

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **89470027.7**

51 Int. Cl.⁵: **B22D 11/00, B22D 11/06**

22 Date de dépôt: **06.12.89**

30 Priorité: **22.12.88 FR 8817366**

43 Date de publication de la demande:
18.07.90 Bulletin 90/29

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID)**
Immeuble Elysées-la-Défense 19, Le Parvis
La Défense 4
F-92800 Puteaux(FR)

72 Inventeur: **Huin, Didier**
7, rue de Thionville
F-54000 Nancy(FR)
Inventeur: **Riboud, Paul-Victor**
50, rue Kellermann Appartement 501
F-57000 Metz(FR)

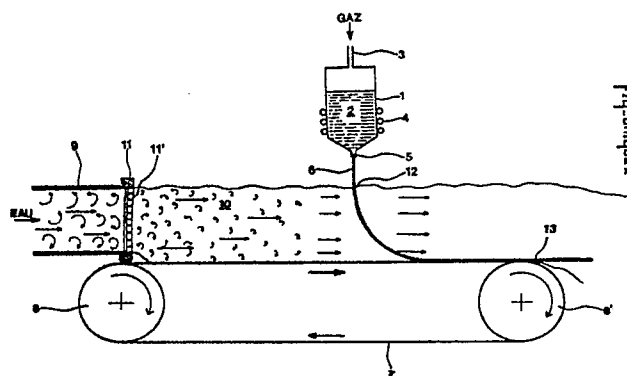
74 Mandataire: **Ventavoli, Roger**
IRSID Service de la Propriété Industrielle
B.P. 320 Voie Romaine
F-57214 Maizières-lès-Metz Cédex(FR)

54 **Procédé et dispositif de coulée continue de fil métallique fin.**

57 L'invention concerne un procédé de coulée d'un fil métallique fin (13) dans lequel un jet de métal liquide (6) est trempé et solidifié dans une couche de liquide refroidissant (10) déposée sur une surface en mouvement (7), caractérisé en ce qu'on accélère la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant en amont du point d'impact du jet de métal sur ledit liquide.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé précédent, dispositif qui comporte une grille (11) disposée en travers de la couche de liquide refroidissant (10), entre la sortie de la conduite d'amenée (9) du liquide refroidissant (10) sur la surface en mouvement (7) et le point de pénétration (12) du jet de métal (6) dans le liquide refroidissant (10).

L'invention s'applique au domaine de la coulée continue directe de fils métalliques fins (13).



PROCEDE ET DISPOSITIF DE COULEE CONTINUE DE FIL METALLIQUE FIN

La présente invention concerne le domaine de la coulée directe de fils de faible épaisseur à partir de métal liquide.

Les dernières années ont vu le développement d'un procédé de coulée permettant d'obtenir, directement à partir de métal liquide, des filaments métalliques de longueur indéfinie, de section substantiellement circulaire et de diamètre très faible, pouvant descendre jusqu'à 80 μm environ. Ce procédé, décrit notamment dans le Brevet Européen EP 0039169, consiste à former un jet de métal à partir d'un réservoir de métal liquide muni de moyens de chauffage et d'une busette de sortie dont le diamètre est égal ou légèrement supérieur au diamètre du filament désiré. Ce jet de métal pénètre ensuite dans une couche de liquide refroidissant, tel que de l'eau ou une solution aqueuse d'un sel qui peut être, par exemple, du chlorure de sodium, de magnésium ou de zinc et qui assure la solidification du fil métallique. Cette couche de liquide est en mouvement dans une direction transversale à celle du jet de métal. Elle s'écoule sur une surface solide elle-même en mouvement, qui peut être constituée par l'intérieur d'un tambour en rotation (Brevet Européen EP 0039169 déjà cité) ou par une portion horizontale ou concave d'une courroie rainurée en défilement formant une boucle (Brevet Européen EP 0089134).

Le fil, au fur et à mesure de sa coulée, est enroulé à l'intérieur du tambour sous l'effet de la force centrifuge, ou bobiné à l'extérieur de la machine de coulée.

Grâce à la vitesse de refroidissement élevée qu'il procure, ce procédé permet, si le métal est amorphisable, d'obtenir des fils amorphes de dimension uniforme présentant, entre autres propriétés, une résistance à la traction très élevée. On peut ainsi couler des fils amorphes en alliages à base de divers métaux tels que le fer, le cuivre, le cobalt, l'or, l'aluminium, etc.

Il est connu (EP 0089134) que pour obtenir à cette fin un fil continu et un refroidissement suffisamment rapide du jet de métal, il est préférable que le liquide refroidissant circule à une vitesse supérieure ou égale à celle du jet. Celle-ci étant souvent de l'ordre de 5 à 15 m/s, cela implique que le liquide refroidissant se trouve dans un régime d'écoulement turbulent au moment de son arrivée sur la surface en mouvement.

Or, l'une des conditions nécessaires à l'obtention d'un fil continu de diamètre régulier est que le régime d'écoulement du liquide refroidissant, lors de son contact avec le jet de métal, soit aussi proche que possible d'un écoulement laminaire. Dans le cas contraire, le jet de métal risque d'être

fractionné avant sa solidification. On obtiendrait ainsi non pas un fil continu, mais des fibres de faible longueur. En conséquence, l'introduction du jet de métal dans le liquide doit être effectuée en un point suffisamment éloigné de la sortie de la conduite d'amenée pour qu'avant ce point, la turbulence du liquide ait eu le temps de se dissiper pour une très large part.

Ceci implique soit de construire une installation de grande dimension, soit de n'imprimer au liquide refroidissant qu'une vitesse relativement faible. Mais, dans ces conditions, si la vitesse du jet de métal reste élevée, le refroidissement du jet s'effectue de façon moins énergique, et, d'autre part l'obtention d'un fil continu risque d'être impossible. En revanche, si on choisit d'imposer également au jet de métal une vitesse relativement faible, c'est la productivité de l'installation qui s'en trouve détériorée.

Le but de la présente invention est de fournir une méthode d'accélération de la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant. Elle permet de construire des installations de dimensions réduites pouvant produire de façon massive et fiable des fils amorphes de bonne qualité.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de coulée continue d'un fil métallique fin dans lequel un jet de métal liquide est trempé et solidifié dans une couche de liquide refroidissant déposée sur une surface en mouvement, caractérisé en ce qu'on accélère la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant en amont du point d'impact du jet de métal sur ledit liquide.

L'invention a également pour objet un dispositif de coulée continue de fil métallique fin comportant un réservoir muni d'une busette par laquelle s'écoule un jet de métal liquide, ledit réservoir étant placé au-dessus d'une surface en mouvement sur laquelle est déposée, au moyen d'une conduite d'amenée, une couche de liquide refroidissant dans laquelle ledit jet de métal est trempé et solidifié, dispositif caractérisé en ce que, dans le but d'accélérer la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant, il comporte en outre une grille à maillage fin disposée en travers de la couche de liquide refroidissant entre la sortie de ladite conduite d'amenée et le point de pénétration du jet de métal dans la couche de liquide refroidissant.

Préférentiellement, cette grille est placée à l'extrémité de la conduite d'amenée.

Comme on l'aura compris, le rôle de cette grille est de "hacher" l'écoulement du liquide de façon à diminuer la taille des turbulences, ce qui facilite leur dissipation rapide.

Cette grille est placée sur la trajectoire du

liquide refroidissant entre sa sortie de la conduite et le point de pénétration en son sein du jet de métal. Avant la traversée de la grille, les tourbillons à l'intérieur du liquide refroidissant ont une certaine taille caractéristique. Si cette taille caractéristique est supérieure à la maille de la grille, la traversée de celle-ci fractionne les tourbillons en tourbillons plus petits, dont la taille est de l'ordre de la maille de la grille. Or, la turbulence d'un écoulement diminue d'autant plus rapidement que la taille des tourbillons est plus faible. Imposer dès que possible (préférentiellement dès la sortie de la conduite) une faible taille à ces tourbillons au moyen de la grille permet donc d'avancer le passage d'un régime d'écoulement turbulent du liquide de refroidissement à un régime d'écoulement laminaire. De manière générale, la turbulence diminue d'autant plus vite que la maille de la grille est fine.

La figure unique annexée schématise, vue en coupe longitudinale, une installation de coulée directe de fil munie d'un dispositif selon l'invention.

Cette installation est alimentée par un réservoir 1 contenant le métal à couler 2 à l'état liquide. Ce réservoir 1 est muni de moyens 3 d'insufflation d'un gaz neutre assurant d'une part la protection du métal 2 contre une contamination par l'atmosphère et d'autre part une mise sous pression du réservoir qui contribue à la régulation du débit de métal. Il comporte aussi des moyens 4 de chauffage du métal liquide, et une busette 5 par laquelle s'écoule le métal en formant un jet 6. Le diamètre de cette busette est égal ou légèrement supérieur à celui du fil que l'on désire couler. La busette 5 surplombe une bande transporteuse 7 munie d'une rainure (non représentée) et dont le défilement est assuré par des moyens symbolisés par les poulies en rotation 8 et 8'. La conduite 9 amène à l'intérieur de la rainure de la bande 7 un liquide de refroidissement 10. A l'extrémité de cette conduite 9 est fixée la grille 11 selon l'invention, qui comporte des mailles 11'. Entre l'extrémité de la conduite 9 et un point situé au-delà de l'aplomb du réservoir 1, une forme rectiligne est imposée à la bande 7. Le jet de métal pénètre dans la couche de liquide refroidissant au point 12 situé à l'aplomb de la busette 5. Sous l'action du liquide et de son mouvement, il se solidifie sous forme d'un fil continu 13 et prend une forme incurvée avant d'entrer en contact avec la bande 7. L'installation comporte également des moyens (non représentés) pour capter et bobiner le fil après que celui-ci ait quitté la bande 7.

Sur cette figure l'évolution de la turbulence au sein du liquide est symbolisée au moyen de flèches indiquant de façon qualitative le nombre et l'ampleur des tourbillons. A l'intérieur de la conduite, ces tourbillons sont nombreux et de grande amplitude. Après la sortie du liquide de la conduite

et à la suite de la traversée de la grille, ces tourbillons sont fractionnés en tourbillons de faible amplitude (de l'ordre de la dimension des mailles de la grille). Le nombre et l'amplitude de ces tourbillons diminuent au fur et à mesure de la progression du liquide. Si la portion rectiligne de la bande 7 est suffisamment longue, la turbulence a le temps de se dissiper, et le liquide refroidissant se retrouve dans un régime d'écoulement laminaire symbolisé par les flèches parallèles à la direction de défilement de la bande 7. C'est dans cette zone à écoulement laminaire qu'est effectuée préférentiellement la trempe du jet de métal 6 pour former le fil continu 13.

Comme on vient de la voir la grille peut être placée à l'extrémité de la conduite d'amenée ce qui permet d'atténuer la turbulence aussi tôt que possible. Toutefois, si une telle solution est adoptée, il est bien sûr indispensable que le liquide de refroidissement ne subisse pas, par la suite, de perturbations importantes dans son écoulement avant son contact avec le jet de métal. De telles perturbations pourraient être provoquées par de brusques changements de la direction de l'écoulement, par exemple dans la zone où le liquide vient au contact de la surface solide en mouvement. Pratiquement, cette disposition de la grille n'est préférable que si au moment de ce contact, la direction d'écoulement du liquide, qui est imposée par l'orientation de la conduite, et la direction du défilement de la surface solide sont sensiblement parallèles.

Afin d'obtenir une réduction significative de la taille des tourbillons, la dimension des mailles de la grille est préférentiellement inférieure à 1/10 du diamètre de la conduite d'amenée ou, plus généralement, à 1/10 de l'épaisseur de la couche de liquide. D'autre part, la section de passage du liquide à travers la grille doit être suffisante pour éviter des pertes de charge trop élevées dans l'écoulement du liquide. Typiquement, les mailles ont une dimension comprise entre 0,5 et 10 mm.

L'adaptation d'une telle grille sur une installation existante procure donc les avantages suivants :

- si les conditions opératoires ne sont par ailleurs pas modifiées, la diminution de la turbulence au sein du liquide de refroidissement permet de fiabiliser la solidification du jet de métal.

- il est également possible de conserver la même turbulence qu'en l'absence de grille, en augmentant la vitesse de déplacement du liquide. Si, par ailleurs la vitesse du jet de métal est inchangée, sa solidification est accélérée et le degré d'amorphisation de la structure du fil peut s'en trouver accru. Si la vitesse du jet de métal est augmentée dans les mêmes proportions que la vitesse du liquide, c'est la productivité de l'installation qui est améliorée.

Une autre option consiste à ne pas modifier les

autres conditions opératoires, mais à rapprocher le point d'introduction du jet de métal dans le liquide et le point d'arrivée du liquide refroidissant sur la surface en mouvement. On peut ainsi, sans modifier la qualité du fil et la productivité de l'installation, réduire considérablement l'encombrement de celle-ci.

A titre d'exemple, dans une installation qui serait munie d'une conduite d'amenée du liquide de refroidissement de diamètre 10 mm, et où le liquide se déplacerait à une vitesse de 15 m/s, son régime d'écoulement devient pratiquement laminaire après un parcours de 10 m. Disposer une grille de maille 1 mm à la sortie de la conduite d'amenée permet de ramener cette distance à environ 1 m.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à l'exemple qui vient d'être décrit et représenté. En particulier, la grille n'est pas obligatoirement fixée à la conduite d'amenée du liquide refroidissant. L'essentiel est qu'elle soit située sur le trajet du liquide, en un point suffisamment éloigné du point de pénétration du jet de métal pour que, en ce dernier point la turbulence du liquide s'en trouve atténuée de façon significative.

De même l'invention est applicable aux installations de coulée de fils pour lesquelles la surface en mouvement à l'aplomb du réservoir de métal liquide présente une courbure dont la concavité est orientée vers ledit réservoir. Ce type d'installation comprend notamment celles qui sont constituées par un tambour en rotation, dont la surface interne supporte le liquide de refroidissement.

Revendications

1) Procédé de coulée continue de fil métallique fin dans lequel un jet de métal liquide est trempé et solidifié dans une couche de liquide refroidissant déposée sur une surface en mouvement, caractérisé en ce qu'on accélère la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant en amont du point d'impact du jet de métal sur ledit liquide.

2) Dispositif de coulée continue de fil métallique fin comportant un réservoir (1) muni d'une busette (5) par laquelle s'écoule un jet de métal liquide (6), ledit réservoir étant placé au-dessus d'une surface en mouvement sur laquelle est déposée, au moyen d'une conduite d'amenée, une couche de liquide refroidissant dans laquelle ledit jet de métal est trempé et solidifié, dispositif caractérisé en ce que, dans le but d'accélérer la dissipation de la turbulence du liquide refroidissant, il comporte en outre une grille (11) disposée en travers de la couche (10) de liquide refroidissant entre la sortie de ladite conduite d'amenée (9) et le point (12) de pénétration du jet de métal dans ladite couche de

liquide refroidissant.

3) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite grille est placée à l'extrémité de la conduite d'amenée.

4) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la dimension des mailles de la grille est inférieure ou égale à 1/10 de l'épaisseur de la couche de liquide refroidissant.

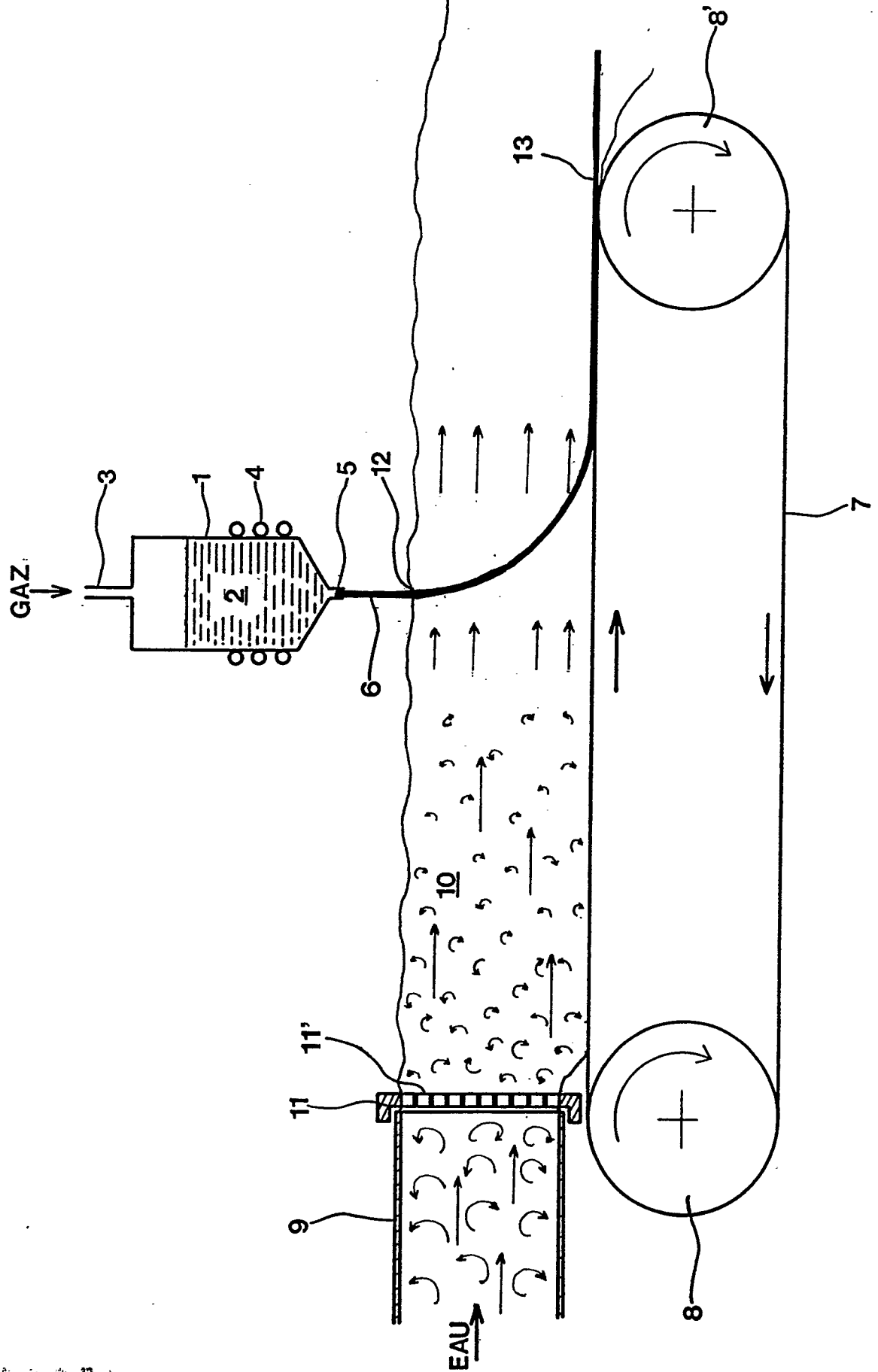
5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que, les mailles de la grille ont une dimension comprise entre 0,5 et 10 mm.

6) Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que, à l'aplomb dudit réservoir de métal liquide, ladite surface en mouvement défile dans un plan.

7) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite surface en mouvement à l'aplomb du réservoir de métal liquide présente une courbure dont la concavité est orientée vers ledit réservoir.

8) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite surface en mouvement constitue la surface interne d'un tambour.

Fig. unique -





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 47 0027

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	US-A-3 960 200 (S. KAVESH) * Colonne 5, lignes 19-27; figure 1 * ---	1-3,6-8	B 22 D 11/00 B 22 D 11/06
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 333 (M-534)[2389], 12 novembre 1986; & JP-A-61 137 653 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND. CO. LTD) 25-06-1986 * Résumé * ---	1-3,6	
Y,D	EP-A-0 039 169 (UNITIKA LTD) * Résumé * ---	7-8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 6, no. 134 (M-144)[1012], 21 juillet 1982; & JP-A-57 58 958 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 09-04-1982 * Résumé * -----	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B 22 D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-04-1990	Examineur DOUGLAS K. P. R.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			