



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>B01J 2/00, 2/02, B22F 9/08</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 95/35158</b> (43) Date de publication internationale: 28 décembre 1995 (28.12.95)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR95/00824 (22) Date de dépôt international: 21 juin 1995 (21.06.95) (30) Données relatives à la priorité: 94/07562 21 juin 1994 (21.06.94) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): WHEELABRATOR ALLEVARD [FR/FR]; Avenue de Savoie, F-38570 Le Cheylas (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): HUET, Daniel [FR/FR]; 309, chemin des Petites-Roches, F-38330 Saint-Ismier (FR). (74) Mandataire: DERAMBURE, Christian; Bouju Derambure Bugnion, 4, square Jean-Moulin, F-73100 Aix-les-Bains (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AM, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, DK, EE, FI, GE, HU, JP, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LV, MD, MG, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), brevet ARIPO (KE, MW, SD, SZ, UG).</p> <p><b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	

(54) Title: PROCESS FOR SPRAYING A DISPERSIBLE LIQUID MATERIAL

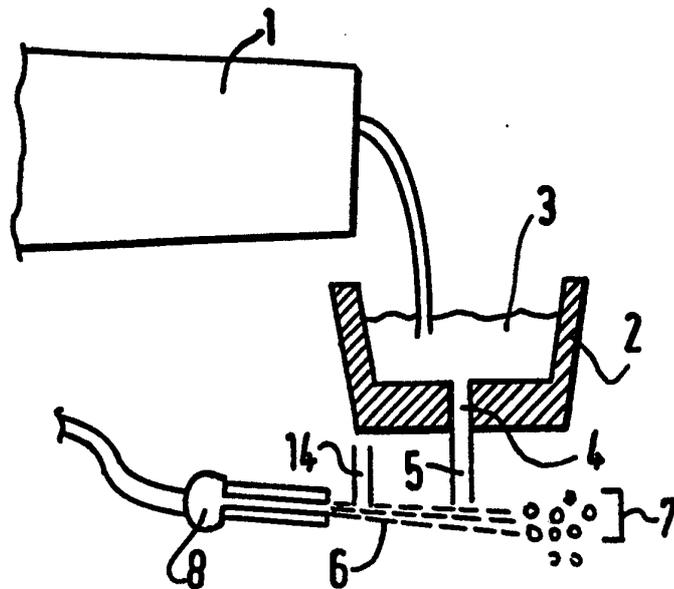
(54) Titre: PROCEDE D'ATOMISATION D'UN MATERIAU LIQUIDE DISPERSABLE

## (57) Abstract

The invention relates to a process for spraying a dispersible liquid material or a mixture of dispersible liquid materials, characterized in that the dispersible liquid material (3) or the mixture is dispersed in the form of particles (7) by projecting at least one stream of solid particles (6) which are reactive due to their partial or total coating, on said material, and said particles (7) are collected in a reception means.

## (57) Abrégé

L'invention concerne un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersible ou d'un mélange de matériaux liquides dispersibles, caractérisé en ce qu'on disperse le matériau liquide dispersible (3) ou le mélange, sous forme de particules (7), par projection d'au moins un courant de particules solides réactives (6) du fait de leur revêtement partiel ou total sur ledit matériau et on recueille lesdites particules (7) dans un milieu de réception.



**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
CN	Chine	LV	Lettonie	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

**PROCEDE D'ATOMISATION D'UN MATERIAU LIQUIDE  
DISPERSABLE**

L'invention concerne un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable ou d'un mélange de matériaux liquides dispersables.

Actuellement, la majorité des poudres métalliques est fabriquée par divers procédés d'atomisation. Le principe à la base de ces procédés est souvent le même : un métal liquide, disposé dans un répartiteur, est forcé à travers une buse pour obtenir un jet mince qui est dispersé sous forme de particules par le mouvement rapide d'un gaz ou d'un courant de liquide.

On peut distinguer trois familles de procédés d'atomisation. Selon une première famille, le métal liquide, dans la majorité des cas, est atomisé au moment de la coulée. Dans un cas particulier de procédé, la désintégration du liquide en particules est effectuée par l'action mécanique d'un disque tournant, mais en général, l'atomisation est effectuée par air, gaz, eau, et sous vide par éclatement du liquide dû à une forte différence de pression. La projection de particules solides a également été mentionnée mais s'est jusqu'à présent limitée à l'agglomération du ou l'introduction avec le matériau liquide dispersable.

Une autre famille de procédé a été développée un peu plus récemment. Il s'agit d'atomisation par force centrifuge mise en oeuvre selon deux variantes : soit l'électrode en fusion constitue la matière première pour l'obtention des particules, soit le répartiteur contenant le liquide est soumis à une rotation qui provoque l'éjection du liquide sous forme de gouttes contre les parois refroidies d'une installation, permettant ainsi de récupérer une poudre.

Enfin, une dernière famille est constituée par des

procédés utilisant les ultra-sons, une électrode vibrante et des cylindres en rotation, refroidis.

Néanmoins, si les procédés d'atomisation connus de l'état de la technique présentent des avantages non négligeables comme notamment l'obtention de particules très  
5 denses et homogènes avec une bonne pureté et un contrôle de la composition efficace, ils nécessitent le contrôle, le plus souvent, de plusieurs paramètres à la fois qui rend la mise en oeuvre des procédés difficile.

10 Ainsi, le processus d'atomisation est déterminé par la géométrie du système, à savoir : le diamètre de l'orifice (et donc le diamètre du jet de liquide), la géométrie de la tuyère d'injection de l'agent d'atomisation (la vitesse du courant), l'angle formé entre le jet et le  
15 courant, la distance de parcours des particules et la distance entre le jet et le courant. Toutes ces contraintes nécessitent des connaissances en métallurgie suffisantes pour maîtriser et bien contrôler le bain de métal liquide.

Par ailleurs, l'atomisation de métaux pose le  
20 problème de transformations qui peuvent se produire durant le refroidissement rapide d'une goutte fondue. Ainsi, dans le cas de certains alliages - par exemple Cu/Pb - une phase plus fusible peut se trouver par ségrégation dans le coeur de la goutte. Une différence de composition peut également  
25 apparaître entre des particules de diverses grosseurs.

D'autre part, il est parfois difficile d'atomiser un métal très réactif à l'eau (zirconium par exemple) pour obtenir une division dans la gamme de 1 à 25 mm en conservant une forme massive des particules.

30 Egalement, des matériaux fondus légers comme le silicium, l'aluminium et leurs alliages ont beaucoup de mal à pénétrer le jet d'eau et l'atomisation à l'eau s'avère inefficace. Dans ces deux cas, il est nécessaire de faire appel à des techniques d'atomisation au gaz, sophistiquées

et onéreuses.

Dans le cas d'une atomisation par air ou gaz, le refroidissement rapide peut aussi provoquer l'occlusion du gaz dans la particule. Pour certains alliages, on observe  
5 même des structure de trempe, d'où la nécessité de recuire les poudres avant leur mise en forme.

Enfin, de manière générale le spectre granulométrique est, assez large, l'obtention d'une granulométrie plus uniforme nécessitant des contrôles très sévères du  
10 processus mis en jeu.

Un objet de la présente invention est donc de proposer un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable qui pallie les inconvénients ou limites des procédés connus de l'état de la technique.

15 Plus particulièrement, un objet de la présente invention est de proposer un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable qui permette de contrôler la granulométrie des particules obtenues, ainsi que de restreindre le spectre granulométrique de manière à obtenir  
20 une granulométrie plus uniforme et ce, quelque soit le matériau liquide dispersable utilisé.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un tel procédé qui permette d'obtenir des particules fines, notamment 0,02 à 0,6 mm de diamètre, avec  
25 un bon rendement énergétique et une forte productivité.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un tel procédé dans lequel il n'y a pas refroidissement immédiat du matériau liquide atomisé de manière à permettre à ces particules de subir d'éventuelles  
30 atomisations complémentaires.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un tel procédé qui permette d'atomiser à faible coût un matériau liquide dispersable léger dans la gamme de granulométrie de 0,5 à 25 mm.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un tel procédé qui soit, en combinaison, simple de mise en oeuvre, fiable, non polluant, et économe en énergie.

5           A cet effet, l'invention concerne un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable ou d'un mélange de matériaux liquides dispersables, caractérisé en ce qu'on disperse le matériau liquide dispersable ou le  
10 mélange, sous forme de particules, par projection d'au moins un courant de particules solides réactives du fait de leur revêtement partiel ou total sur ledit matériau et on recueille lesdites particules de matériau dispersable dans un milieu de réception.

          Selon une autre caractéristique, le film ou les  
15 gouttes à la surface des particules solides sont réactifs à proximité ou au contact du matériau liquide dispersable du fait de leur évaporation, leur sublimation, d'une réaction chimique violente ou explosive ou d'une interaction électrique et/ou magnétique.

20           Le procédé conforme à la présente invention comprend également les caractéristiques suivantes, prises seules, en combinaison ou optionnellement : on projette le courant de particules solides sur la surface d'un bain du matériau liquide dispersable, sur l'écoulement par déversement d'un  
25 bain dudit matériau, sur un jet dudit matériau obtenu par écoulement à travers un orifice ou équivalent, sous immersion dans un bain dudit matériau ; le procédé conforme à la présente invention comprend une étape supplémentaire consistant en une étape d'atomisation par eau, gaz, sous  
30 vide, sur un cône, une plaque ou un tambour, par centrifugation, explosion ou équivalent, cette étape supplémentaire s'effectuant préalablement ou après le procédé conforme à la présente invention.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente

invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit en référence aux dessins annexés dans lesquels :

. La figure 1 est une vue schématique, en coupe, d'une première variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 2 est une vue schématique, en coupe, d'une deuxième variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 3 est une vue schématique, en coupe, d'une troisième variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 4 est une vue schématique, en coupe, d'une quatrième variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 5 est une vue schématique, en coupe, d'une cinquième variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 6 est une vue schématique, en coupe, d'une sixième variante d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la présente invention.

. La figure 7 est une vue schématique illustrant l'exemple 2 décrit par la suite.

L'invention concerne donc un procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable. Dans la présente description, on entend par matériau liquide dispersable, tout matériau qui est liquide à température ambiante ou à une température supérieure à la température ambiante. Un tel matériau comprend notamment, l'eau, un métal, un alliage, une matière synthétique (par exemple thermoplastique), à usage alimentaire, pharmaceutique, cosmétique, agricole, etc. Dans le cas où le matériau liquide dispersable est un métal, celui-ci peut être choisi dans le groupe constitué par le zirconium, l'aluminium, le silicium ou l'un de leurs alliages. Ce matériau peut se

présenter sous la forme également d'un mélange. Dans la description qui précède ou qui suit, le terme matériau liquide dispersable doit être compris comme un seul matériau ou un mélange de matériaux.

5 Par commodité, dans la suite de la description, il sera fait référence à l'acier comme matériau liquide dispersable, mais il doit être entendu que le procédé conforme à la présente invention ne se limite pas à un tel matériau.

10 Sur les figures 1 à 6, sont représentées des variantes d'installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention. De telles installations, classiques dans le domaine de l'atomisation, comportent un chenal 1 destiné au transport du matériau liquide dispersable 3 et  
15 surplombant un répartiteur ou tundish 2.

Selon l'invention, le procédé d'atomisation se caractérise en ce qu'on disperse le matériau liquide dispersable 3 sous forme de particules 7, par projection d'au moins un courant de particules solides réactives sur  
20 ledit matériau et on recueille lesdites particules 7 dans un milieu de réception.

On entend ici par particules solides réactives 6, des particules solides revêtues, totalement ou partiellement, préalablement à ou au cours de leur projection sur le  
25 matériau liquide dispersable 3, d'une couche plus ou moins épaisse ou de gouttes ou gouttelettes plus ou moins fines dont la nature va augmenter la dispersion in-situ du matériau liquide, par expansion rapide du fait de leur vaporisation ou sublimation ou par une réaction chimique  
30 violente ou explosive ou par action électrique et/ou magnétique. L'avantage du procédé de l'invention est ici évident : en réalisant un maillage serré du fait du passage du flux de particules solides réactives on peut contrôler parfaitement la granulométrie du matériau dispersé en

maîtrisant la réactivité au sein du matériau dispersable. Le film ou les gouttes à la surface des particules solides sont réactifs à proximité ou au contact du matériau liquide dispersable, du fait de leur évaporation, leur sublimation, d'une réaction chimique violente ou explosive ou d'une interaction électrique et/ou magnétique.

Dans la description qui suit, on fera référence au terme particule solide, mais il doit être entendu que ce terme englobe toutes les particules solides réactives.

L'un des avantages du procédé de l'invention est sa très grande souplesse d'utilisation. En effet, ce dernier peut s'adapter à tout type d'installation d'atomisation déjà existante. En fonction de celle-ci et du cahier des charges à remplir par l'opérateur, l'une ou l'autre des variantes représentées aux figures 1 à 6 sera utilisée.

Dans la plupart des installations d'atomisation existantes, le matériau liquide dispersable est forcé à travers un orifice 4 de manière à obtenir un jet 5 mince d'un diamètre ou d'une épaisseur inférieurs à environ 20 mm par exemple pour l'acier.

Selon l'invention, on projette le courant de particules solides 6 sur le jet 5 du matériau liquide dispersable 3 obtenu par écoulement dudit matériau à travers l'orifice 4 (figures 1, 2, 4).

La projection du courant de particules solides 6 peut également s'effectuer sur la dispersion conique du jet 5 d'un matériau liquide, obtenu en interposant un cône 13 sur le chemin du jet. Bien évidemment, le cône 13 peut être substitué par tout moyen équivalent comme une plaque, ou un tambour.

Mais la projection du courant de particules solides 6 peut également s'effectuer sur l'écoulement par déversement d'un bain du matériau liquide dispersable ; sur la surface du bain du matériau liquide dispersable et sous immersion

dans le bain du matériau liquide dispersable 3 tel que représenté, respectivement par les figures 3 et 5.

Le procédé conforme à la présente invention peut comporter également une étape supplémentaire consistant en  
5 une étape classique d'atomisation par eau, gaz, sous vide, sur un cône, une plaque ou un tambour, par centrifugation, explosion ou équivalent.

Cette étape supplémentaire peut avoir lieu soit préalablement, soit après la projection du courant de  
10 particules solides 6.

Ainsi, sur la figure 4, le jet 5 de matériau liquide dispersable 3 subit une première atomisation au moyen d'un courant de particules solides 6. Cette première atomisation a pour résultat un mélange de particules 7 du matériau  
15 liquide, notamment des particules fines et des particules plus grossières. Ces particules grossières sont alors soumises à une seconde atomisation au moyen d'un compresseur à eau 10 qui propulse l'eau à une pression de 0,8 à 1,2 bars environ, une pression supérieure à 1,2 bars  
20 déformant les particules.

Sur la figure 5, la première atomisation par projection d'un courant de particules solides 6 s'effectue par immersion dans le bain de matériau liquide dispersable 3. Les particules atomisées traversent l'orifice 4 puis une  
25 buse 11 et sont soumises à une seconde atomisation par un courant de gaz (air ou gaz neutre) provenant d'une tuyère annulaire 12.

Sur la figure 6 est représentée une autre variante du procédé conforme à la présente invention dans laquelle  
30 l'atomisation par projection d'un courant de particules solides 6 a lieu après une première atomisation effectuée au moyen d'un cône 13.

De tout ce qui précède, on comprend que le procédé conforme à la présente invention présente une très grande

souplesse d'utilisation puisqu'en fonction des résultats désirés et des contraintes liées à l'environnement de l'installation d'atomisation, on peut projeter le courant de particules solides 6 avec une incidence rasante à  
5 perpendiculaire par rapport à la surface libre du matériau liquide dispersable 3. On peut également projeter successivement ou simultanément plusieurs courants de particules solides 6, de même nature ou de nature différente. Selon le moyen de projection utilisé, on peut  
10 également projeter le courant de particules solides 6 de manière ponctuelle ou sur une grande longueur ou surface du matériau liquide 3.

S'agissant des moyens de projection du courant de particules solides 6, ils comprennent les moyens de  
15 projection par gravité ; une turbine 9 ou tout autre moyen mécanique approprié, la vitesse des particules solides 6 en sortie de la turbine 9 étant comprise, de manière préférée entre 20 et 120 m/s ; par propulsion par ou dans un fluide au moyen d'une lance 8 reliée à un compresseur délivrant  
20 une pression comprise entre notamment 0,5 et 15 bars, le fluide de propulsion pouvant participer également à la dispersion du matériau liquide dispersable 3. Comme fluide envisageable, on peut citer par exemple l'eau, ou un gaz.

Les moyens de projection du courant de particules  
25 solides 6 comprennent également ceux par entraînement électrique, magnétique ou électromagnétique.

S'agissant des paramètres de projection, de manière préférée, le volume cumulé des particules solides 6 projetées vaut sensiblement un centième à deux fois le  
30 volume du matériau liquide 3 à disperser. La vitesse, la granulométrie et l'énergie de projection quant à elles, sont réglées en fonction de la dispersion désirée, et donc de la granulométrie que l'on cherche à obtenir. De même, outre la réactivité des particules solides, ces paramètres

feront que les particules solides adhèrent ou n'adhèrent pas au liquide dispersé.

Bien évidemment, la vitesse et l'énergie de projection sont fonctions également de la nature des particules solides 6. Ces dernières peuvent avoir une nature identique ou non à celle du matériau liquide dispersable 3. Ce peut être, par exemple, des produits pulvérulents, comme notamment à titre non limitatif des billes ou poudre de céramique, de métal, de glace, de carbo-glace, de matière synthétique, du sable, du gravier, des produits pulvérulents chimiques à usage alimentaire, pharmaceutique, cosmétique, agricole, etc.

Dans une application possible de l'invention, on utilise de la grenaille pour disperser le jet 5 de matériau liquide 3. Cette grenaille peut provenir d'une coulée précédente ou de la coulée en cours qui comporte un circuit de recyclage. Elle est mouillée à l'eau avant ou au cours de leur atomisation par exemple en la faisant traverser un rideau d'eau 14.

Le courant de particules solides 6 peut se présenter également sous la forme d'un mélange.

Selon l'invention, la dispersion est améliorée par un phénomène de liquéfaction, vaporisation ou sublimation du revêtement des particules solides 6 ou par une réaction chimique violente et/ou explosive desdits revêtements 6 avec le matériau liquide dispersable 3.

Les particules 7 de matériau liquide atomisé obtenues par la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention comprennent des poudres, des goutelettes, des gouttes, du fil, des particules solides enrobées du matériau liquide pris en masse sur lesdites particules, toutes ces particules ayant, dans tous les cas, un diamètre inférieur à 100 mm. Quant à leur composition, ce peut être soit celle du matériau liquide dispersable ou du mélange de liquide

dispersable, soit une composition chimique issue de la réaction entre les particules solides 6, de même nature ou non, et/ou du matériau liquide dispersable et/ou du milieu de réception.

- 5 L'invention sera maintenant décrite à l'aide de deux exemples donnés à titre non limitatif dans le cas où un acier liquide est mis en oeuvre dans un procédé conforme à la présente invention.

Exemple 1 :

- 10 - Matériau liquide dispersable : Acier  
. diamètre du jet de coulée : 15 mm  
. surface du jet de coulée : 176 mm<sup>2</sup>  
. vitesse à l'impact : 4 m/s  
. débit : 3.10<sup>5</sup> mm<sup>3</sup>/s
- 15 - Particules solides : grenailles rondes WS 110  
(fabriquées et commercialisées par la société  
WHEELABRATOR ALLEVARD)  
. diamètre : 0,2 à 0,6 mm  
. vitesse : 60 m/s
- 20 . débit : 200 g/s  
. Projection par lance, P = 6 bars, lance droite

Les paramètres d'atomisation ainsi définis ont conduit à l'obtention de :

- 25 . 42 % de particules avec une granulométrie de 0 à  
700 μm  
. 45 % de particules avec une granulométrie de 1,5  
à 6 mm susceptibles d'être à nouveau atomisés

Exemple 2 (illustré par la figure 7) :

- 30 - Matériau liquide dispersable identique à celui de  
l'exemple 1 ci-dessus.  
- Particules solides également identiques mais  
pression par lance à P = 4 bars et vitesse des particules  
de 40 m/s.  
- Interposition d'un rideau d'eau d'épaisseur 20mm

entre l'extrémité de la buse et le jet d'acier liquide.

Reprise des particules les moins déviées par une seconde atomisation à l'eau seule (pression env. 1 bar).

Selon ce procédé, on obtient :

5 . 80 % de particules avec une granulométrie de 0 à 700  $\mu\text{m}$ .

. 15 % de particules avec une granulométrie de 700 à 1 200  $\mu\text{m}$ .

10 . 5 % de particules avec une granulométrie entre 1 200 et 3 000  $\mu\text{m}$  qui bien que peu déviées ont échappé, sur les côtés, à la reprise par le jet d'eau.

Exemple 3 :

. Matériau liquide dispersable : zirconium

15 Problème : diviser le matériau pour réaliser des additions précises dans la constitution d'alliages (le broyage est très difficile)

diamètre du jet de coulée 15 mm

surface du jet de coulée 176  $\text{mm}^2$

vitesse de l'impact 3 m/s

20 débit 4 x 10<sup>5</sup>  $\text{mm}^3/\text{s}$

. Particules solides : morceaux de zirconium (fabriqués par broyage et commercialisés par la société CEZUS) recouverts d'eau

diamètre 0,5 à 25 mm

25 vitesse 30 m/s

débit 100 g/s

projection par turbine :  $\varnothing$  250 mm, vitesse de sortie 30 m/s

30 . L'atomisation a conduit à l'obtention de billes et de particules de 0,5 à 25 mm utilisables pour des additions très précises.

Exemple 4 :

. Matériau liquide dispersable : silicium métal

diamètre du jet de coulée 25 mm

surface du jet de coulée	625 mm <sup>2</sup>
vitesse de l'impact	3 m/s
débit	1,5 x 10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> /s

5 . Particules solides : grenailles rondes d'acier de  
4 à 20 mm trempées dans l'azote liquide

vitesse	40 m/s
débit	350 g/s

projection par turbine : ø 250 mm

10 Selon ce procédé, on obtient des particules de silicium métal (la grenaille d'acier est séparée magnétiquement) avec une granulométrie de 0,1 à 12 mm à structure de refroidissement rapide, intéressant le monde de l'électronique.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé d'atomisation d'un matériau liquide dispersable ou d'un mélange de matériaux liquides dispersables, caractérisé en ce qu'on disperse le matériau  
5 liquide dispersable (3) ou le mélange, sous forme de particules (7), par projection d'au moins un courant de particules solides réactives (6) du fait de leur revêtement partiel ou total sur ledit matériau et on recueille lesdites particules (7) dans un milieu de réception.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le film ou les gouttes à la surface des particules solides (6) sont réactifs à proximité ou au contact du matériau liquide dispersable (3), du fait de leur évaporation, leur sublimation, d'une réaction chimique  
15 violente ou explosive ou d'une interaction électrique et/ou magnétique.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) sur la surface d'un bain du matériau liquide  
20 dispersable (3).
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) sur l'écoulement par déversement d'un bain du matériau liquide dispersable (3).
- 25 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) sur un jet du matériau liquide dispersable (3) obtenu par écoulement dudit matériau à travers un orifice (4) ou équivalent.
- 30 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) sous immersion dans un bain du matériau liquide dispersable (3).
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications

1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant en une étape d'atomisation par eau, gaz, sous vide, sur un cône, une plaque ou un tambour, par centrifugation, explosion ou équivalent du matériau  
5 liquide (3) atomisé par projection du courant de particules solides réactives (6).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on disperse le matériau liquide dispersable (3) au moyen d'une atomisation par eau, gaz,  
10 sous vide, sur un cône, une plaque ou un tambour, par centrifugation, explosion ou équivalent, puis on projette au moins un courant de particules solides réactives (6) sur le matériau dispersé.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
15 1 à 8, caractérisé en ce que les particules solides réactives (6) et le matériau liquide dispersable (3) ont une nature identique ou non.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le courant de particules  
20 solides réactives (6) a une incidence rasante à perpendiculaire par rapport à la surface libre du matériau liquide dispersable (3).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on projette successivement ou  
25 simultanément plusieurs courants de particules solides réactives (6), de même nature ou de nature différente.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'on projette le courant de  
30 particules solides réactives (6) de manière ponctuelle ou sur une grande longueur ou surface du matériau liquide (3).

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides (6) réactives avec une vitesse et une énergie adaptées à la dispersion désirée.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le volume cumulé des particules solides réactives (6) projetées vaut sensiblement un centième à deux fois le volume du matériau  
5 liquide (3) à disperser.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) par gravité.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
10 1 à 15, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) par turbine (9) ou tout autre moyen mécanique approprié.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que la vitesse des particules solides réactives (6) en  
15 sortie de la turbine est comprise entre 120 et 20 m/s.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'on projette le courant de particules solides réactives (6) par propulsion par ou dans un fluide.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que le fluide de propulsion participe à la dispersion du matériau liquide dispersable (3).

20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que la pression du fluide de propulsion  
25 est comprise entre 0,5 et 15 bars.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'on projette les particules solides réactives (6) par entraînement électrique, magnétique ou électromagnétique.

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
30 1 à 21, caractérisé en ce que les particules solides réactives (6) sont choisies parmi les produits pulvérulents.

23. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en

ce que les produits pulvérulents comprennent notamment un élément choisi dans le groupe constitué par des billes ou poudre de céramique, de métal, de glace, de carboglace, de matière synthétique, du sable, du gravier, des produits  
5 chimiques.

24. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que les particules solides réactives (6) sont de la grenaille revêtue d'eau.

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
10 1 à 24, caractérisé en ce que la dispersion est améliorée par un phénomène de liquéfaction, vaporisation ou sublimation du revêtement des particules solides réactives (6) ou par une interaction électrique et/ou magnétique ou par une réaction chimique violente et/ou explosive desdits  
15 revêtements (6) avec le matériau liquide dispersable (3).

26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, caractérisé en ce que les particules de matériau liquide (3) dispersé comprennent des poudres, des gouttelettes, ou gouttes, du fil, des particules solides  
20 (6) enrobées du matériau liquide pris en masse sur lesdites particules.

27. Procédé selon la revendication 26, caractérisé en ce que les particules de matériau liquide (3) dispersé présentent une composition chimique issue de la réaction  
25 entre les particules solides réactives (6), de même nature ou non, et/ou du matériau liquide dispersable et/ou du milieu de réception.

28. Procédé selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que le diamètre des particules de  
30 matériau liquide (3) dispersé est inférieur à 100 mm.

29. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 28, caractérisé en ce que le matériau liquide dispersable (3) est un métal ou un alliage.

30. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en

ce que le matériau liquide dispersable (3) est de l'acier.

31. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en ce que le matériau liquide dispersable (3) est un matériau choisi dans le groupe constitué par le zirconium, 5 l'aluminium, le silicium ou l'un de leurs alliages.

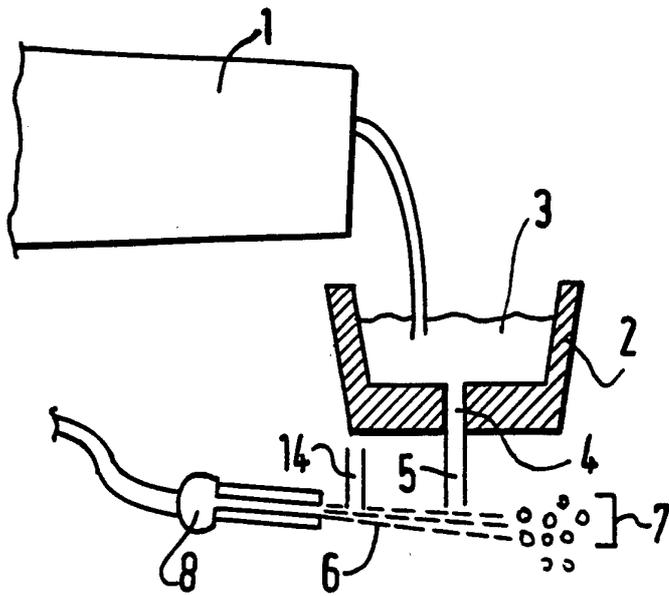


FIG. 1

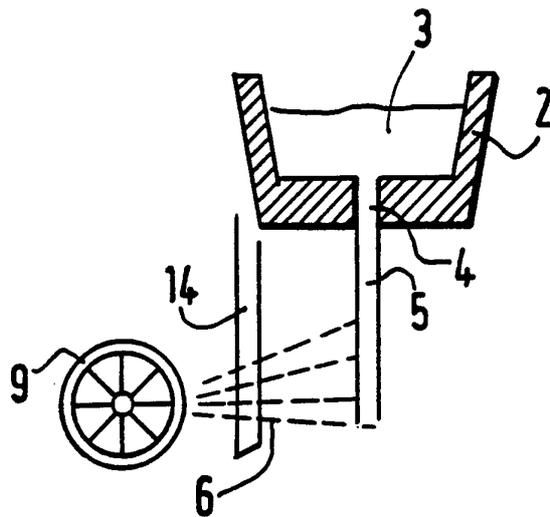


FIG. 2

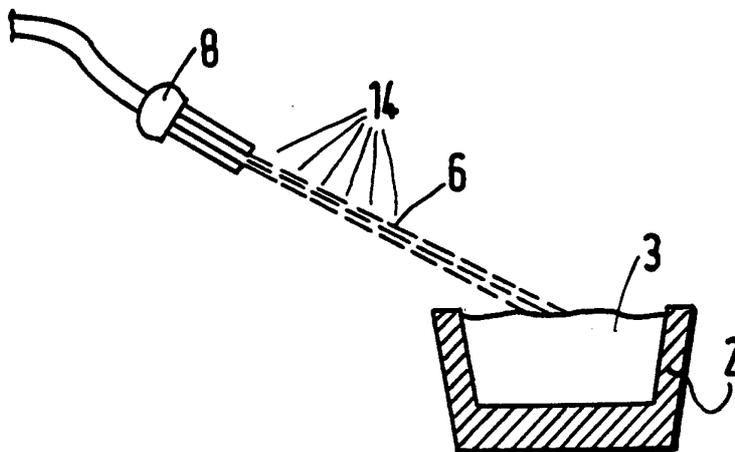


FIG. 3

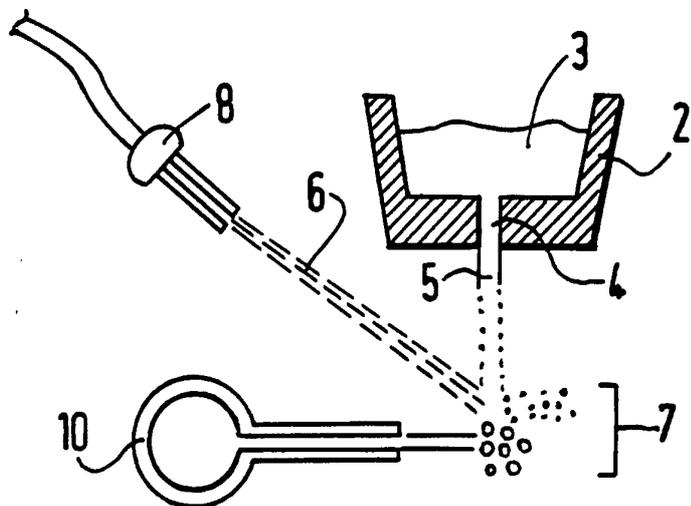


FIG. 4

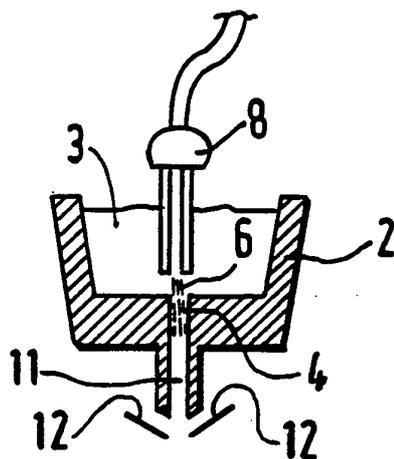


FIG. 5

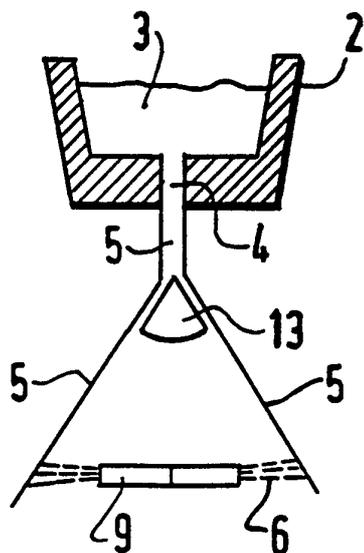


FIG. 6

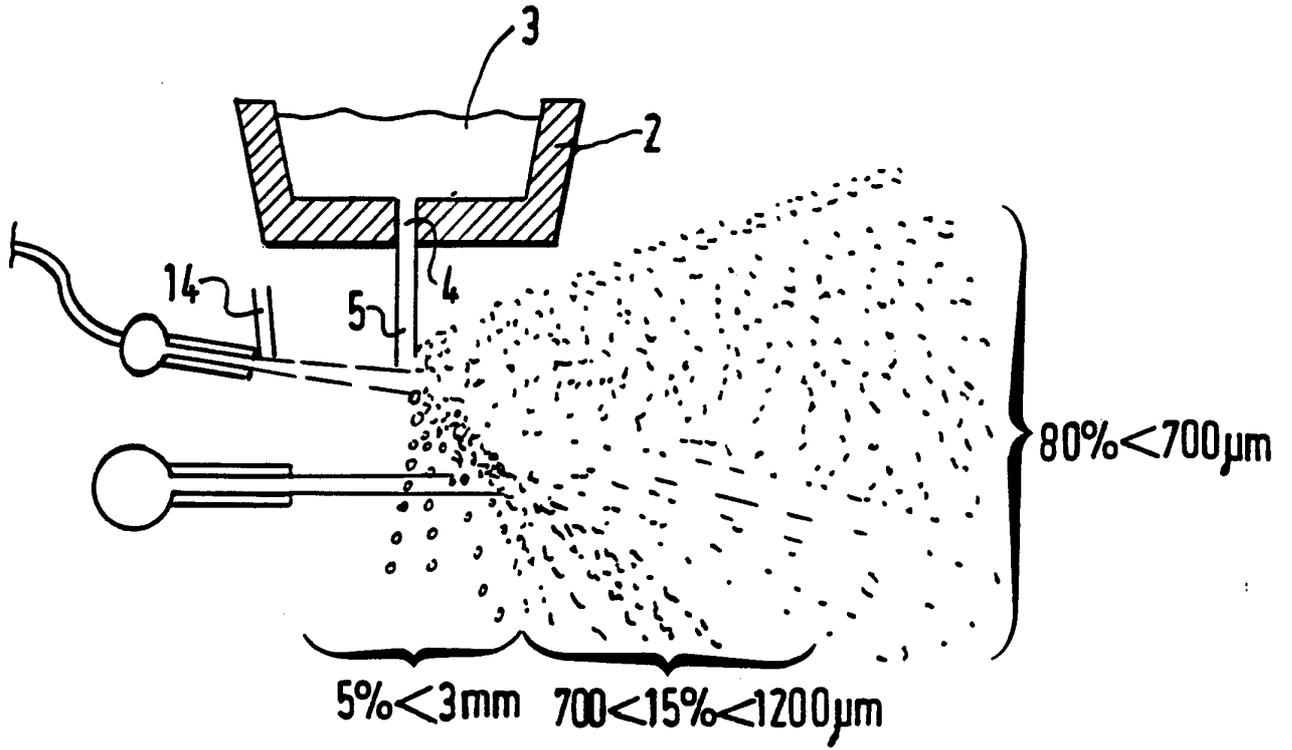


FIG.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 95/00824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B01J2/00 B01J2/02 B22F9/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B01J B22F C21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO,A,79 00132 (SVENSKT STAL AKTIEBOLAG) 22 March 1979  see the whole document ---	1, 2, 9, 10, 12-17, 22, 23, 25-30
X	US,A,3 752 611 (REED ET AL.) 14 August 1973  see column 3, line 12 - column 10, line 33; claims 1-6; figures 1-8 --- -/--	1, 2, 4, 5, 7-16, 22, 23, 26-30

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 1995

Date of mailing of the international search report

27.09.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Cubas Alcaraz, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No

PCT/FR 95/00824

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 451 093 (ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG) 9 October 1991  see column 1, line 38 - column 5, line 13; figure 1 ---	1,2,4,5, 8-13,15, 18,20, 22,23, 27,29,31
X	LU,A,51 283 (COMPAGNIE DE METALLOGRAPHIE S.A.) 8 August 1966  see page 4 - page 5; figure ---	1,2,4, 7-10,12, 13,16, 23,27, 29,31
A	FR,A,2 260 376 (GRANGES OXELOSUNDS JARNVERK AB) 5 September 1975 see the whole document ---	1-31
A	FR,A,1 081 059 (AKTIENGESELLSCHAFT DER VON MOOSCHEN EISENWERKE) 15 December 1954 -----	1-31

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 95/00824

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-7900132	22-03-79	DE-A- 2740097	08-03-79
		AT-B- 368191	27-09-82
		BE-A- 870209	05-03-79
		EP-A, B 0007352	06-02-80
		FR-A- 2401883	30-03-79
		FR-A- 2440775	06-06-80
		GB-A, B 2036089	25-06-80
		JP-A- 54061093	17-05-79
		SE-A- 7809264	07-03-79
		US-A- 4359434	16-11-82
		US-A-3752611	14-08-73
FR-A- 2046873	12-03-71		
GB-A- 1298031	29-11-72		
NL-A- 7008924	22-12-70		
US-A- 3655837	11-04-72		
EP-A-451093	09-10-91	NONE	
LU-A-51283	08-08-66	NONE	
FR-A-2260376	05-09-75	SE-C- 392223	30-06-77
		BE-A- 825403	29-05-75
		CA-A- 1052575	17-04-79
		DE-A- 2504813	04-12-75
		GB-A- 1503562	15-03-78
		JP-C- 970921	31-08-79
		JP-A- 50123576	29-09-75
		JP-B- 54000231	08-01-79
SE-A- 7401822	13-08-75		
FR-A-1081059	15-12-54	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem Internationale No  
PCT/FR 95/00824

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 6    B01J2/00    B01J2/02    B22F9/08		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6    B01J    B22F    C21B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO,A,79 00132 (SVENSKT STAL AKTIEBOLAG) 22 Mars 1979  voir le document en entier ---	1,2,9, 10, 12-17, 22,23, 25-30
X	US,A,3 752 611 (REED ET AL.) 14 Août 1973  voir colonne 3, ligne 12 - colonne 10, ligne 33; revendications 1-6; figures 1-8 --- -/--	1,2,4,5, 7-16,22, 23,26-30
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités:		
*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
11 Septembre 1995	27 -09- 1995	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016		Cubas Alcaraz, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demr Internationale No  
PCT/FR 95/00824

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP,A,0 451 093 (ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG) 9 Octobre 1991  voir colonne 1, ligne 38 - colonne 5, ligne 13; figure 1 ---	1,2,4,5, 8-13,15, 18,20, 22,23, 27,29,31
X	LU,A,51 283 (COMPAGNIE DE METALLOGRAPHIE S.A.) 8 Août 1966  voir page 4 - page 5; figure ---	1,2,4, 7-10,12, 13,16, 23,27, 29,31
A	FR,A,2 260 376 (GRANGES OXELOSUNDS JARNVERK AB) 5 Septembre 1975 voir le document en entier ---	1-31
A	FR,A,1 081 059 (AKTIENGESELLSCHAFT DER VON MOOSCHEN EISENWERKE) 15 Décembre 1954 -----	1-31

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 95/00824

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO-A-7900132	22-03-79	DE-A- 2740097	08-03-79
		AT-B- 368191	27-09-82
		BE-A- 870209	05-03-79
		EP-A, B 0007352	06-02-80
		FR-A- 2401883	30-03-79
		FR-A- 2440775	06-06-80
		GB-A, B 2036089	25-06-80
		JP-A- 54061093	17-05-79
		SE-A- 7809264	07-03-79
		US-A- 4359434	16-11-82
		US-A-3752611	14-08-73
FR-A- 2046873	12-03-71		
GB-A- 1298031	29-11-72		
NL-A- 7008924	22-12-70		
US-A- 3655837	11-04-72		
EP-A-451093	09-10-91	AUCUN	
LU-A-51283	08-08-66	AUCUN	
FR-A-2260376	05-09-75	SE-C- 392223	30-06-77
		BE-A- 825403	29-05-75
		CA-A- 1052575	17-04-79
		DE-A- 2504813	04-12-75
		GB-A- 1503562	15-03-78
		JP-C- 970921	31-08-79
		JP-A- 50123576	29-09-75
		JP-B- 54000231	08-01-79
		SE-A- 7401822	13-08-75
FR-A-1081059	15-12-54	AUCUN	