

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 001 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

02.12.1998 Bulletin 1998/49(51) Int Cl.⁶: **B06B 1/04**(21) Numéro de dépôt: **98401205.4**(22) Date de dépôt: **19.05.1998**

(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(30) Priorité: **27.05.1997 FR 9706457**(71) Demandeur: **THOMSON MARCONI SONAR SAS
06903 Sophia Antipolis (FR)**

(72) Inventeurs:

- Suppa, Vito,
Thomson-CSF Prop.Int.dept.prot.cons.
94117 Arcueil Cedex (FR)
- Bertheas, Jean,
Thomson-CSF Prop.Int.dept.prot.con
94117 Arcueil Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Desperrier, Jean-Louis**
Thomson-CSF Propriété Intellectuelle,
Département Protection et Conseil TPI/PC,
13, avenue du Prés. Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

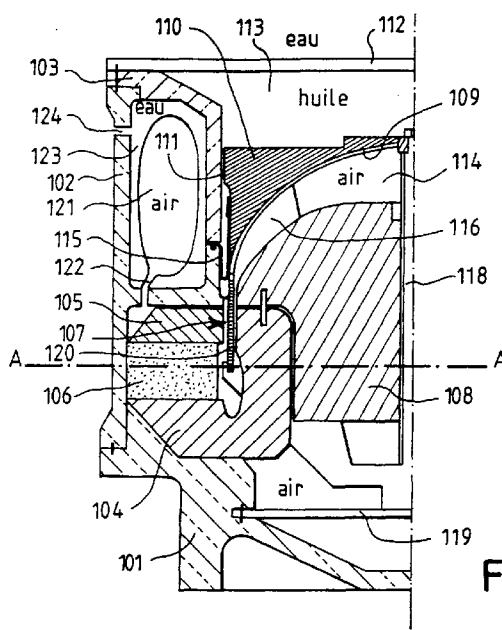
(54) Transducteur électrodynamique pour acoustique sous-marine

(57) L'invention concerne les transducteurs électrodynamiques destinés à émettre des ondes acoustiques dans le milieu marin.

Elle consiste à munir le dôme (109) d'un tel transducteur d'un pavillon (110) coulissant dans le corps (103) du transducteur avec un ajutage (111) dont le jeu est extrêmement réduit. Ceci permet de réduire les effets d'une onde de choc provenant d'une explosion ex-

térieure éventuelle, afin de ne pas déchirer la membrane d'étanchéité (115) entre le pavillon et le corps. Des nervures radiales (116) augmentent la rigidité de cet équipement mobile. Une chambre à air torique et élastique (121) permet de compenser les effets sur l'équipage mobile de la pression hydrostatique et ceux de la pesanteur.

Elle permet d'obtenir des transducteurs résistants aux explosions extérieures.

**FIG.1****EP 0 881 001 A1**

Description

La présente invention se rapporte aux transducteurs du type électrodynamique qui permettent d'émettre au sein de la mer des ondes acoustiques, plus particulièrement des ondes sonores. Ces transducteurs sont particulièrement utiles en technique sonar.

On utilise en acoustique sous-marine des poissons remorqués comportant des appareils électroniques et des transducteurs divers pouvant fonctionner en émission, en réception et éventuellement dans les deux modes.

On sait qu'en basse fréquence, typiquement entre 10 Hz et 1kHz, pour pouvoir émettre une puissance acoustique suffisante il faut déplacer des masses d'eau importantes, ce qui nécessite un déplacement lui-même important de la face active du transducteur. Ceci amène à utiliser dans ce cas généralement des transducteurs du type électrodynamique, qui comprennent un pavillon entraîné par une bobine mobile située dans un entrefer. Ces transducteurs de ce type sont tout à fait semblables aux hauts-parleurs bien connus en acoustique musicale.

Pour pouvoir obtenir la puissance acoustique fréquemment requise dans certaines applications, compte tenu du niveau sonore à atteindre, qui peut atteindre 150 dB à 10 Hz, on est amené à utiliser des transducteurs présentant des dimensions relativement importantes. Ceci entraîne des contraintes, tant en volume qu'en poids, parce que le transducteur doit être immergé dans la mer en étant placé dans un poisson qui doit naviguer à une immersion prédéterminée.

En outre, il est fréquemment requis que le transducteur puisse résister aux explosions qui se produisent parfois dans des applications particulières. L'effet d'une telle explosion sous-marine se traduit par l'application sur le transducteur d'un échelon de pression hydrostatique et d'accélération. Cet échelon est facilement destructeur au niveau du pavillon et de la membrane d'étanchéité entre le pavillon et le boîtier du transducteur.

On connaît plus particulièrement du brevet US 4 466 083 un transducteur électrodynamique pour acoustique sous-marine qui permet effectivement de délivrer une puissance acoustique importante, mais qui est essentiellement conçu pour éviter les problèmes dus à la dissipation thermique correspondant aux pertes de conversion électrique/ acoustique. La structure de ce transducteur ne lui permet pas de résister aux explosions sous-marine. Le cas échéant, celles-ci le rendraient rapidement inutilisable en déchirant sa membrane, en écrasant son dôme et en détériorant ses ressorts de rappel.

Une technique connue pour résister à de telles explosions consiste à placer par dessus le pavillon d'un tel transducteur un dôme percé de trous et lui-même recouvert d'une membrane. Chacun de ces trous forme donc un clapet qui laisse passer les vibrations correspondant aux signaux acoustiques émis par le transducteur et ne laisse pas passer les pics de pression pro-

venant des explosions éventuelles. Un tel système présente toutefois le désavantage d'augmenter le volume et la masse du transducteur, et de diminuer le niveau sonore qu'il peut délivrer.

Pour pallier ces inconvénients, l'invention propose un transducteur électrodynamique pour acoustique sous-marine, du type comprenant un corps muni de pièces polaires définissant un entrefer, un équipage mobile muni d'un dôme prolongé par un cylindre supportant un bobinage coulissant dans cet entrefer, et une membrane flexible assurant l'étanchéité entre l'équipage mobile et le corps, principalement caractérisé en ce qu'il comprend en outre un pavillon surmontant ledit dôme et coulissant dans ledit corps en formant avec celui-ci un ajustage dont la valeur du jeu est fixée de manière à permettre de protéger ladite membrane contre les ondes de choc provenant d'explosions extérieures au transducteur en laminant ces ondes de choc dans ledit ajustage.

Selon une autre caractéristique, l'équipage mobile comporte en outre un ensemble de nervures radiales fixées d'un côté sur la paroi intérieure de cet équipage mobile et réunies de l'autre côté en étoile pour augmenter la raideur de cet équipage mobile et sa résistance aux dites ondes de choc.

Selon une autre caractéristique, le transducteur comporte en outre un ressort fixé sur sa périphérie à la partie inférieure du corps et relié en son centre au centre de l'étoile formée par la réunion des dites nervures, ce ressort permettant de centrer l'équipage mobile suivant l'axe vertical.

Selon une autre caractéristique, il comprend en outre une cavité périphérique ménagée dans le corps et reliée au milieu extérieur par au moins une perforation et une chambre à air torique et élastique contenue dans cette cavité périphérique reliée à la cavité inférieure définie par le corps et l'équipage mobile pour compenser les effets de la pression hydrostatique due à l'immersion; la différence de hauteur entre le pavillon et cette chambre à air permettant de maintenir l'équipage mobile dans une position neutre.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante, faite à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une vue en coupe verticale de la moitié d'un transducteur selon l'invention; et
- la figure 2, une vue horizontale selon le plan AA du transducteur de la figure 1.

Le transducteur selon l'invention représenté sur les deux figures annexées comprend un corps formé d'une embase 101 sur laquelle vient s'emmancher une chemise 102 surmontée d'une coupelle 103. Ces différentes pièces s'emboîtent les unes dans les autres de manière à délimiter des cavités cylindriques de révolution autour de l'axe du transducteur, dans lesquelles vien-

nent s'insérer les autres pièces formant ce transducteur.

Une première cavité cylindrique délimitée entre l'embase et la chemise permet de maintenir un circuit magnétique formé d'une première et d'une deuxième pièces polaires 104 et 105 en forme de couronnes centrées sur l'axe du transducteur. La première pièce polaire 104 est en forme de L avec la branche intérieure du L qui vient déborder à l'intérieur de la chambre centrale du transducteur. La deuxième pièce polaire 105 est en forme de rondelle plate. Toutes deux sont maintenues séparées par un jeu d'aimants 106 sur lesquels elles sont serrées par l'ajustement de la chemise 102 dans l'embase 101. On obtient de cette manière un circuit magnétique qui est seulement interrompu par un entrefer mince 107 présentant la forme d'un cylindre centré sur l'axe du transducteur et venant au ras de la surface latérale intérieure de la coupelle 103.

L'espace central du corps du transducteur forme une deuxième cavité cylindrique dans laquelle un noyau 108, en forme de champignon, vient s'encastrier par sa tige centrale dans l'ouverture circulaire centrale de la pièce polaire 104. La partie inférieure de la tête du noyau, de forme sensiblement hémisphérique, s'appuie sur la partie supérieure de cette même pièce polaire 104.

L'équipage mobile du transducteur est formé par une pièce creuse 109 ayant la forme d'un dôme coiffant une partie cylindrique qui vient s'engager dans l'entrefer 107. Pour que cette pièce soit à la fois très solide, très légère et très rigide, elle est par exemple formée par un tissu de fibres de carbone noyé dans une matrice en résine. Selon l'invention, la surface supérieure du dôme 109 est recouverte d'une pièce 110 dont la surface supérieure est sensiblement plate et qui forme le pavillon radiatif du transducteur. Elle est réalisée, pour être elle-même très légère, par exemple en mousse syntactique.

Le pavillon 110 se comporte donc comme un piston dont la surface extérieure latérale est cylindrique. Ce piston coulisse dans un cylindre formé par la surface intérieure latérale de la coupelle 103, elle-même sensiblement cylindrique. Selon l'invention, ces deux pièces, et plus particulièrement le pavillon 110, sont réalisées de manière à présenter un jeu d'ajustage extrêmement réduit, de l'ordre de 0,2 mm par exemple. On forme ainsi un filtre mécanique qui freine la propagation de l'onde de choc pouvant provenir d'une explosion extérieure éventuelle, en laminant dans cet interstice le fluide dans lequel baigne le pavillon.

Pour protéger le pavillon, la partie supérieure de l'espace central du corps du transducteur est remplie, de manière connue, d'un fluide, une huile par exemple, adapté à la fois à cette protection et à la propagation des ondes acoustiques. Pour éviter que cette huile ne s'échappe, l'espace 113 est clos à sa partie supérieure par une membrane 112, qui est fixée sur le pourtour de la coupelle 103.

Pour permettre le débattement du dôme et du pavillon, la partie inférieure de l'espace central, opposée

à la partie où se situe cette huile, est quant à elle remplie d'air. Pour éviter alors que l'huile contenue dans la partie 113 ne vienne rentrer dans la partie 114 remplie d'air, on utilise une autre membrane d'étanchéité 115, en caoutchouc par exemple, beaucoup plus flexible que la membrane 112 et qui est d'une part fixée sur la paroi latérale extérieure du pavillon 110 et d'autre part sur la paroi latérale intérieure de la coupelle 103. Dans cet exemple de réalisation, cette fixation s'effectue par pincement entre cette coupelle 103 et la chemise 102. Pour permettre un débattement libre et correct de cette membrane entre le pavillon et la coupelle, la surface latérale extérieure du pavillon est usinée à ce niveau pour présenter un retrait par rapport à l'ajutage 111, lequel présente le jeu réduit décrit plus haut, et former un espace libre pour la membrane 115.

A titre de variante, pour éviter que l'huile contenue dans la cavité 113 ne vienne imprégner la mousse syntactique 110 en augmentant sa masse, on peut prévoir d'étanchéifier la surface extérieure de ce pavillon en la recouvrant d'une fine couche composée d'un tissu de fibre de carbone noyé dans une matrice en résine.

En outre, pour que le jeu de l'ajutage 111 puisse être maintenu en dépit des efforts de flexion appliqués sur le dôme 109 et le pavillon 112 lors du débattement de ces pièces quand le transducteur fonctionne avec une puissance d'émission importante, l'invention propose de rigidifier cet ensemble en utilisant un jeu de nervures radiales 116 qui sont réparties sur la périphérie intérieure du dôme 109 et viennent se rejoindre en étoile en dessous de la partie inférieure de la tige du champignon formant le noyau 108. Ces nervures viennent coulisser dans des rainures 117 ménagées dans le noyau 116 et dans la première pièce polaire 104. Ces rainures sont relativement larges au niveau du noyau et sont plus étroites au niveau de la pièce polaire pour minimiser la perte de flux magnétique, qui peut être réduite à une valeur très faible de quelques pour-cents.

Un axe 118 réunit le centre de la partie supérieure du dôme 109 au centre de l'étoile formée par la réunion des nervures 116, en dessous de la face inférieure du noyau 108. Cet axe permet à la fois de rigidifier l'ensemble et d'assurer son centrage vertical par rapport à l'axe du transducteur. Pour assurer cette deuxième fonction, l'axe est fixé par sa partie inférieure au centre d'un ressort plat 119 lui-même fixé circonférentiellement dans la partie inférieure de l'embase 101. Ce ressort, du type connu sous le nom de « flector », est formé d'une rondelle souple et élastique portant des ouvertures circonférentielles permettant de laisser passer l'air librement dans la partie inférieure de l'espace central du transducteur, entre les deux parties délimitées par le plan de ce ressort. Ce ressort assure non seulement le centrage, mais il évite les mouvements de rotation de l'équipage mobile qui viendraient faire frotter les nervures contre les parois des rainures dans lesquelles elles coulisseraient.

L'action motrice qui permet de faire mouvoir l'ensemble dôme/pavillon le long de l'axe du transducteur,

pour émettre les ondes acoustiques, est obtenue par l'interaction entre le champ magnétique qui circule entre les pièces polaires et celui délivré par une bobine 120 bobinée sur les flancs latéraux de la partie cylindrique inférieure du dôme 109. Cette bobine est donc plongée dans l'entrefer existant entre les deux pièces polaires, ce qui réalise le schéma classique d'un transducteur électrodynamique. Cette bobine est alimentée par des moyens non représentés sur la figure et qui sont connus dans l'art.

Outre la fonction de rigidification de l'équipage mobile, les nervures 116 servent également de drain thermique sur toute la hauteur de la bobine 120, pour dissiper la chaleur dégagée à ce niveau en la dirigeant vers les autres parties du transducteur.

La partie 114 interne délimitée par le dôme 109, l'embase 101 dont le fond est fermé, la chemise 102 et la membrane d'étanchéité 115 est remplie d'air pour permettre le débattement de l'équipage mobile, comme on l'a vu plus haut.

Lorsque l'on immerge le transducteur, sous l'effet de la pression hydrostatique l'équipage mobile s'enfonce vers le fond de l'embase 101 en comprimant le ressort 119 et le volume d'air compris dans cette partie 114. Ce mouvement tend bien entendu à modifier les caractéristiques électroacoustiques du transducteur, en particulier en modifiant les positions respectives de la bobine et des pièces polaires.

Pour compenser, au moins en partie, cet effet, on utilise un réservoir de compensation, ou chambre à air, 121 formé d'une poche flexible, en caoutchouc par exemple, soumise à la pression du milieu marin et communiquant avec la partie 114 par l'intermédiaire d'un conduit 122. Selon l'invention, pour protéger cette chambre à air de l'action des explosions éventuelles se produisant dans le milieu marin, celle-ci est de forme toroïdale et est située dans une autre cavité cylindrique interne 123 qui est délimitée à l'intérieur du transducteur par les parois de la chemise 102 et de la coupelle 103. Cette cavité est donc elle-même toroïdale et fermée et elle entoure l'emplacement du pavillon 110. Pour pouvoir soumettre à la pression marine la chambre à air placée dans cette cavité, on a ménagé sur la paroi extérieure latérale de la chemise 102 des petites ouvertures 124 qui permettent à l'eau de mer de pénétrer dans la cavité 123 et de venir comprimer la chambre à air. De cette manière la chambre à air est protégée contre les agressions extérieures mécaniques par les parois de la cavité où elle est située. En outre le diamètre des ouvertures 124 est prévu pour que les ondes de chocs provenant d'une explosion extérieure éventuelle soit atténuées au passage par ces ouvertures, de manière à ce qu'elles ne présentent aucun danger de surpression au niveau de la chambre à air. Ces ouvertures étant rondes, leur diamètre peut être plus important que l'épaisseur de l'ajutage 111.

Les transducteurs de ce type étant généralement prévu pour fonctionner de manière à émettre les ondes

acoustiques vers le bas, donc dans la position inverse de celle représentée sur la figure 1, le mouvement de l'équipage mobile vers le fond du corps 101 sous l'effet de la pression hydrostatique est alors contrarié simultanément par l'action du ressort 119, l'action de la pesanteur sur l'ensemble de l'équipage mobile, et l'action de la pression hydrostatique sur la chambre à air 121.

Pour équilibrer dans cette position l'équipage mobile dans une position telle que le ressort 119 soit dans sa position de repos, la pression sur la surface du pavillon équilibrant alors la pression sur la chambre à air, l'invention propose de dimensionner ces différentes pièces de telle manière qu'il y ait une différence Δh entre le plan de la surface extérieure du pavillon et la position moyenne de la chambre à air; cette distance étant telle que la différence de pression hydrostatique entre cette surface et la chambre à air, due à la différence des immersions, équilibre le poids de l'équipage mobile. Le calcul montre qu'avec une valeur M pour la masse de l'équipage mobile, une surface S pour la surface émissive du pavillon et une masse volumique ρ pour le milieu marin, cette différence d'altitude est donnée par :

$$\Delta h = M/S\rho$$

En prenant des valeurs, courantes pour un tel pavillon, de 200 mm de diamètre et de 1,5 kilos, la différence d'altitude est alors égale à 48 mm.

Au fur et à mesure que l'on immerge le transducteur, la position de l'équipage mobile reste alors sensiblement fixe alors que la chambre à air se rétracte. Ce phénomène se déroule jusqu'à ce que la chambre à air soit totalement rétractée. On est alors à une immersion maximale à partir de laquelle il ne peut plus y avoir de compensation de la pression hydrostatique. En posant V_T = le volume d'air dans le transducteur, V_C = le volume d'air dans la chambre, $p_{\max}$ la pression à l'immersion maximale et $p_{\min}$ celle à l'immersion minimale, la relation entre ces valeurs est donnée par :

$$p_{\max} V_T = p_{\min} (V_T + V_C)$$

Cette formule permet, pour une construction donnée, d'obtenir la valeur maximale de l'immersion, et pour une valeur maximale d'immersion souhaitée, d'obtenir la valeur du volume de la chambre à air, et donc son dimensionnement ainsi que celui des pièces qui la contiennent.

Ainsi par exemple un transducteur devant être immergé à une profondeur de 30 m devra avoir une chambre à air dont le volume est sensiblement égal à 3 fois le volume d'air dans le reste du transducteur. On remarque ainsi l'intérêt du noyau 118 qui permet de minimiser le volume interne du transducteur, et donc d'augmenter la profondeur d'immersion toutes choses étant égales par ailleurs.

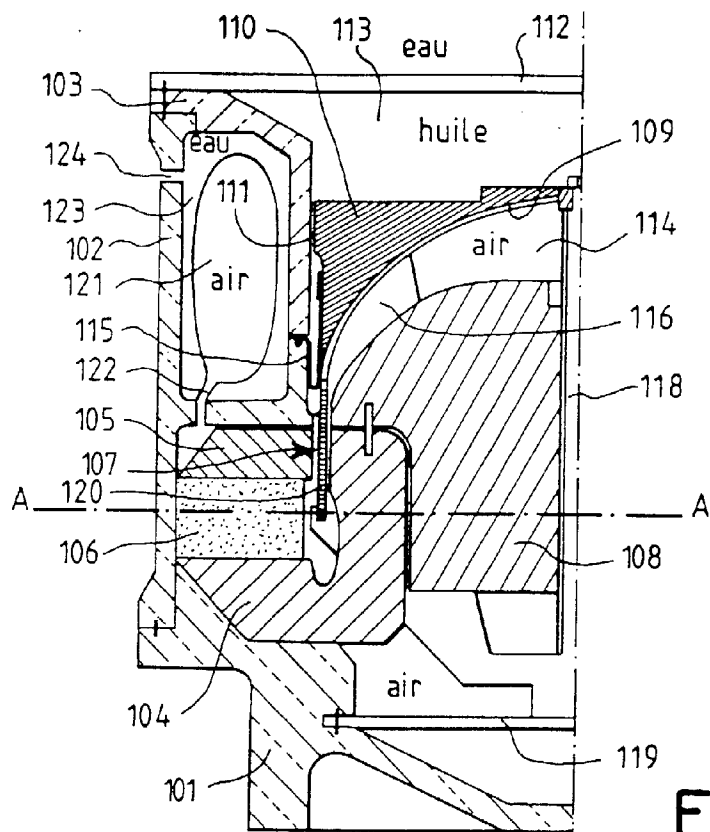


FIG.1

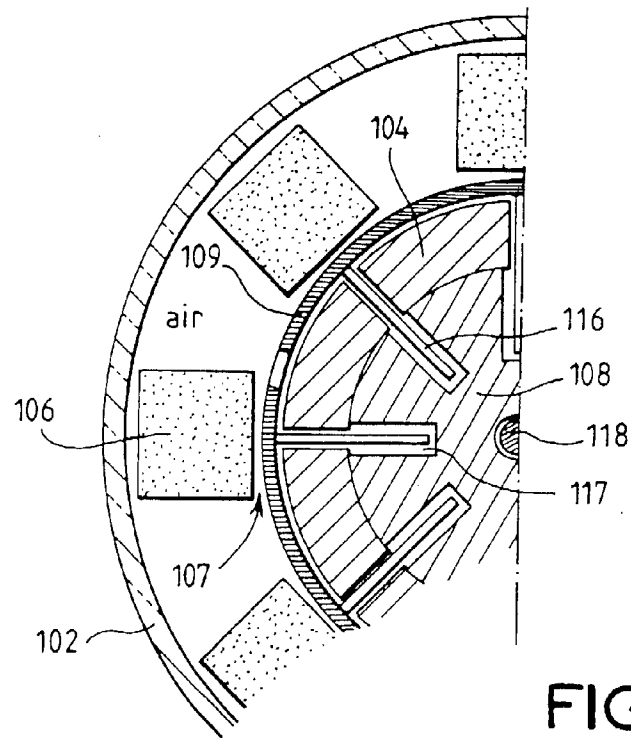


FIG.2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 1205

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.6)
A,D	US 4 466 083 A (WILLARD BERNARD S ET AL) 14 août 1984 * colonne 2, ligne 39 - ligne 43; figure 1 *	1	B06B1/04
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 251 (E-432), 28 août 1986 & JP 61 080996 A (HITACHI LTD), 24 avril 1986 * abrégé *	1	
A	--- US 2 545 961 A (S.E. LEVY) 20 mars 1951 * colonne 4, ligne 52 - ligne 69; figure 1 *	1	
A	--- CA 1 161 895 A (CANADA MAJESTY IN RIGHT OF) 7 février 1984 * page 3, ligne 7 - ligne 12; figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B06B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 9 septembre 1998	Examineur Anderson, 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 03.92 (P4/C02)