

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 891 827 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.01.1999 Bulletin 1999/03

(51) Int Cl.⁶: **B22D 11/04**, B22D 11/14

(21) Numéro de dépôt: **98410078.4**

(22) Date de dépôt: **06.07.1998**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Del Gobbo, Jean-Pierre**
Saint Martin d'Uriage, 38410 Uriage (FR)
• **Garnier, Marcel**
Saint Martin d'Uriage, 38410 Uriage (FR)
• **Hubert, Jaques**
38640 Claix (FR)

(30) Priorité: **09.07.1997 FR 9708970**

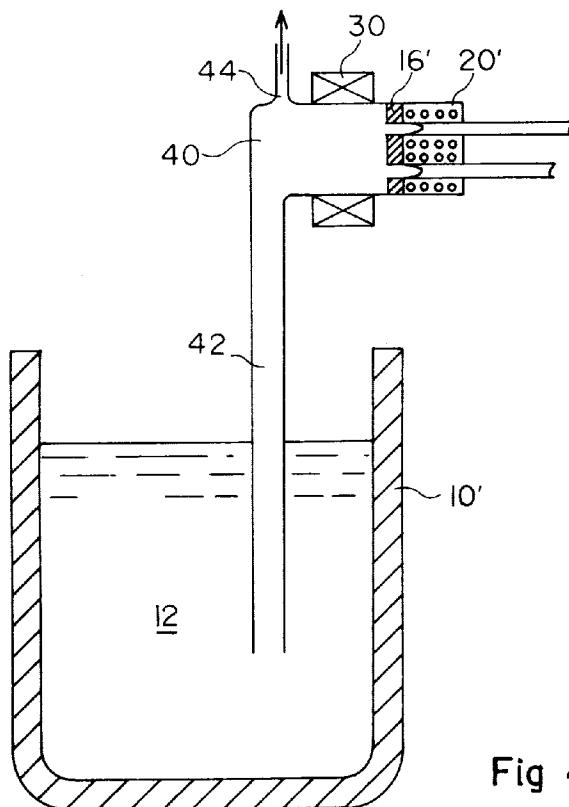
(71) Demandeur: **Compagnie Française d'
Electrothermie Industrielle**
38171 Seyssinet-Pariset Cedex (FR)

(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel**
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)

(54) Dispositif de coulée continue

(57) L'invention concerne un dispositif de coulée continue comprenant une lingotière (16) alimentée en métal liquide et par laquelle sont extraits en continu et en même temps plusieurs profilés de métal solidifié (18)

à travers un refroidisseur (20), et un moyen électromagnétique (30) de chauffage disposé pour chauffer le métal liquide dans une chambre de coulée (40) alimentant la lingotière (16').

**Fig 4**

Description

La présente invention concerne la coulée continue de métaux, notamment des alliages de cuivre. Une coulée continue permet d'obtenir des profils souhaités en coulant du métal liquide à travers une lingotière suivie d'un refroidisseur.

La figure 1 représente un dispositif de coulée continue classique. Le dispositif comporte un creuset 10 contenant une réserve de métal liquide 12. Le fond du creuset comporte une ouverture 14, le plus souvent latérale, raccordée à une lingotière 16. La lingotière 16 est destinée à donner la forme finale au profilé solidifié 18. La lingotière 16 est suivie d'un refroidisseur 20 de même profil interne que la lingotière 16.

Le profilé 18 est extrait en continu selon une flèche F par un système à rouleaux ou à pinces alternatives. La vitesse d'extraction est déterminée par la vitesse de solidification du métal liquide au niveau du refroidisseur 20.

Comme cela est représenté, le métal liquide commence à se solidifier en surface, en formant une peau, dans la lingotière 16, cette peau s'épaississant et formant un puits de solidification 22 dans le refroidisseur 20. La longueur du puits 22 diminue avec l'efficacité du refroidisseur et augmente avec la vitesse d'extraction du profilé 18. Généralement, pour éviter la rupture, on règle la vitesse d'extraction pour que la section du métal solidifié en sortie du refroidisseur 20 soit suffisante pour supporter l'effort d'extraction. Le fond du puits 22 peut sortir légèrement du refroidisseur 20, comme cela est représenté.

En sidérurgie, on utilise souvent des brasseurs électromagnétiques agissant sur la veine de métal liquide entre l'ouverture 14 et le fond du puits de solidification 22. Cette technique, décrite dans l'ouvrage Induction - Conduction électrique dans l'industrie, Electra 1996, Chapitre 7.3 "Procédés électromagnétiques pour l'amélioration de la coulée métallurgique de l'acier", permet un affinage du grain, et donc une amélioration des caractéristiques, du profilé obtenu.

Un brasseur électromagnétique est destiné à former avec la veine de métal liquide un moteur, le brasseur constituant le stator, et la veine de métal liquide la partie mobile du moteur. Pour obtenir ce résultat, les bobines électriques des brasseurs sont alimentées en courant triphasé et agissent sur une longueur importante de la veine.

Le brevet européen 0 499 117 décrit des conditions spécifiques dans lesquelles le brassage électromagnétique est applicable à la coulée continue d'alliages de cuivre. En effet, les techniques de brassage électromagnétique utilisées en sidérurgie ne sont pas directement applicables à la coulée continue d'alliages de cuivre.

Comme cela est représenté, le puits de solidification 22 commence par une peau de métal solidifié s'étendant à l'intérieur de la lingotière 16. Cette peau provoque des frottements avec la lingotière 16 qui gênent

l'extraction du profilé 18 et usent la lingotière 16. En outre, cette peau, qui est particulièrement fine dans la lingotière 16, se casse et se reconstitue tandis que le profilé 18 est extrait, ce qui entraîne un mauvais état de surface du profilé.

Les techniques de brassage réduisent, mais n'éliminent pas, les inconvénients liés à la formation de peau dans la lingotière 16.

Par ailleurs, les techniques de coulée continue classiques sont particulièrement mal adaptées à la coulée de plusieurs profilés en même temps.

Un objet de la présente invention est de prévoir un dispositif de coulée continue de plusieurs profilés en même temps, notamment pour alliages de cuivre, qui permette d'améliorer l'état de surface des profilés et de diminuer les efforts de frottement dans la lingotière.

Cet objet est atteint grâce à un dispositif de coulée continue comprenant une lingotière alimentée en métal liquide et par laquelle sont extraits en continu et en même temps plusieurs profilés de métal solidifié à travers un refroidisseur, et un moyen électromagnétique de chauffage disposé pour chauffer le métal liquide dans une chambre de coulée alimentant la lingotière.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le moyen de chauffage est une bobine alimentée en courant alternatif monophasé enroulée autour de la chambre de coulée.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la fréquence du courant monophasé est choisie en fonction du diamètre des profilés afin de les chauffer à coeur.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la chambre de coulée est disposée au-dessus du niveau de métal liquide d'un creuset d'alimentation, le métal liquide étant fourni à la chambre par aspiration.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le métal coulé est un alliage de cuivre.

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, précédemment décrite, représente un dispositif de coulée continue classique ;
la figure 2 représente un mode de réalisation de dispositif de coulée continue comprenant un dispositif de chauffage à proximité de la lingotière ;
la figure 3 représente partiellement un mode de réalisation de dispositif de coulée continue permettant de réaliser plusieurs profilés à la fois ; et
la figure 4 représente un mode de réalisation avantageux de dispositif de coulée continue de plusieurs profilés selon l'invention.

A la figure 2, un dispositif de coulée continue du même type que celui de la figure 1 est muni d'un dispositif 30 destiné à chauffer la veine de métal liquide à proxi-

mité de l'entrée du refroidisseur 20. Comme cela est représenté à la figure 2, le dispositif de chauffage 30 est disposé autour de la veine de métal liquide entre la lingotière 16 et le refroidisseur 20.

L'énergie de chauffage est au moins suffisante pour que la peau initiale du puits de solidification 22 ne se forme que dans le refroidisseur 20. Du fait que l'énergie de refroidissement est plus intense dans le refroidisseur 20 que dans la lingotière 16, la peau s'épaissit rapidement et résiste à la rupture, ce qui procure un meilleur état de surface du profilé final 18.

L'état de surface étant meilleur et la longueur de frottement étant réduite à la longueur du refroidisseur 20, l'effort d'extraction du profilé 18 diminue considérablement.

Par ailleurs, du fait que le métal liquide s'étend pratiquement sur toute la section de l'entrée du refroidisseur 20, les échanges thermiques avec le refroidisseur 20 sont favorisés, car ces échanges sont plus efficaces dans le métal liquide que dans le métal solide. Ce phénomène accélère donc également l'épaississement de la peau du puits de solidification 22.

La combinaison de ces phénomènes entraîne, comme cela est représenté, une diminution de la longueur du puits de solidification 22 par rapport à celle obtenue sans dispositif de chauffage (figure 1) avec la même vitesse d'extraction et la même énergie de refroidissement. Ainsi, cette installation permet d'augmenter la vitesse d'extraction jusqu'au point où la longueur du puits de solidification atteint celle permise normalement.

Le procédé favorise une forme axisymétrique du puits de solidification, quelle que soit la direction de coulée (horizontale ou verticale), et il permet d'éviter les porosités et ségrégations qui peuvent apparaître lorsque le puits de solidification est relativement profond.

Des essais ont révélé qu'un dispositif de coulée continue muni d'un dispositif de chauffage 30 permettait de multiplier la vitesse d'extraction par un facteur compris entre 1,5 et 2 par rapport au même dispositif de coulée sans le dispositif de chauffage.

On a par ailleurs constaté que l'on obtenait un affinage du grain dans le profilé final pour des températures habituelles du bain de métal liquide 12.

L'affinage du grain est amélioré, de manière générale, lorsque la température du métal liquide est proche de la température de solidification. Dans un dispositif de coulée continue du type de la figure 1, le métal liquide 12 dans le creuset doit être surchauffé, car il serait sinon susceptible de commencer à se solidifier dans l'orifice 14 en formant un bouchon. Un dispositif de chauffage 30 permet de retarder ce phénomène et donc d'éviter la surchauffe du bain de métal liquide 12, ce qui favorise l'affinage du grain.

Bien entendu, on peut combiner un brassage électromagnétique au chauffage, ce qui permettra d'affiner le grain davantage.

Le dispositif de chauffage 30 sera généralement un dispositif de chauffage par induction. Il est alors consti-

tué, de préférence, d'une bobine entourant la veine de métal et alimentée en courant monophasé, comme cela se fait dans les dispositifs de chauffage par induction classiques. Une alimentation en courant monophasé provoquera également un léger brassage, mais le chauffage sera prépondérant.

Lorsqu'on souhaite affiner le grain, la veine de métal liquide est de préférence chauffée à coeur. Pour cela, la fréquence du courant monophasé alimentant le dispositif de chauffage est choisie en fonction de la section de la veine à chauffer.

Dans le cas où on souhaite seulement retarder la formation de la peau, on pourra utiliser une fréquence élevée et une faible puissance pour tous les diamètres. En effet, à fréquence élevée, l'énergie de chauffage est localisée en surface.

La figure 3 représente la sortie d'un dispositif de coulée continue de plusieurs profilés 18' en même temps. Pour une coulée de plusieurs profilés en même temps, la lingotière 16' et le refroidisseur 20' comportent plusieurs passages correspondant aux profilés. Comme cela est représenté, un dispositif de chauffage 30' pourrait être disposé autour de chaque veine de métal entre la lingotière 16' et le refroidisseur 20', mais cette solution est complexe à réaliser.

Pour des profilés de faible diamètre, notamment, on utilise généralement une lingotière 16' courte. On propose alors, selon l'invention, de placer un dispositif de chauffage unique en amont de la lingotière. Ceci simplifie considérablement la réalisation, et il s'avère que l'on conserve intégralement les avantages liés à la formation retardée de la peau du puits de solidification.

Les coulées continues se font souvent horizontalement, comme cela est illustré dans les figures 1 à 3. Le métal liquide étant alors extrait du fond des creusets, des précautions contraignantes sont nécessaires pour assurer l'étanchéité au métal liquide.

Pour éviter les problèmes d'étanchéité, il existe des dispositifs de coulée continue verticale permettant de former les profilés en les extrayant vers le haut avec un appareillage adéquat. La lingotière et le refroidisseur sont alors disposés au niveau de la surface du métal liquide dans un faux creuset partiellement immergé dans le métal liquide.

La figure 4 représente un mode de réalisation de dispositif de coulée continue selon l'invention permettant d'effectuer une coulée continue horizontale à partir d'un creuset 10' à fond fermé.

Ce dispositif, outre d'éviter les problèmes d'étanchéité, présente l'avantage de mettre la coulée continue de petits profilés à la portée de tout établissement possédant des fours de fusion classiques (à fond fermé) sans nécessiter l'appareillage spécialisé des dispositifs de coulée continue verticale.

Le dispositif comprend une chambre de coulée 40 disposée au-dessus du niveau du métal liquide dans le creuset 10'. La chambre 40 est alimentée en métal liquide par un tube 42 qui plonge dans le bain de métal

liquide 12. Une lingotière 16' et un refroidisseur 20' sont raccordés à la chambre 40 pour permettre une extraction horizontale d'un ou plusieurs profilés.

Un dispositif de chauffage 30 est disposé, selon l'invention, autour de la chambre 40, c'est-à-dire en amont de la lingotière 16'. 5

Le dispositif de chauffage 30 a, dans ce mode de réalisation, la fonction supplémentaire de ramener la température du métal liquide dans la chambre 40 à une température convenable et d'éviter la formation de bouchons dans le tube 42. En effet, le métal liquide subit un important refroidissement en allant du bain 12 vers la chambre 40, à tel point que le dispositif de coulée continue ne pourrait fonctionner sans le dispositif de chauffage. 10 15

Afin d'amener initialement le métal liquide dans la chambre 40, cette chambre est munie d'un orifice d'aspiration 44 relié à une pompe à vide (non-représentée). Une fois que la chambre 40 a été remplie et que l'on a commencé à extraire les profilés, la pompe à vide est arrêtée. Le métal liquide alimente alors la chambre 40 par la dépression provoquée par l'extraction des profilés. 20

25

Revendications

1. Dispositif de coulée continue comprenant une lingotière (16) alimentée en métal liquide et par laquelle sont extraits en continu et en même temps plusieurs profilés de métal solidifié (18) à travers un refroidisseur (20), et un moyen électromagnétique (30) de chauffage disposé pour chauffer le métal liquide dans une chambre de coulée (40) alimentant la lingotière (16'). 30 35
2. Dispositif de coulée continue selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de chauffage est une bobine alimentée en courant alternatif monophasé enroulée autour de la chambre de coulée (40). 40
3. Dispositif de coulée continue selon la revendication 2, caractérisé en ce que la fréquence du courant monophasé est choisie en fonction du diamètre des profilés afin de les chauffer à coeur. 45
4. Dispositif de coulée continue selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la chambre de coulée (40) est disposée au-dessus du niveau de métal liquide d'un creuset d'alimentation (10'), le métal liquide étant fourni à la chambre par aspiration. 50
5. Dispositif de coulée continue selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le métal coulé est un alliage de cuivre. 55

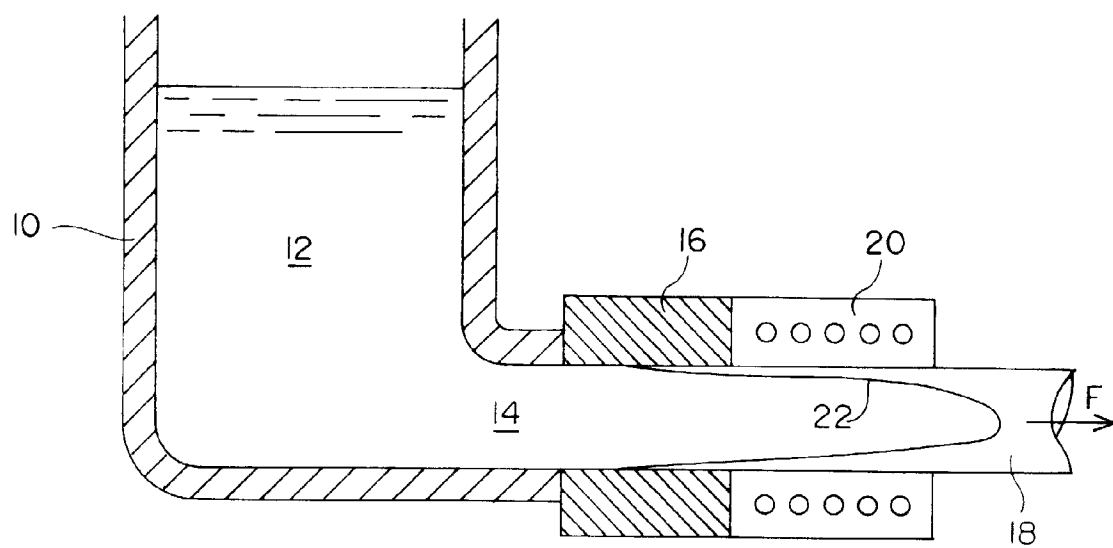


Fig 1

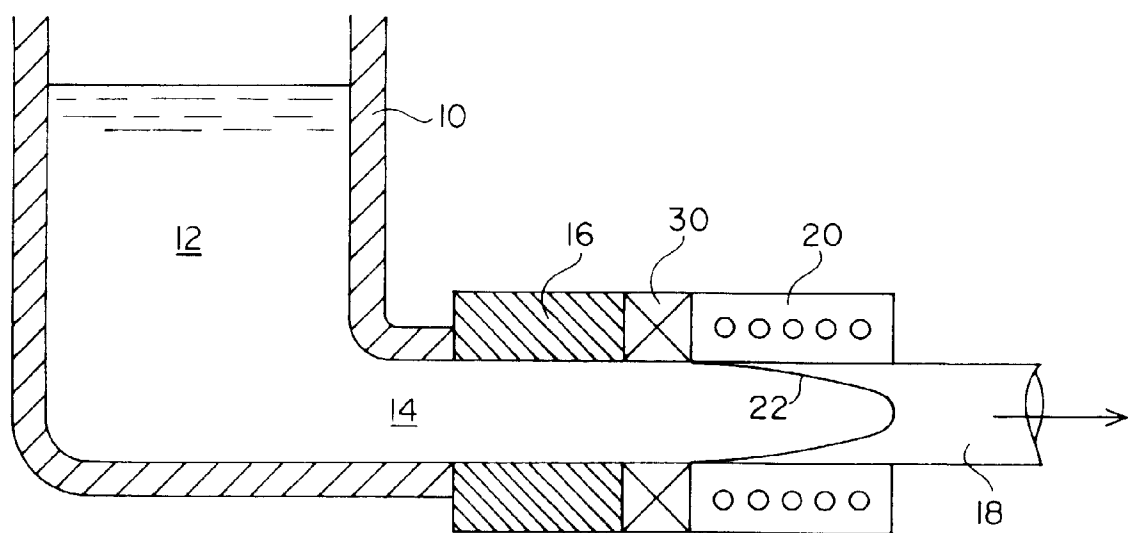


Fig 2

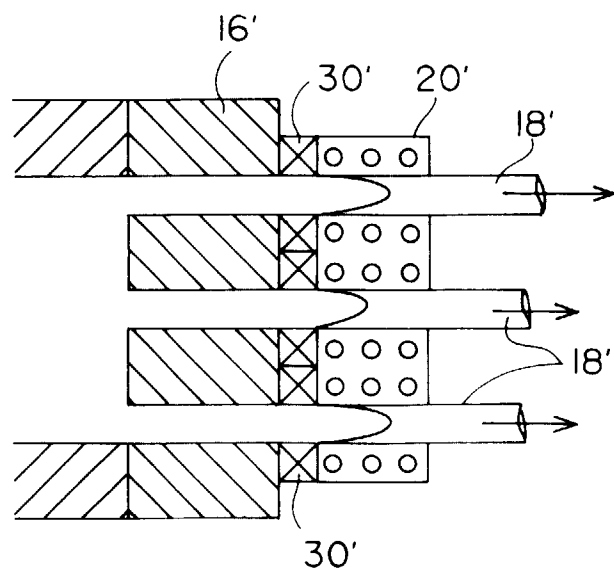


Fig 3

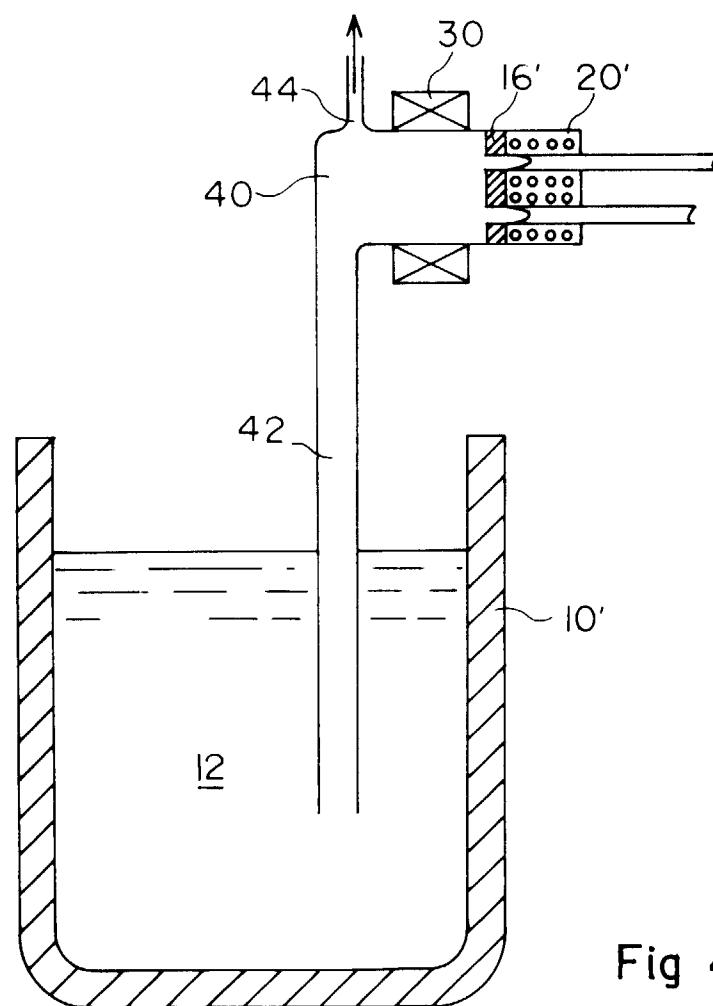


Fig 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 41 0078

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
X	FR 913 604 A (WIELAND WERKE AG) * abrégé; figures 1-3 * ---	1	B22D11/04 B22D11/14
X	FR 2 547 517 A (PONT A MOUSSON) 21 décembre 1984 * page 5, ligne 17 - page 8, ligne 17; figure 1 *	1,3	
A	---	4	
X	FR 2 000 365 A (UNITED STATES STEEL CORP) 5 septembre 1969 * page 2, ligne 23 - page 4, ligne 15; figures 1-3 *	1,2	
X	GB 2 017 551 A (VOEST ALPINE MONTAN AG) 10 octobre 1979 * page 2, ligne 11 - ligne 26; figure 2 *	1	
X	EP 0 212 248 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 4 mars 1987 * page 5, ligne 6 - ligne 26; figures 3,4 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6) B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 9 octobre 1998	Examineur Mailliard, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)