique). Une fonction d'humidification voire d'arrosage est également possible sur de grands espaces tout en minimisant la consommation d'eau sans besoin de disposer de haute pression en entrée du dispositif. D'autres milieux tels que des surfaces industrielles à caractère inflammable peuvent également être protégées contre tout réchauffement suspect ou incendie.

[0046] La présente invention s'adapte potentiellement à d'autres types d'applications telles que l'alimentation/atomisation en ergols pour des moteurs de fusée, ou pour une optimisation d'injection de carburant pour des moteurs thermiques à combustion.

[0047] Il est aussi possible selon l'invention d'améliorer le dispositif d'éjection d'un combustible (liquide ou gazeux) pour former une flamme de grande dimension (exemple d'application industrielle : brûleurs dans les fours verriers ; exemple d'application militaire : lance-flammes).

[0048] Une utilisation du dispositif pour la propulsion d'un véhicule comprenant la tuyère comme moyen de propulsion est aussi possible, tel que pour la propulsion d'un véhicule marin ou aérien (sous-marin, jet-ski, avion, etc.).

[0049] Ainsi, il est facile de comprendre que la présente invention, telle que definie par les revendications, va bien au-delà d'une liste exhaustive de possibilités de domaine d'application ou d'utilisation de la tuyère ou plus généralement du dispositif d'éjection.

Revendications

1. Dispositif d'éjection d'un mélange au moins diphasique pour l'extinction d'un incendie, la prévention d'incendie par humidification ou le refroidissement de matériau, comprenant au moins une entrée d'injection (IN1, IN2) pour un liquide (L1) et un gaz (G1), une chambre de distribution (EMD) pour produire un premier mélange liquide-gaz (MLG1), une tuyère d'éjection (EJ, EJ2) du premier mélange liquide-gaz (MLG1) suivant une direction principale définie par un axe-vecteur (AX), **caractérisé en ce que**
   la tuyère d'éjection (EJ, EJ2) possède une géométrie avec au moins sur sa longueur une section minimale, appelée col, à un emplacement (X) de l'axe-vecteur (AX, AX2), l'entrée de tuyère comme illustré en figure 2 pour la tuyère d'éjection (EJ2) consistant en une première zone d'accès convergent à fort gradient (La) suivie d'une deuxième zone convergent à faible gradient (Lb), d'un passage au col de la tuyère,
   et pour laquelle géométrie une détente au sein de la tuyère d'éjection (EJ, EJ2) est induite permettant au premier mélange liquide-gaz (MLG1) issu de la chambre de distribution d'être transformé, au sens de la configuration d'écoulement, en un deuxième mélange de liquide-gaz (MLG2) en sortie de tuyère dont la portée d'éjection du deuxième mélange (MLG2) et la granulométrie du liquide (L2) sous forme de gouttelettes (GOUT) est contrôlable en fonction des débits massiques du liquide (L1) et du gaz (G1) et de la pression absolue à l'entrée d'injection.

2. Dispositif selon revendication 1, pour lequel le deuxième mélange (MLG2) éjecté est un jet de brouillard diphasique principalement suivant l'axe-vecteur (AX) et dont la granulométrie, la portée et le

déploiement volumique hors de l'axe-vecteur (AX) sont contrôlables.

3. Dispositif selon revendication 2, pour lequel la pression à l'entrée d'injection de la chambre d'émulsion (EMC) est basse, par exemple inférieure à 20 bar, et une vitesse du jet de brouillard est élevée, par exemple au dessus de 50 m/s.

4. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel l'entrée d'injection du gaz (G1) et du liquide (L1) est commune au niveau d'une section d'entrée (IN) de la tuyère.

5. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel plusieurs tuyères d'éjection (EJ1, EJ2, ...) munis d'axes-vecteur (AX1, AX2, ...) distincts sont disposées sur les parois de la chambre d'émulsion (EMC), en particulier de façon à obtenir une surface ou un volume de couverture de brouillard étendu à au moins une portée définie.

6. Dispositif selon une des revendications 4 ou 5, pour lequel la chambre de distribution (EMD) est comprise entre un stator (STAT) et un rotor (ROT) avec un axe de rotation (RX) et sur le dit rotor (ROT) est disposée au moins une tuyère d'éjection (EJ, EJ1, EJ2,...).

7. Dispositif selon revendications 6, pour lequel au moins une tuyère d'éjection est disposée sur le stator (STAT)

8. Dispositif selon revendications 5 et 6, pour lequel certains axes-vecteur (AX1, AX2, ...) de tuyères d'éjection (EJ1, EJ2, ...) sont disposés de façon asymétrique sur le rotor (ROT) par rapport à un plan comprenant l'axe de rotation (RX), et sont en particulier orientés de manière décalée selon un angle entre 0° et 90° sous un plan perpendiculaire à l'axe de rotation (RX).

9. Dispositif selon une des revendications 5 à 8, pour lequel les axes-vecteurs des tuyères d'éjection (EJ1, EJ2, sont libres d'intersection avec l'axe de rotation (RX) et leur disposition est adaptée pour qu'un effet giratoire du rotor (ROT) à vitesse de rotation contrôlée soit produit.

10. Dispositif selon une des revendications 5 à 8, pour lequel les tuyères d'éjection (EJ1, EJ2, ...) ont des géométries différentes influant sur la granulométrie ou/et la portée du deuxième mélange liquide-gaz (MLG2).

11. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel les caractéristiques granulométriques et de portée du deuxième mélange liquide-gaz (MLG2) éjecté sont contrôlables par des conditions génératrices telle que la pression totale en entrée de la chambre de distribution (EMD) ou de/des tuyère (s) (EJ, EJ1, EJ2,...) et des débits massiques du liquide (L1) et du gaz (G1).

12. Dispositif selon revendication 11, pour lequel les conditions génératrices relatives à un écoulement en tuyère sont adaptées pour des points de fonctionnements à granulométrie et portée ciblées.

13. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel une chambre d'émulsion (EMC) ou/et la chambre de distribution (EMD) comprennent des moyens de partage ou/et des moyens d'émulsion et/ou des moyens d'entrainement en rotation.

14. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel le liquide (L1) est de l'eau et le gaz (G1) est de l'air comprimé.

15. Dispositif selon une des revendications précédentes, pour lequel plusieurs liquides ou/et plusieurs gaz ou/et de fines particules solides sont injectés dans la chambre d'émulsion (EMC).

16. Utilisation du dispositif selon une des revendications précédentes pour l'extinction d'un incendie, la prévention d'incendie par humidification à faible consommation de liquide ou le refroidissement de matériau avec comme liquide (L1) de l'eau pouvant contenir un agent extincteur, un agent humidificateur ou un agent de refroidissement.

17. Utilisation du dispositif selon une des revendications précédentes 1 à 15 pour un traitement surfacique d'un matériau, telle que :

- pour le nettoyage d'un matériau, le liquide (L1) étant de l'eau ou/et pouvant contenir un agent de nettoyage ;
- pour une application de peinture sur le matériau où le liquide (L1) contient principalement un agent colorant ;
- pour un traitement abrasif du matériau où le deuxième mélange (MLG2) contient une solution chimique liquide ou partiellement de faible granulométrie solide.

18. Utilisation du dispositif selon une des revendications précédentes 1 à 15 pour l'alimentation/atomisation en ergols d'un moteur de fusée ou pour l'injection de carburant d'un moteur thermique à combustion optimisée.

19. Utilisation du dispositif selon une des revendications précédentes 1 à 15 pour l'éjection d'un combustible, tel que pour former une flamme de grande dimen-

sion.

20. Utilisation du dispositif selon une des revendications précédentes 1 à 15 pour lequel la tuyère est un moyen de propulsion d'un véhicule.

Patentansprüche

1. Ausstoßvorrichtung für eine wenigstens zweiphasige Mischung zum Löschen eines Brandes, zur Brandverhinderung durch Befeuchtung oder zur Kühlung von Material, welche wenigstens einen Einspritzeingang (IN1, IN2) für eine Flüssigkeit (L1) und ein Gas (G1), eine Verteilungskammer (EMD) zum Herstellen einer ersten Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG1) und eine Ausstoßdüse (EJ, EJ2) zum Ausstoßen der ersten Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG1) entlang einer Hauptrichtung, die durch eine gerichtete Achse (AX) definiert ist, umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausstoßdüse (EJ, EJ2) eine Geometrie mit wenigstens einem minimalen Querschnitt, Hals genannt, auf ihrer Länge an einer Stelle (X) der gerichteten Achse (AX, AX2) besitzt, wobei der Düseneingang, wie in Figur 2 für die Ausstoßdüse (EJ2) dargestellt, aus einem mit großem Gradienten konvergenten Zugangsbereich (La) besteht, gefolgt von einem mit kleinem Gradienten konvergenten zweiten Bereich (Lb) und einem Durchlass am Hals der Düse, und dass für diese Geometrie eine Entspannung im Inneren der Ausstoßdüse (EJ, EJ2) hervorgerufen wird, die es ermöglicht, dass die aus der Verteilungskammer stammende erste Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG1) in Richtung des Strömungsprofils in eine zweite Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG2) am Düsenausgang umgewandelt wird, wobei dessen Ausstoßweite der zweiten Mischung (MLG2) und die Teilchengröße der Flüssigkeit (L2) in Form von Tröpfchen (GOUT) in Abhängigkeit von den Massendurchsätzen der Flüssigkeit (L1) und des Gases (G1) und vom Absolutdruck am Einspritzeingang steuerbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zweite ausgestoßene Mischung (MLG2) ein zweiphasiger Nebelstrahl hauptsächlich entlang der gerichteten Achse (AX) ist, dessen Teilchengröße, Reichweite und Volumenausbreitung außerhalb der gerichteten Achse (AX) steuerbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Druck am Einspritzeingang der Emulsionskammer (EMC) niedrig ist, zum Beispiel niedriger als 20 bar, und eine Geschwindigkeit des Nebelstrahls hoch ist, zum Beispiel höher als 50 m/s.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einspritzeingang des Gases (G1) und der Flüssigkeit (L1) an einem Eingangsabschnitt (IN) der Düse ein gemeinsamer Eingang ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Ausstoßdüsen (EJ1, EJ2, ...), die mit unterschiedlichen gerichteten Achsen (AX1, AX2, ...) versehen sind, an den Wänden der Emulsionskammer (EMC) angeordnet sind, insbesondere derart, dass eine Fläche oder ein Volumen der Bedeckung mit Nebel erhalten wird, die bzw. das sich wenigstens über eine definierte Reichweite erstreckt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei die Verteilungskammer (EMD) zwischen einem Stator (STAT) und einem Rotor (ROT) mit einer Drehachse (RX) enthalten ist und an diesem Rotor (ROT) wenigstens eine Ausstoßdüse (EJ, EJ1, EJ2, ...) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei wenigstens eine Ausstoßdüse an dem Stator (STAT) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6, wobei gewisse gerichtete Achsen (AX1, AX2, ...) von Ausstoßdüsen (EJ1, EJ2, ...) asymmetrisch bezüglich einer Ebene, welche die Drehachse (RX) umfasst, an dem Rotor (ROT) angeordnet sind und insbesondere um einen Winkel zwischen 0° und 90° versetzt unter einer zu der Drehachse (RX) senkrechten Ebene ausgerichtet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die gerichteten Achsen der Ausstoßdüsen (EJ1, EJ2, ...) keinen Schnittpunkt mit der Drehachse (RX) aufweisen und ihre Anordnung so gestaltet ist, dass eine Drallwirkung auf den Rotor (ROT) mit kontrollierter Rotationsgeschwindigkeit erzeugt wird.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Ausstoßdüsen (EJ1, EJ2, ...) unterschiedliche Geometrien aufweisen, welche die Teilchengröße und/oder die Reichweite der zweiten Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG2) beeinflussen.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eigenschaften, welche die Teilchengröße und Reichweite der ausgestoßenen zweiten Flüssigkeit-Gas-Mischung (MLG2) betreffen, durch solche erzeugenden Bedingungen steuerbar sind, wie den Gesamtdruck am Eingang der Verteilungskammer (EMD) und/oder der Düse(n) (EJ, EJ1, EJ2, ...) und Massendurchsätze der Flüssigkeit (L1) und des Gases (G1).

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die erzeugen-

den Bedingungen bezüglich eines Fließens in der Düse für Betriebspunkte mit vorgegebener Teilchengröße und Reichweite ausgelegt sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Emulsionskammer (EMC) und/oder die Verteilungskammer (EMD) Aufteilungsmittel und/oder Emulsionsmittel und/oder Drehantriebsmittel umfassen.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeit (L1) Wasser ist und das Gas (G1) Druckluft ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Flüssigkeiten und/oder mehrere Gase und/oder feine feste Partikel in die Emulsionskammer (EMC) eingespritzt werden.

16. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Löschen eines Brandes, zur Brandverhinderung durch Befeuchtung mit geringem Verbrauch an Flüssigkeit oder zur Kühlung von Material, mit Wasser als Flüssigkeit (L1), welches ein Löschmittel, ein Befeuchtungsmittel oder ein Kühlmittel enthalten kann.

17. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15 zur Oberflächenbehandlung eines Materials, wie etwa:

- zur Reinigung eines Materials, wobei die Flüssigkeit (L1) Wasser ist und/oder ein Reinigungsmittel enthalten kann;
- zum Aufbringen von Anstrichfarbe auf das Material, wobei die Flüssigkeit (L1) hauptsächlich ein Färbemittel enthält;
- für eine Schleifbearbeitung des Materials, wobei die zweite Mischung (MLG2) eine flüssige oder teilweise feste Teilchen geringer Größe aufweisende chemische Lösung enthält.

18. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15 zur Zuführung/Zerstäubung von Treibstoffen eines Raketentriebwerks oder zur optimierten Einspritzung von Kraftstoff einer Brennkraftmaschine.

19. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15 zum Ausstoßen eines Brennstoffs, etwa um eine Flamme von großer Ausdehnung zu bilden.

20. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, wobei die Düse ein Antriebsmittel eines Fahrzeugs ist.

Claims

1. Device for ejecting an at least diphasic mixture for extinguishing a fire, for fire prevention by moistening or cooling the material, comprising at least one injection inlet (IN1, IN2) for a liquid (L1) and a gas (G1), a distribution chamber (EMD) for producing a first liquid/gas mixture (MLG1), an ejection nozzle (EJ, EJ2) of the first liquid/gas mixture (MLG1) in a main direction defined by a vector axis (AX),
characterised in that
the ejection nozzle (EJ, EJ2) has a geometry comprising, at least over its length, a minimum cross-section, or neck, at a location (X) along the vector axis (AX, AX2), the nozzle inlet as illustrated in Figure 2 for the ejection nozzle (EJ2) principally consisting of a first converging access zone with a steep gradient (La) followed by a second converging zone with a shallow gradient (Lb), of a portion at the neck of the nozzle, and for which geometry pressure reduction is brought about within the ejection nozzle (EJ, EJ2) allowing the first liquid/gas mixture (MLG1) originating from the distribution chamber to be converted, in the direction of the flow configuration, into a second liquid/gas mixture (MLG2) at the nozzle outlet, the ejection range of which second mixture (MLG2) and the particle size of the liquid (L2) in droplet form (GOUT) being controllable as a function of the mass flow rates of the liquid (L1) and the gas (G1) and of the absolute pressure at the injection inlet.

2. Device according to claim 1, in which the second ejected mixture (MLG2) is a diphasic mist jet mainly following the vector axis (AX) and whose particle size, range and volume spread outside the vector axis (AX) are controllable.

3. Device according to claim 2, in which the pressure at the injection inlet of the emulsification chamber (EMC) is low, for example less than 20 bar, and a mist jet velocity is high, for example above 50 m/s.

4. Device according to any one of the preceding claims, in which the gas (G1) and liquid (L1) injection inlet is common at the level of an inlet (IN) cross-section of the nozzle.

5. Device according to any one of the preceding claims, in which a plurality of ejection nozzles (EJ1, EJ2, etc.) provided with separate vector axes (AX1, AX2, etc.) are arranged on the walls of the emulsification chamber (EMC), in particular so as to achieve a mist coverage area or volume which extends at least over a defined range.

6. Device according to one of claims 4 or 5, in which the distribution chamber (EMD) is located between

a stator (STAT) and a rotor (ROT) with an axis of rotation (RX) and on which rotor (ROT) there is arranged at least one ejection nozzle (EJ, EJ1, EJ2, etc.).

7. Device according to claim 6, in which at least one ejection nozzle is arranged on the stator (STAT).

8. Device according to claims 5 and 6, in which certain vector axes (AX1, AX2, etc.) of ejection nozzles (EJ1, EJ2, etc.) are arranged asymmetrically on the rotor (ROT) relative to a plane comprising the axis of rotation (RX), and are in particular oriented in offset manner by an angle of between 0° and 90° beneath a plane perpendicular to the axis of rotation (RX).

9. Device according to any one of claims 5 to 8, in which the vector axes of the ejection nozzles (EJ1, EJ2, etc.) do not intersect with the axis of rotation (RX) and their arrangement is suitable for producing a rotary action of the rotor (ROT) at a controlled speed of rotation.

10. Device according to any one of claims 5 to 8, in which the ejection nozzles (EJ1, EJ2, etc.) have different geometries with an influence on the particle size and/or range of the second liquid/gas mixture (MLG2).

11. Device according to any one of the preceding claims, in which particle size and range characteristics of the second ejected liquid/gas mixture (MLG2) are controllable by generating conditions such as the total inlet pressure into the distribution chamber (EMD) or the nozzle(s) (EJ, EJ1, EJ2, etc.) and the mass flow rates of the liquid (L1) and the gas (G1).

12. Device according to claim 11, in which the generating conditions relating to nozzle flow are appropriate for operating points with a targeted particle size and range.

13. Device according to any one of the preceding claims, in which an emulsification chamber (EMC) and/or the distribution chamber (EMD) comprise subdividing means and/or emulsification means and/or rotational drive means.

14. Device according to any one of the preceding claims, in which the liquid (L1) is water and the gas (G1) is compressed air.

15. Device according to any one of the preceding claims, in which a plurality of liquids and/or a plurality of gases and/or of fine solid particles are injected into the emulsification chamber (EMC).

16. Use of the device according to any one of the preceding claims for extinguishing a fire, for fire prevention by moistening with low liquid consumption or for material cooling using as liquid (L1) water possibly containing an extinguishing agent, a moistening agent or a cooling agent.

17. Use of the device according to any one of preceding claims 1 to 15 for surface treatment of a material, such as:

- for cleaning a material, the liquid (L1) being water and/or possibly containing a cleaning agent;
- for applying paint onto the material where the liquid (L1) mainly contains a colouring agent;
- for abrasive treatment of the material where the second mixture (MLG2) contains a chemical solution which is liquid or partially solid with a small particle size.

18. Use of the device according to any one of preceding claims 1 to 15 for propellant feed/atomisation for a rocket engine or for optimised fuel injection for a combustion engine.

19. Use of the device according to any one of preceding claims 1 to 15 for ejecting a fuel, such as for forming a large flame.

20. Use of the device according to any one of preceding claims 1 to 15, in which the nozzle is a propulsion means for a vehicle.

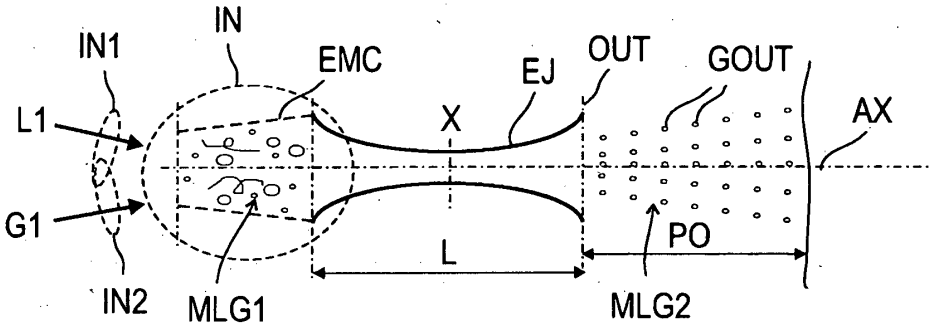

IN1
IN
EMC
EJ
OUT
GOUT
L1
X
AX
G1
L
PO
IN2
MLG1
MLG2

FIG 1

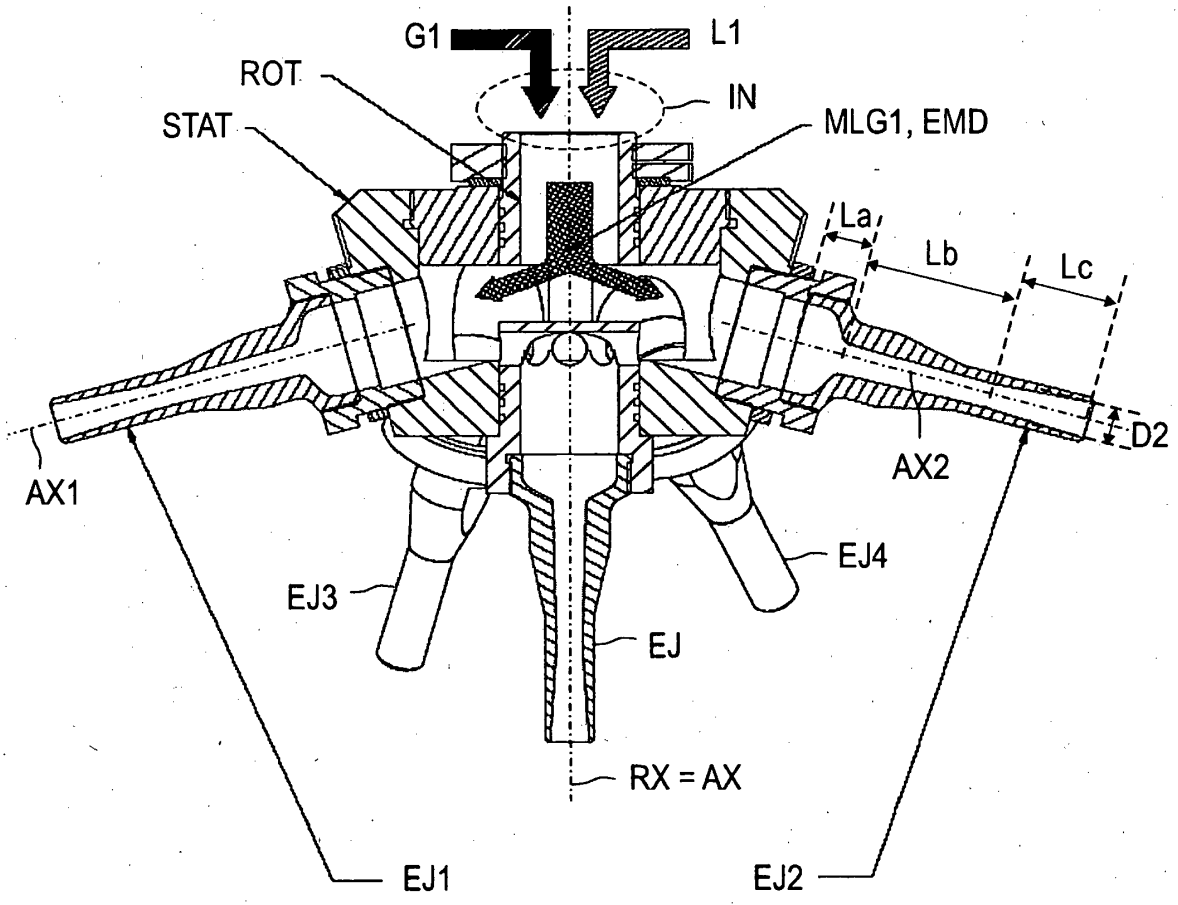

G1
L1
ROT
IN
STAT
MLG1, EMD
La
Lb
Lc
D2
AX1
AX2
EJ4
EJ3
EJ
RX = AX
EJ1
EJ2

FIG 2

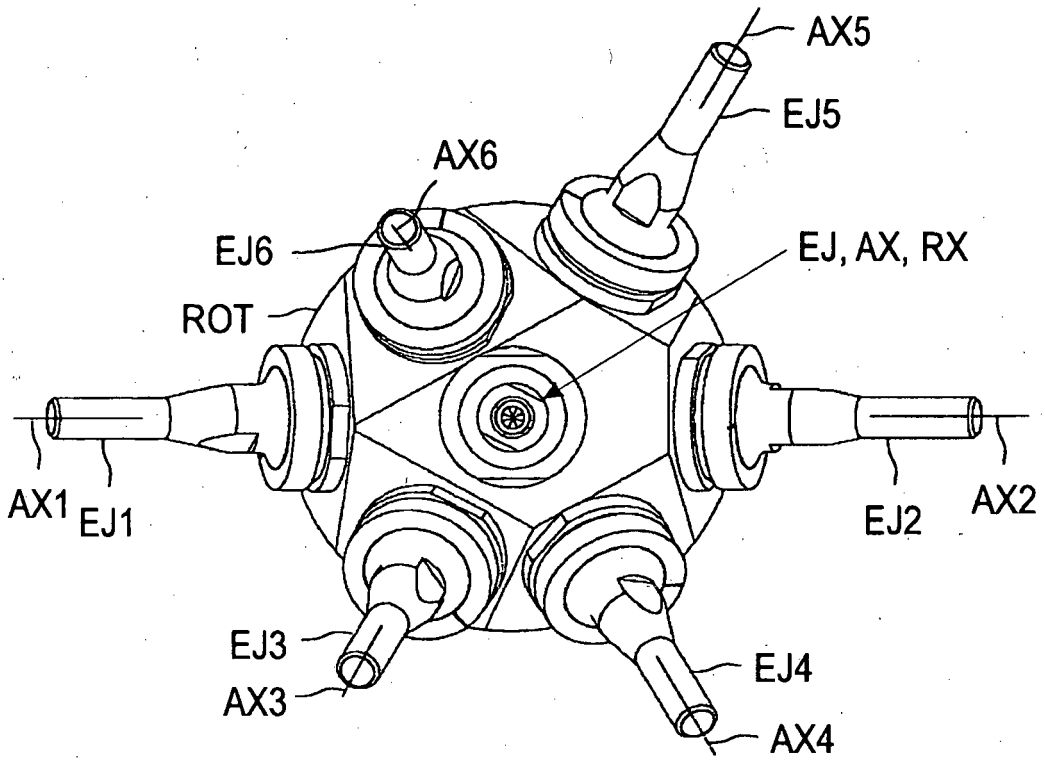

AX5
EJ5
AX6
EJ6
EJ, AX, RX
ROT
AX1
EJ1
EJ2
AX2
EJ3
AX3
EJ4
AX4

FIG 3

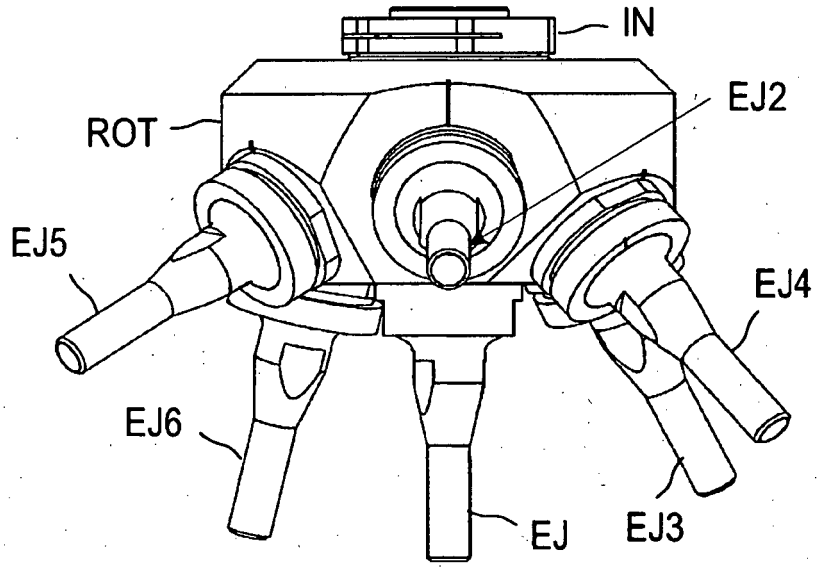

IN
EJ2
ROT
EJ5
EJ4
EJ6
EJ
EJ3

FIG 4

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 2548052 **[0005]**
- FR 2766108 **[0006]**
- WO 9530452 A **[0007]**
- WO 9005000 A **[0007]**
- WO 02076624 A **[0007]**
- EP 0608140 A **[0007]**