

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 537 025

(21) N° d'enregistrement national :

82 20390

(51) Int Cl³ : B 22 F 9/08.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 6 décembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 23 du 8 juin 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : *TELEDYNE INDUSTRIES,
INC.* — US.

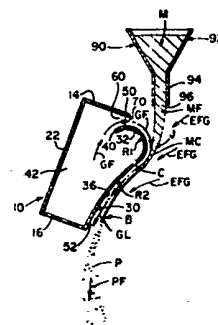
(72) Inventeur(s) : Earl N. Stuck, Keith D. Pigney et Howard
Gifford.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Beau de Loménie.

(54) Procédé et appareil à produire des particules métalliques et notamment de la grenaille sphérique d'acier inoxydable pour le grenaillage.

(57) Un appareil selon l'invention utilise un caisson 10 dont la paroi frontale courbe 30 utilise l'effet Coanda pour aspirer un courant gazeux induit I de l'environnement vers un courant gazeux primaire Pr qui sort par une fente 70 du caisson et suit la surface externe C de la paroi frontale 30 du caisson. Du métal en fusion d'un réservoir 90 est introduit entre les deux courants gazeux et l'interaction produite divise le courant de métal en particules P ayant la grosseur, la forme et la composition désirées.



FR 2 537 025 - A1

D

La présente invention concerne de manière générale la métallurgie et plus particulièrement la production de particules métalliques, notamment sous forme de poudres et de grenailles.

La grenaille est couramment utilisée pour créer des contraintes de compression de surface dans l'acier inoxydable, en particulier dans ou près de zones soudées, afin de prévenir la corrosion fissurante qui se produit lorsque les surfaces sont exposées à de l'eau chaude contenant des chlorures et lorsqu'elles sont soumises à des tensions de surface. La grenaille est employée aussi pour améliorer la résistance à la fatigue. Les techniques habituellement utilisées principalement pour produire de la grenaille d'acier inoxydable consistent essentiellement à couper des fils en morceaux et à soumettre les morceaux éventuellement à un traitement consécutif pour arrondir leurs bords coupés. Ce procédé n'est pas rationnel car coûteux et il ne permet pas non plus de produire la grenaille véritablement sphérique qui est préférée pour les applications mentionnées du grenaillage.

De la grenaille de certains métaux peut être produite dans une tour où du métal en fusion est divisé par tamisage et les gouttes de métal se refroidissent en se solidifiant pendant leur chute sur la hauteur prévue à cet effet dans la tour. L'art antérieur connaît également des procédés selon lesquels de la grenaille est produite en dirigeant un jet de métal en fusion sur un disque tournant qui produit la division du métal par la force centrifuge.

D'autres approches sont décrites dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 2 308 584, 2 341 704, 2 523 454, 2 567 121, 2 636 219, 2 428 718, 3 891 730, et 3 951 577. Tous ces brevets concernent l'action d'un jet de fluide sur un jet de métal liquide en vue de la division du métal en fragments se solidifiant en grains formant une grenaille.

Les poudres utilisées dans la métallurgie des poudres, pour produire des comprimés et/ou des pièces frittées, sont fréquemment fabriquées par division d'un jet de métal par des jets d'eau sous haute pression ou au moyen de dispositifs tournants comme ceux utilisés pour la fabrication de certains types de grenaille.

Tous ces processus connus n'offrent pas les possibilités de réglage et la souplesse nécessaires dans les techniques modernes et ils ne permettent pas non plus d'introduire facilement des éléments d'alliage ou de modification dans les particules.

5 Le procédé et l'appareil selon l'invention constituent au contraire un moyen rationnel, économiquement, de produire des particules métalliques sphériques ayant les caractéristiques désirées et notamment de produire de la grenaille d'acier inoxydable destinée au grenaillage.

10 Le fonctionnement de l'appareil selon l'invention est basé sur l'effet Coanda. Dans le présent mémoire, ce terme désigne "la tendance d'un gaz ou d'un liquide issu d'un jet de se propager près d'une paroi, même si cette paroi s'incurve en s'éloignant de l'axe de ce jet".

15 Selon l'invention, un procédé pour produire des particules métalliques par division d'un courant de métal en fusion en gouttelettes et solidification des gouttelettes est essentiellement caractérisé en ce que l'on fait circuler un premier fluide le long d'une surface d'écoulement ayant un effet Coanda, on amène un
20 second fluide dans la région de la surface d'écoulement, de manière que le courant formé par le premier fluide puisse faire circuler le second fluide dans une direction qui coupe la direction d'écoulement du premier fluide, on fait couler un métal en fusion près de la surface d'écoulement entre le premier et le second fluide, en retardant
25 ainsi l'interpénétration du premier et du second fluide, et on fait circuler les deux fluides avec le courant de métal entre eux jusqu'à une zone d'interpénétration où le premier et le second fluide s'interpénètrent et s'entremêlent en divisant le courant de métal en particules de métal.

30 Le premier et le second fluide sont de préférence gazeux et le courant de métal en fusion a de préférence la forme d'une nappe ou d'une couche.

L'appareil selon l'invention pour la mise en oeuvre de ce procédé est essentiellement caractérisé par une surface d'écoulement à effet Coanda, qui forme une surface externe d'une chambre à
35 gaz, une fente située en haut de la surface d'écoulement pour former

un courant d'un premier fluide passant le long de la surface d'écoulement et destiné à induire un courant d'un second fluide dirigé vers une zone d'interpénétration avec le premier fluide, et un réservoir de métal en fusion pour former un courant de métal en fusion introduit
5 entre le premier et le second fluide, ce qui retarde le moment où les fluides s'interpénètrent en divisant le courant de métal entre eux en particules de métal.

Dans un mode de réalisation préféré, l'appareil selon l'invention comporte un récipient ou caisson dans lequel différents
10 gaz peuvent être introduits sous pression. Le caisson possède d'un côté une surface courbe qui constitue la surface d'écoulement à effet Coanda. Au-dessus de cette surface, le caisson présente une fente étroite et réglable par laquelle le gaz peut s'échapper - à une vitesse réglable - tangentielllement à la partie supérieure convexe
15 de la surface d'écoulement courbe. La forme et les dimensions de la fente sont choisies pour que le gaz passant par elle acquiert une vitesse suffisamment élevée pour que le courant de gaz ainsi créé "colle" à la surface courbe et la suive (courant de gaz primaire). Le courant de gaz suivant la surface d'écoulement courbe à effet Coanda
20 entraîne ou aspire du gaz de l'atmosphère environnante en créant ainsi un courant gazeux induit dont le débit est un multiple du débit du courant gazeux primaire. Lorsque du métal en fusion est introduit d'un réservoir dans la zone d'entraînement, ce métal est emprisonné entre les deux courants de gaz, le courant primaire et
25 le courant induit, et il est divisé en particules par des forces d'entraînement avant de quitter la surface courbe. Le métal en fusion est maintenu à l'écart de la surface d'écoulement courbe par le courant gazeux primaire, lequel établit une barrière de protection entre le métal et cette surface.

La grosseur et la forme des particules peuvent être
30 influencées par le réglage de la température du métal, de la pression du gaz, de la largeur de la fente, par le choix du milieu de trempe, par la configuration du courant de métal (ce courant peut être "mis en forme" par étranglement dans l'ouverture par laquelle
35 passe ce courant), la configuration de la surface courbe (le "collage" peut être influencé par le profil de cette surface), l'emplacement

de la fente par rapport au profil courbe, la hauteur à laquelle s'effectue l'introduction du métal en fusion et ainsi de suite.

La variation des gaz utilisés pour le courant primaire et pour l'atmosphère environnante permet de créer des propriétés et des conditions de surface désirables ou d'exclure celles qui ne le sont pas. L'avantage capital de l'appareil par rapport aux dispositifs de l'art antérieur est l'absence de pièces mobiles et une particularité essentielle pour ce qui concerne la protection est la fonction de barrière et de milieu porteur exercée par le courant gazeux primaire à l'égard du métal en fusion, ce qui empêche l'abrasion de la surface d'écoulement courbe par le métal.

Suivant les températures nécessaires pour les différents métaux, l'appareil peut être réalisé en alliages réfractaires, matériaux céramiques, composés à base d'alumine et ainsi de suite. L'appareil est refroidi en permanence par les gaz nécessaires dans le processus. Le refroidissement des particules a également un effet sur leur forme : on obtient des particules plus proches de la forme parfaitement sphérique lorsqu'on leur permet de se solidifier dans l'atmosphère gazeuse au lieu de les refroidir brusquement dans un liquide.

Tout le processus peut se dérouler dans un récipient formant une grande chambre, dans laquelle est disposé le caisson avec la surface d'écoulement courbe à effet Coanda, qui peut être remplie de différents gaz et dont le fond peut contenir un réservoir avec un liquide de refroidissement ou de trempe dans lequel tombent les particules.

Grâce au débit important du courant gazeux induit, l'appareil selon l'invention permet un fractionnement intense du courant du métal en fusion par introduction d'un gaz sous pression d'un débit relativement faible.

Les particules produites selon l'invention ont des propriétés qui permettent une compression meilleure et plus homogène, de sorte que l'invention est applicable aussi à la production de poudres qui se laissent agglomérer par compression à froid, matriçage, forgeage et ainsi de suite.

Le procédé et l'appareil selon l'invention présentent également des avantages pour la production de poudres fines ou plus grossières utilisables dans la métallurgie des poudres grâce aux possibilités de variation des grosseurs et des dimensions et en raison de la possibilité de modifier les propriétés des particules ou de leur surface seulement par le contact avec différents gaz.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description qui va suivre d'un exemple de mise en oeuvre non limitatif, ainsi que du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un appareil selon l'invention; et

- la figure 2 est une coupe transversale prise suivant la ligne 2-2 de figure 1.

L'appareil représenté, désigné dans son ensemble par 10, permet de produire des particules de différentes formes, grosseurs et compositions. Il comprend un caisson 12 avec un dessus 14, un fond 16, deux petits côtés 18 et 20 et une paroi arrière plane 22.

La paroi avant 30 du caisson est sinueuse. La figure 2 montre le mieux qu'elle comporte une partie supérieure 32 de courbure convexe, avec un rayon de courbure R_1 , qui se raccorde sans solution de continuité à une partie inférieure 36 de courbure concave avec le rayon de courbure R_2 . Il ressort de la figure 2 que la paroi frontale 30 du caisson ressemble en coupe transversale à une sorte de moulure dont la partie supérieure convexe possède un plus petit rayon de courbure R_1 que la partie inférieure concave avec le rayon de courbure R_2 . Le bord libre 40 de la partie supérieure 32 est situé dans la chambre 42 délimitée par le caisson 12, tandis que la partie inférieure 36 rejoint et est d'un seul tenant avec le fond 16 du caisson.

La figure 2 montre le mieux que la partie supérieure 32 possède une surface externe 50 qui forme avec la surface externe 52 de la partie inférieure 36 une surface sinueuse continue constituant un plan aérodynamique et désignée ci-après par surface d'écoulement C. Cette surface est conformée et dimensionnée pour produire l'effet Coanda dont il a été question dans ce qui précède selon

les principes - connus à l'homme de l'art - de la dynamique des fluides et de la théorie des couches limites.

- L'effet Coanda, de même que bon nombre des effets d'écoulement en relation avec lui et utilisés dans la mise en oeuvre de l'invention, sont influencés ou régis par des propriétés
5 extérieures du caisson, telles que coefficients de frottement, dimensions et ainsi de suite, ainsi que par des propriétés d'état des fluides, telles que pressions statiques ou de stagnation, température, enthalpie, masse volumique, etc., comme d'ailleurs par
10 les caractéristiques des fluides eux-mêmes. Le choix de ces facteurs sera effectué selon des théories, des relations, des équations, etc. connues à ceux versés dans la mécanique des fluides et la métallurgie. Le présent mémoire constitue un guide pour de tels spécialistes en ce qui concerne les résultats, les modes opératoires,
15 le fonctionnement et ainsi de suite; ceux-ci pourront par ailleurs se référer à des ouvrages de base tels que : Mechanics of Fluids par Irving Shanes, publié par McGraw-Hill Book Company, Inc., avec la Library of Congress Catalog Card n° 61-18731; Handbook of Fluid Dynamics, édité par Victor L. Streeter, University of Michigan Press;
20 Gaz Dynamics, par A.B. Cambel et B.H. Jennings, Northwestern University, McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering; Boundary Layer Theory, 4ème édition, par Herman Schlichting, University of Braunschweig, Allemagne, traduit par J. Kestin, Brown University, McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering; The Dynamics and Thermo-
25 dynamics of Compressible Fluid Flow, Volumes 1 et 2, par Ascher H. Shapiro, The Ronald Press Company, New York; ou des ouvrages semblables; divers documents ou des brevets tels que les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 2 052 869, 4 014 487, 3 999 696, 4 035 870, 4 136 808 et 4 147 287, ceci en vue de l'étude des détails de mise
30 en oeuvre de l'invention. Une description complète des différentes conditions auxquelles doit satisfaire la surface d'écoulement C à effet Coanda de conception adéquate n'est pas présentée ici car on trouve tous les renseignements à cet égard dans les ouvrages et autres documents mentionnés ci-dessus. La conception convenable
35 d'une telle surface et le choix des autres éléments dans le but d'obtenir un résultat spécifique dépendent des facteurs connus à

l'homme de l'art, lequel est en mesure de mettre l'invention en oeuvre grâce aux connaissances qu'il possède et aux informations fournies ici.

La figure 2 montre que la surface externe 50 en haut
5 de la paroi frontale du caisson se trouve à distance du dessus 14 de celui-ci, de manière à définir avec lui un intervalle 60. La grandeur et la forme de cet intervalle sont déterminées par la forme, les dimensions et l'emplacement de la surface 50 puisque le dessus 14 du caisson est plan. Comme décrit ici, la taille et
10 la forme du reste de la surface d'écoulement C influencent les parcours et effets d'écoulement de tout fluide issu de l'intervalle 60. Celui-ci est fermé sur les côtés par des parties tombantes 62 du dessus 14, voir figure 1. L'intervalle 60 définit ainsi une fente de sortie 70 et tout fluide passant par cette
15 fente peut coller à la surface 50. Le point de collage, le point de détachement ou d'autres facteurs peuvent être modifiés par la modification de la forme de la surface 50 et des vecteurs d'écoulement du fluide sortant de l'intervalle 60.

Un conduit d'arrivée de gaz 80 débouche sur le petit
20 côté 18 du caisson. Il vient d'une source de fluide (non représentée) en passant par des vannes, des réservoirs, des manomètres et ainsi de suite qui permettent de régler le débit du fluide introduit dans le caisson et la pression établie à l'intérieur pour faire sortir par la fente 70 un courant gazeux primaire désigné par les flèches Pr.

25 En raison du frottement et d'autres interactions entre le courant Pr et le gaz environnant l'appareil 10, le courant Pr induit, dans cet environnement, un courant I de gaz environnant. Ce courant I suit dans l'ensemble le courant gazeux Pr et possède donc une "forme" influencée par la forme de la surface
30 d'écoulement C à effet Coanda et influençant à son tour la "forme" du courant Pr.

Le gaz de l'environnement a par conséquent tendance à se joindre au gaz du courant Pr et peut donc être considéré comme étant entraîné par le courant gazeux primaire Pr. En l'absence du
35 métal introduit entre les deux, comme décrit par la suite, le courant gazeux induit I rejoindrait le courant gazeux primaire Pr

dans la zone désignée par J sur la figure 2. A cet endroit, en raison de la forme de la surface d'écoulement C, les deux courants Pr et I ont tendance à s'intersecter. L'introduction du métal n'empêche pas cette intersection ou, plutôt, cette inter-
5 pénétration et le mélange des deux courants gazeux, elle les retarde seulement.

Le dessin montre qu'un réservoir de métal 90 sous forme d'une auge 92 avec une portion rétrécie de sortie 94 est
10 installé grosso modo au-dessus de la portion convexe située le plus extérieur de la paroi frontale du caisson 12. La portion de sortie 94 du réservoir se termine en bas par une ouverture de sortie 96 de forme allongée et située près de la surface d'écoulement C et de la fente 70.

Le réservoir 90 contient du métal en fusion M et un
15 courant de métal M1 sous forme d'une nappe ou d'un film, dans le mode de réalisation préféré, s'écoule par l'ouverture de sortie 96.

L'emplacement de l'ouverture de sortie 96 est tel que le métal en fusion sortant du réservoir est introduit entre les deux courants gazeux Pr et I près de la surface d'écoulement C,
20 dans ou près de la zone J. Le métal en fusion est également entraîné et il sépare les deux courants Pr et I, lesquels s'entremêleraient, en l'absence du métal, dès la zone J. L'ouverture de sortie 96 peut être orientée, par rapport à la forme et à la l'emplacement de la surface d'écoulement C dans la région de la zone J, de manière
25 que le métal en fusion soit "happé" sous un angle déterminé par rapport à la verticale dans le but d'optimiser le fonctionnement de l'appareil 10. Comme indiqué dans ce qui précède pour la fente de sortie de gaz et la surface d'écoulement par exemple, la grandeur, la forme et l'emplacement de l'ouverture de sortie 96 sont
30 choisis de manière que le courant de métal M1 soit convenablement influencé par les deux courants gazeux pour que s'établisse le parcours d'écoulement représenté figure 2 et désigné par M2. Les dimensions, les espacements et les facteurs d'écoulement du courant de métal M1 et de l'ouverture de sortie 96 sont déterminés en
35 fonction du parcours désiré du courant de métal M2 et sur la base des enseignements fournis par les documents cités de l'art antérieur. Comme le métal du courant M1 possède une masse volumique

plus élevée que le gaz du courant Pr, ainsi qu'en raison de la disposition de l'ouverture de sortie 96 par rapport à la surface d'écoulement C, le courant gazeux primaire Pr, qui est orienté par la partie convexe 50 de la surface d'écoulement dans le sens de son intersection avec le courant de métal, est contenu entre le courant de métal M1 et la surface d'écoulement C et crée de ce fait une barrière gazeuse protectrice désignée par Prb sur la figure 2. En raison de la présence du courant de métal en fusion M2, le mélange des courants gazeux Pr et I est empêché de se produire dans ou près de la zone J. Cependant, l'écoulement des trois fluides est réglé de telle manière, en faisant intervenir les paramètres habituels que sont la pression, la température, les coefficients de frottement et ainsi de suite, de même que les caractéristiques d'écoulement et physiques des courants, que les courants Pr et I restent sensiblement parallèles à la surface d'écoulement à effet Coanda, sans mélange, lequel est retardé jusqu'à ce que les trois courants atteignent une zone B.

Sous l'influence de la gravité, d'effets de décollement des courants et de phénomènes analogues, les courants gazeux Pr et I finissent par s'interpénétrer et s'entremêler dans la zone B. En ce faisant, le courant de métal intermédiaire M2 est divisé en une multitude de particules P, lesquelles forment un courant de particules Pa dont la direction et la vitesse sont déterminées selon les théories d'écoulement habituelles. Cette division peut se produire rapidement ou alors progressivement, notamment en fonction des paramètres d'écoulement. La démarcation nette entre le courant de métal cohérent et les particules au point désigné par B sur la figure 2 ne se présente donc pas obligatoirement ainsi dans la pratique. L'homme de l'art comprendra que la division du courant de métal peut s'effectuer dans une zone B de plus ou moins grande étendue. De façon analogue, la zone J en haut n'est pas davantage limitée à l'endroit précis désigné par la flèche J sur la figure 2.

L'ensemble du processus peut se dérouler dans un récipient 100 combiné avec un réservoir en bas (non représenté) mais pouvant se trouver à la portion arrachée du récipient 100 tel que représenté sur la figure 1 pour recueillir les particules

sous l'appareil 10. Le récipient 100 peut également être rempli de gaz appropriés et des pressions et des températures convenables peuvent être établies à l'intérieur pour que soit créé un courant induit de gaz de l'environnement ayant les caractéristiques désirées.

- 5 Le gaz contenu dans le récipient 10 forme par conséquent l'atmosphère gazeuse environnante dans ce cas.

- Différentes formes et dimensions pour la surface d'écoulement C, de même que différentes pressions et autres facteurs d'écoulement pour les courants M1, Pr et I, peuvent être sélectionnés
- 10 pour conférer aux particules P la grosseur et la forme désirées et pour les produire au débit souhaité. Les pressions, températures, paramètres physiques et autres propriétés d'état et facteurs influençant l'écoulement des deux courants de gaz et du courant de métal
- 15 peuvent être variés selon des théories et des techniques connues pour obtenir les particules désirées. Une description détaillée du choix de tous ces paramètres n'est pas présentée ici car le spécialiste de la métallurgie et/ou de la mécanique des fluides peut consulter les ouvrages connus, comme ceux indiqués dans ce qui précède, pour déterminer ces conditions sur la base des éléments de
- 20 guidage fournis par le présent mémoire.

- On démarre le processus en établissant le courant gazeux primaire Pr, lequel induit le courant gazeux I, et en établissant ensuite le courant de métal M1. Le processus d'entraînement ou d'induction du courant gazeux I continue aussi en présence
- 25 du courant de métal M1 parce que la nappe ou le film de métal de ce courant produit également les effets de frottement et d'entraînement ayant engendré au départ le courant I. Celui-ci reste orienté de manière que les deux courants gazeux Pr et I ont tendance à s'entremêler, même en présence du courant de métal M2 entre eux.
- 30 Cette tendance continue au mélange des courants Pr et I résulte d'effets de turbulence et d'inertie des fluides comme des phénomènes décrits dans ce qui précède. Ainsi, une fois démarré, le processus de production de particules métalliques P continue.

- L'appareil peut être combiné avec ou comprendre des
- 35 moyens de trempe ou d'autres moyens adéquats pour transformer les particules P en particules métalliques ayant les propriétés désirées.

Il est possible aussi de produire la trempe ou le refroidissement nécessaires au cours de la chute ou de la projection des particules P dans l'atmosphère gazeuse environnante formant la source du courant gazeux induit I.

5. Pour résumer, l'invention apporte un procédé perfectionné pour produire du métal en particules à partir d'un métal en fusion en utilisant l'effet Coanda.

- 10 L'invention n'est pas limitée à la forme de réalisation décrite et l'homme de l'art pourra y apporter diverses modifications, sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour produire des particules métalliques par division d'un courant de métal en fusion en gouttelettes et solidification des gouttelettes, caractérisé en ce que l'on fait circuler un premier fluide le long d'une surface d'écoulement ayant un effet Coanda, on amène un second fluide dans la région de la surface d'écoulement, de manière que le courant formé par le premier fluide puisse faire circuler le second fluide dans une direction qui coupe la direction d'écoulement du premier fluide, on fait couler un métal en fusion près de la surface d'écoulement entre le premier et le second fluide, en retardant ainsi l'interpénétration du premier et du second fluide, et on fait circuler les deux fluides avec le courant de métal entre eux jusqu'à une zone d'interpénétration où le premier et le second fluide s'interpénètrent et s'entremêlent en divisant le courant de métal en particules de métal.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier et le second fluide sont gazeux.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le courant de métal en fusion se présente sous forme d'une nappe ou d'une couche de métal en fusion.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le courant de métal en fusion s'insère entre les courants du premier et du second fluide à un endroit où le premier fluide commence à agir sur le second fluide.
5. Appareil pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une surface d'écoulement (C) à effet Coanda, qui forme une surface externe d'une chambre à gaz (12), une fente (70) située en haut de la surface d'écoulement (C) pour former un courant d'un premier fluide passant le long de la surface d'écoulement (C) et destiné à induire un courant d'un second fluide dirigé vers une zone d'interpénétration avec le premier fluide, et un réservoir (90) de métal en fusion pour former un courant de métal en fusion introduit entre le premier et le second fluide, ce qui retarde le moment où les fluides s'interpénètrent en divisant le

courant de métal entre eux en particules de métal.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réservoir (90) comporte une portion de sortie (94) de forme allongée pour donner au métal en fusion sortant du réservoir
- 5 la forme d'une nappe ou d'une couche.

