

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 692 692 A1

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
17.01.1996 Bulletin 1996/03

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F28F 1/32, B21D 53/08

(21) Numéro de dépôt: 95110946.1

(22) Date de dépôt: 12.07.1995

(84) Etats contractants désignés:  
DE ES GB IT SE

(72) Inventeur: Potier, Michel  
F-78120 Rambouillet (FR)

(30) Priorité: 15.07.1994 FR 9408819

(74) Mandataire: Gamonal, Didier et al  
F-94004 Créteil (FR)

(71) Demandeur: VALEO THERMIQUE MOTEUR  
F-78320 Le Mesnil Saint-Denis (FR)

**(54) Tube à section transversale oblongue pour échangeur de chaleur**

(57) L'invention concerne un tube pour échangeur de chaleur de chaleur.

vexité tournée vers l'intérieur du tube, si bien que le tube (20) présente une largeur extérieure restreinte ( $\ell$ ) dans une région où les flancs longitudinaux (22) sont les plus proches l'un de l'autre.

Le tube (20) présente, avant déformation, une section transversale de forme oblongue sensiblement homologue à celle d'un trou (12) d'une ailette (10), le tube (20) comportant deux flancs longitudinaux (22) en regard l'un de l'autre qui sont incurvés et ont leur con-

Application aux échangeurs de chaleur pour véhicules automobiles.

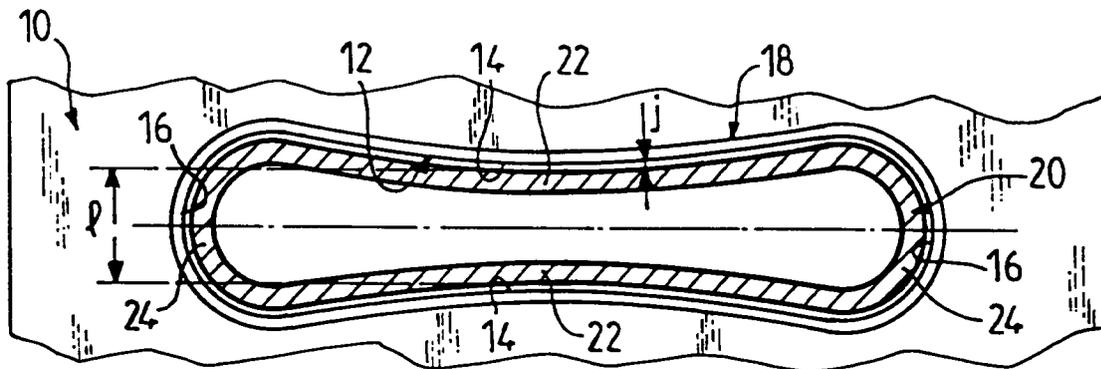


FIG.3

EP 0 692 692 A1

## Description

L'invention se rapporte à un tube à section transversale oblongue pour un échangeur de chaleur, en particulier de véhicule automobile.

Elle concerne aussi un échangeur de chaleur comprenant une multiplicité d'ailettes traversées par de tels tubes pour former un faisceau.

L'invention concerne plus particulièrement un tube pour échangeur de chaleur, propre à traverser une multiplicité d'ailettes par des trous qui présentent ces dernières et à être ensuite appliqué sous pression contre les bords des trous par déformation de sa paroi, chaque trou ayant une section transversale oblongue telle que le bord du trou présente des parties longitudinales en regard l'une de l'autre qui sont incurvées et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du trou.

On connaît déjà par le Brevet français No 77 27358 (publié sous le No 2 402 850), un tube de ce type qui présente, avant déformation, une section transversale oblongue avec deux flancs longitudinaux sensiblement parallèles, cette section transversale pouvant même affecter la forme d'un ovale plus ou moins elliptique.

Selon le Brevet précité, on réalise un échangeur de chaleur en partant d'une pluralité de tubes ayant une telle section transversale oblongue et d'une multiplicité d'ailettes présentant en alignement des trous oblongs ayant la forme définie précédemment.

On enfle alors les tubes dans les trous alignés des ailettes puis on déforme les tubes par expansion ou dilatation de manière à les appliquer sous pression contre les bords des trous qui sont généralement entourés par des collets.

Après déformation des tubes, leurs parois épousent étroitement la forme des trous et affectent alors une section transversale correspondant à celle des trous des ailettes.

Mais, du fait que les tubes ont, avant déformation, des flancs longitudinaux sensiblement parallèles entre eux (voire concaves vers l'intérieur), alors que les bords des trous des ailettes ont des parties longitudinales incurvées à convexité tournée vers l'intérieur, il en résulte que ces tubes subissent une forte striction lors de leur déformation.

Cette striction se produit avant tout dans les parties arrondies, à faible rayon de courbure, qui relient les flancs longitudinaux des tubes.

En effet, le jeu entre le bord du trou de l'ailette et le tube (au niveau des parties arrondies du tube) est plus important que le jeu minimal nécessaire à l'enfilage du tube au travers des trous alignés des ailettes.

Cette striction peut générer l'éclatement du tube lors de l'évasement de ses extrémités après assemblage des collecteurs ou plaques à trous qui sont prévus habituellement aux extrémités du faisceau pour recevoir des boîtes à eau.

Un autre inconvénient de cette technique antérieure réside dans le fait que le gain potentiel de performance

que pourrait apporter ce profil de tube ne peut être exploité.

En effet, pour un tube qui aurait un rayon de courbure (dans les parties arrondies) identique avant expansion et une largeur égale après expansion, il est préférable d'utiliser un trou d'ailette et un tube de forme ovale car ce tube a une résistance aérodynamique à l'air plus faible, et cela pour une section interne sensiblement équivalente à celle d'un tube après expansion tel qu'obtenu par le Brevet français précité.

L'invention a notamment pour but de surmonter de tels inconvénients.

Elle propose en conséquence un tube pour échangeur de chaleur, du type défini précédemment, lequel tube présente, avant déformation, une section transversale ayant une forme sensiblement homologue à celle du trou et comportant deux flancs longitudinaux en regard l'un de l'autre qui sont incurvés et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du tube, en sorte que le tube présente une largeur extérieure restreinte dans une région où les flancs longitudinaux sont les plus proches l'un de l'autre.

Ainsi, conformément à l'invention, la section transversale du tube, avant déformation, est sensiblement homologue à celle du trou de l'ailette et présente une forme analogue avec des flancs longitudinaux incurvés ayant une courbure de même sens que celle des parties longitudinales des bords des trous.

Ainsi, les flancs longitudinaux du tube et les parties longitudinales du trou ont des convexités de même sens, ce qui n'était pas le cas de la technique antérieure.

Il en résulte que le jeu compris entre le trou de l'ailette et le tube, notamment au niveau des parties arrondies et à faible rayon de courbure du tube, peut être faible, c'est-à-dire égal au jeu minimal nécessaire à l'enfilage du tube dans les trous des ailettes.

Lorsque le tube est ensuite déformé par expansion ou dilatation, il subit une faible striction, notamment à ses extrémités arrondies à faible rayon de courbure, ce qui évite tout risque d'éclatement ultérieur du tube.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la section transversale du tube avant déformation et la section transversale du trou sont choisies telles qu'il existe un jeu d'épaisseur sensiblement constante entre le bord du trou et le tube avant déformation, et cela sur toute la périphérie du tube.

Ce jeu d'épaisseur sensiblement constante correspond alors au jeu minimal nécessaire à l'enfilage du tube dans les trous alignés des ailettes.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les deux flancs longitudinaux incurvés du tube sont raccordés entre eux par deux parties arrondies de forme sensiblement circulaire et de rayon choisi.

Ce rayon des extrémités arrondies est choisi tel que soit vérifiée la relation  $l < 2r$ , où  $l$  représente la largeur extérieure restreinte du tube avant déformation et  $r$  le rayon des parties arrondies.

Cette caractéristique permet d'optimiser le jeu entre le tube et le trou de l'ailette et ainsi de réduire l'effort d'expansion et la striction du tube.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le rayon  $r$  des extrémités arrondies est tel que soit vérifiée la relation  $r < 4e$ , où  $e$  désigne l'épaisseur de la paroi du tube avant déformation.

Cette seconde caractéristique est la condition nécessaire pour que le tube à flancs longitudinaux incurvés vers l'intérieur ait un coefficient de convexion plus élevé que celui d'un tube de section ovale ayant un rayon  $r$  minimal.

Sous un autre aspect, l'invention concerne un échangeur de chaleur qui comprend une multiplicité d'ailettes ayant des trous de section transversale oblongue telle que le bord du trou présente des parties longitudinales en regard l'un de l'autre, qui sont incurvés et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du trou, ainsi qu'au moins un tube tel que défini précédemment, dont la paroi a été déformée sous pression de manière à être appliquée contre les bords des trous.

Dans la description qui suit, faite seulement à titre d'exemple, on se réfère au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue de face d'une partie d'ailette;
- la figure 2 est une vue en section transversale d'un tube selon l'invention avant déformation;
- la figure 3 est une vue analogue à celle de la figure 1 après enfilage du tube de la figure 2;
- la figure 4 est une vue analogue à la figure 3 après déformation de la paroi du tube, par dilatation ou expansion pour réaliser l'assemblage entre le tube et les ailettes; et
- la figure 5 est une vue partielle en coupe suivant la ligne V-V de la figure 4.

On se réfère tout d'abord à la figure 1 qui montre une partie d'une ailette 10 de forme générale rectangulaire qui comporte une multiplicité de trous 12 qui, dans l'exemple, sont disposés suivant une seule rangée.

Chacun des trous 12 possède une section transversale oblongue telle que le bord du trou présente deux parties longitudinales 14 situées en regard l'une de l'autre, qui sont incurvées et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du trou.

Les deux parties longitudinales 14 sont raccordées par deux parties d'extrémité 16 de forme arrondie qui présentent un rayon de courbure  $R$  de valeur choisie.

Le trou 12 présente ainsi, dans la région où les deux parties longitudinales 14 sont le plus proches l'une de l'autre, une largeur intérieure restreinte  $L$  qui est inférieure à  $2R$ .

Le trou 12 est bordé, sur tout son pourtour, par un collet 18 de même forme.

On se réfère maintenant à la figure 2 qui représente un tube 20 selon l'invention, avant déformation.

Le tube 20 possède une section transversale oblongue de forme sensiblement homologue à celle du trou 12, mais de dimension inférieure pour permettre

l'enfilage du tube 20, avant déformation, au travers des trous alignés d'une multiplicité d'ailettes 10 disposées parallèlement entre elles.

Le tube 20 est formé d'un métal ou alliage métallique déformable et il comporte deux flancs longitudinaux 22, disposés en regard l'un de l'autre, qui sont incurvés et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du tube. Autrement dit, les flancs longitudinaux 22 ont une courbure de même sens que les parties longitudinales 14 du trou 12.

Les deux flancs 22 sont raccordés entre eux par deux parties incurvées 24 de forme circulaire présentant un rayon de courbure  $r$  qui est inférieur à  $R$ .

Ainsi, dans la région où les deux flancs 22 sont les plus proches l'un de l'autre, le tube 20 présente une largeur extérieure restreinte  $\ell$  telle que  $\ell < 2r$ .

Le tube 20 possède une paroi déformable 26 ayant une épaisseur  $e$  sensiblement constante.

Comme on le voit sur la figure 3, la section transversale du trou 12 et la section transversale du tube 20 sont homologues et choisies de telle sorte qu'il existe un jeu  $j$  d'épaisseur sensiblement constante entre le bord du trou 12 et le tube 20 avant déformation, et cela sur toute la périphérie du tube.

Selon une première caractéristique du tube 20, celui-ci satisfait à la relation  $\ell < 2r$ , ce qui permet d'optimiser le jeu  $j$  entre le tube et le trou de l'ailette et de réduire l'effort d'expansion et la striction du tube lors de sa déformation ultérieure.

Le tube 20 satisfait également la relation  $r < 4e$ , où  $e$  désigne, comme déjà indiqué, l'épaisseur de la paroi 26 du tube avant déformation.

Cette seconde caractéristique est une condition nécessaire pour que le tube ait un coefficient de convexion plus élevé que celui d'un tube ovale de rayon  $r$  minimal.

On se réfère maintenant aux figures 4 et 5 pour décrire le procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

Pour réaliser un tel échangeur de chaleur, on part d'une multiplicité d'ailettes 10 disposées parallèlement entre elles, de telle sorte que leurs trous respectifs 12 soient alignés, comme montré à la figure 5.

On part également d'au moins un tube 20 non déformé tel que décrit précédemment.

Le tube 20 est ensuite enfilé au travers des trous 12 alignés des ailettes, par déplacement axial du tube dans la direction d'alignement des trous. Puis, le tube 20 est déformé par expansion ou dilatation, par exemple au moyen d'un outil du type "olive" (non représenté) introduit axialement dans le tube.

Le tube est ainsi appliqué sous pression contre les bords des trous et contre les collets des trous.

La déformation du tube s'effectue uniformément sur toute sa périphérie, comme montré schématiquement par les flèches sur la figure 4.

La paroi 26 du tube vient ainsi s'appliquer étroitement contre les collets des ailettes pour assurer l'assemblage du tube avec les ailettes et en même temps une bonne liaison thermique entre eux.

Du fait que le jeu  $j$  entre le trou et le tube était sensiblement constant sur toute la périphérie du tube, ce dernier subit une expansion uniforme d'où il résulte une faible striction, notamment au niveau des parties arrondies de sa section.

5

L'invention convient tout particulièrement à la réalisation d'échangeurs de chaleur pour véhicules automobiles, en particulier de radiateurs de refroidissement du moteur ou de radiateurs servant au chauffage de l'habitacle.

10

## Revendications

1. Tube pour échangeur de chaleur, propre à traverser une multiplicité d'ailettes (10) par des trous (12) que présentent ces dernières, et à être ensuite appliqué sous pression contre les bords des trous (12) par déformation de sa paroi (26), chaque trou (12) ayant une section transversale oblongue telle que le bord du trou présente des parties longitudinales (14) en regard l'une de l'autre qui sont incurvées et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du trou, caractérisé en ce que le tube (20) présente, avant déformation, une section transversale ayant une forme sensiblement homologue à celle du trou et comportant deux flancs longitudinaux (22) en regard l'un de l'autre qui sont incurvés et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du tube, en sorte que le tube (20) présente une largeur extérieure restreinte ( $\ell$ ) dans une région où les flancs longitudinaux (22) sont les plus proches l'un de l'autre.
2. Tube selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section transversale du tube (20) avant déformation et la section transversale du trou (12) sont choisies telles qu'il existe un jeu ( $j$ ) d'épaisseur sensiblement constante entre le bord du trou (12) et le tube (20) avant déformation, et cela sur toute la périphérie du tube.
3. Tube selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les deux flancs longitudinaux incurvés (22) du tube sont raccordés entre eux par deux parties arrondies (24) de forme sensiblement circulaire et de rayon ( $r$ ) choisi.
4. Tube selon la revendication 3, caractérisé en ce que le rayon ( $r$ ) des parties arrondies (24) est tel que soit vérifiée la relation ( $\ell < 2r$ ).
5. Tube selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le rayon ( $r$ ) des parties arrondies (24) est tel que soit vérifiée la relation ( $r < 4e$ ) où ( $e$ ) désigne l'épaisseur de la paroi (26) du tube avant déformation.
6. Echangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend une multiplicité d'ailettes (10) ayant des trous

(12) de section transversale oblongue telle que le bord du trou présente des parties longitudinales (14) en regard l'une de l'autre, qui sont incurvées et ont leur convexité tournée vers l'intérieur du trou, ainsi qu'au moins un tube (20) selon l'une des revendications 1 à 5, dont la paroi (26) a été déformée sous pression de manière à être appliquée contre les bords respectifs des trous (12).

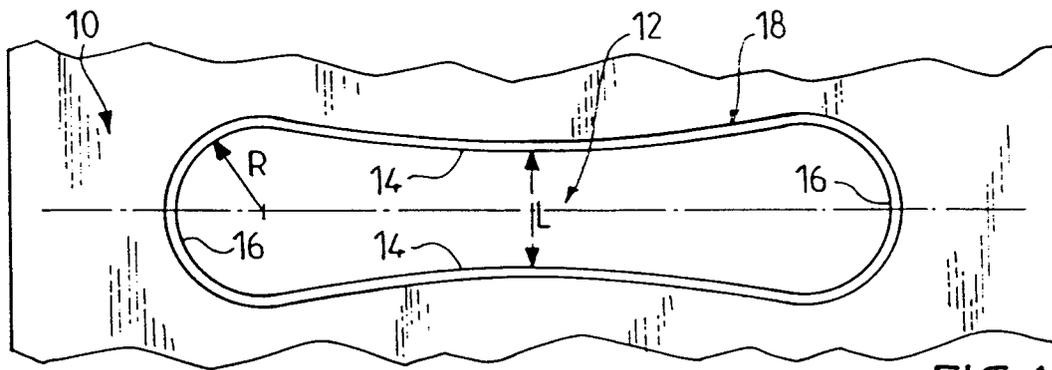


FIG. 1

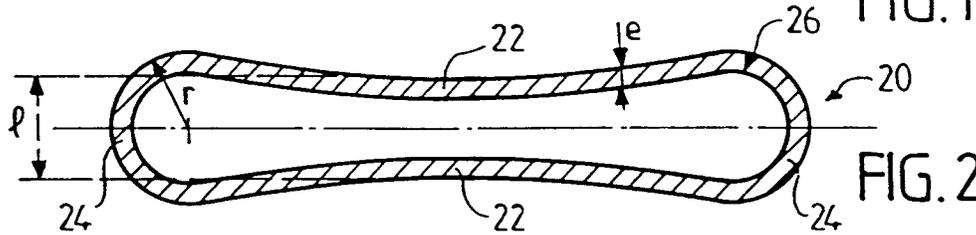


FIG. 2

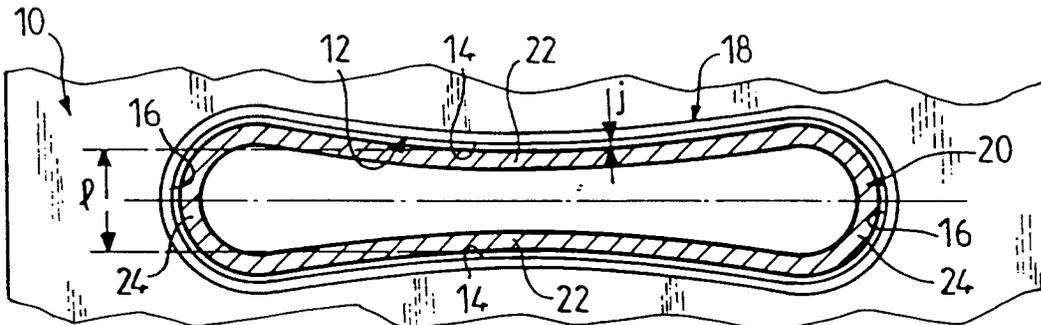


FIG. 3

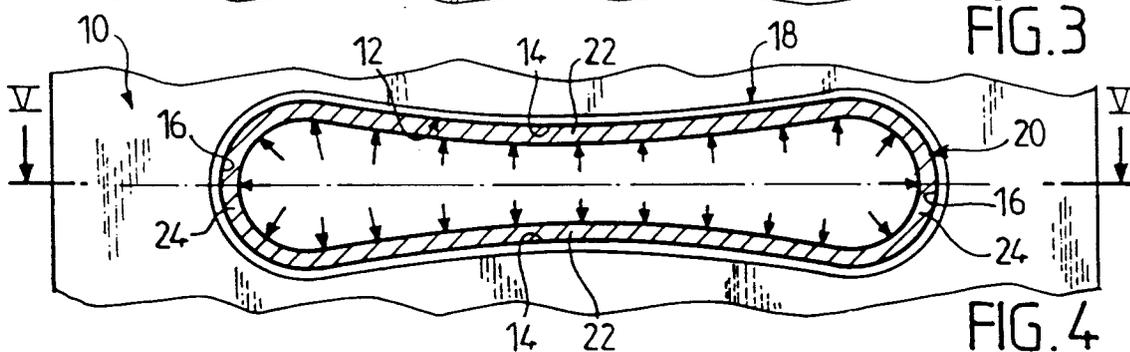


FIG. 4

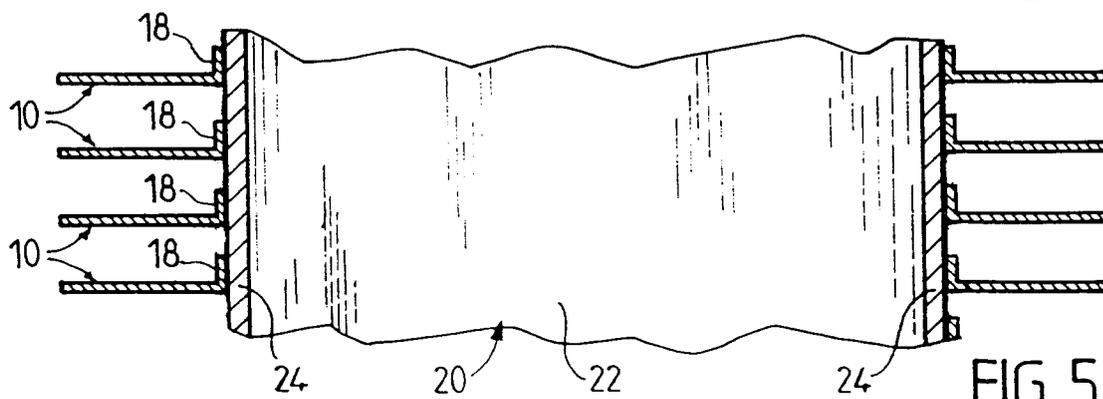


FIG. 5



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 11 0946

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)
D,Y	FR-A-2 402 850 (FERODO SA) 6 Avril 1979 * page 3, ligne 3 - page 5, ligne 8; figures *	1,6	F28F1/32 B21D53/08
Y	--- US-A-1 502 301 (FEDDERS) 22 Juillet 1924 * page 1, ligne 99 - page 2, ligne 19; figure 4 *	1,6	
A	--- US-A-4 327 800 (MILLER KENNETH J) 4 Mai 1982 * page 4, ligne 15 - ligne 43; figures 2,3 *	3,4	
A	--- FR-A-2 475 709 (CHAUSSON USINES SA) 14 Août 1981 * page 5, ligne 26 - page 6, ligne 10; figures 10,11 *	1	
A	--- DE-A-43 43 731 (VAILLANT JOH GMBH & CO) 30 Juin 1994 * abrégé; figures 6-9 *	1,6	
A	--- DE-A-20 30 063 (S.A. DES USINES CHAUSSON) 7 Janvier 1971 * page 3, dernier alinéa - page 4, alinéa 1; figures 1,3 *	2	
A	--- FR-A-2 380 088 (THERMAL WAERME KAELTE KLIMA) 8 Septembre 1978 * page 8, ligne 4 - page 9, ligne 22; figures 3,4 *	2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			F28F B21D
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		5 Septembre 1995	Eccetto, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)