



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93400182.7**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **H01B 7/00, H01B 11/18**

(22) Date de dépôt : **26.01.93**

(30) Priorité : **28.01.92 FR 9200869**

(43) Date de publication de la demande :  
**04.08.93 Bulletin 93/31**

(84) Etats contractants désignés :  
**BE DE ES FR GB IT**

(71) Demandeur : **FILOTEX S.A. dite**  
**140-146, rue Eugène Delacroix**  
**F-91210 Draveil (FR)**

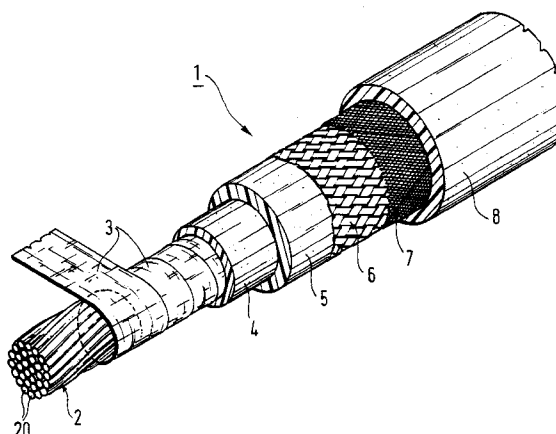
(72) Inventeur : **Dunand, Michel**  
**16, quai des Tilleuls**  
**F-91270 Vigneux sur Seine (FR)**  
Inventeur : **Vaille, François**  
**44, chemin des Bas-Vignons**  
**F-91000 Corbeil Essonnes (FR)**

(74) Mandataire : **Buffiere, Michelle et al**  
**SOSPI 14-16 rue de la Baume**  
**F-75008 Paris (FR)**

(54) **Câble électrique haute fréquence.**

(57) La présente invention concerne un câble électrique haute fréquence comportant au moins un conducteur électrique intérieur comprenant un toron (2) de fils conducteurs (20), caractérisé en ce qu'un ruban métallique (3) est rubané avec recouvrement autour du toron (2).

**FIG. 1**



La présente invention concerne un câble électrique haute fréquence, et en particulier un câble coaxial ou à paire symétrique.

Les câbles électriques haute fréquence occupant l'espace le plus restreint possible, c'est-à-dire capables de supporter des contraintes de flexion, et donc des courbures, importantes, sont de plus en plus recherchés à l'heure actuelle dans le but de gagner de la place notamment dans les applications spatiales, militaires ou aéronautiques. On demande de plus à ces câbles très souples d'avoir une endurance mécanique (c'est-à-dire une bonne résistance à des contraintes répétées périodiquement) et des performances électriques acceptables compte-tenu des applications effectuées.

C'est en général au niveau des conducteurs intérieurs de ces câbles que se pose le problème de la souplesse.

On connaît notamment actuellement deux types de câbles coaxiaux répondant soit à des exigences en termes de souplesse, soit à des exigences en termes d'affaiblissement linéique.

Un premier type de câble coaxial à faible affaiblissement linéique comporte par exemple, disposés coaxialement de l'intérieur vers l'extérieur :

- une âme centrale constituée d'un conducteur métallique massif, appelée âme massive,
- une enveloppe en un matériau diélectrique, de densité en général supérieure à 1,
- un conducteur extérieur constitué par exemple d'une tresse de rubans métalliques à laquelle est superposée une tresse de fils de section circulaire,
- une gaine extérieure de protection en un matériau isolant.

Un câble de ce type est considéré comme satisfaisant du point de vue de son affaiblissement linéique : ce dernier est de l'ordre de 0,12 à 0,13 dB/m à 1 GHz pour un câble de 10 mm de diamètre.

En revanche, un tel câble présente un rayon de courbure minimal égal environ à huit fois son diamètre extérieur et une endurance mécanique médiocre. Pour des rayons de courbure inférieurs à la valeur précédente, l'âme massive du câble subit des dégradations préjudiciables. C'est d'ailleurs grâce à l'utilisation d'un matériau de densité supérieure à 1 pour l'enveloppe que l'âme centrale est maintenue mécaniquement et permet de garantir les valeurs d'affaiblissement linéique données ci-dessus lorsque le rayon de courbure imposé au câble est égal à huit fois son diamètre extérieur.

Pour augmenter la souplesse de ces câbles, on a alors pensé à remplacer l'âme centrale massive par un toron de fils conducteurs constituant "l'âme divisée" du câble, et le matériau diélectrique constituant l'enveloppe par un matériau de densité en général inférieure à 1.

Dans ce cas, les rayons de courbure minimaux at-

teints sont de l'ordre de quatre à cinq fois le diamètre extérieur du câble, ce qui représente un gain important par rapport aux câbles à âme massive précédents, et l'endurance mécanique est améliorée.

Néanmoins, les performances électriques de ces câbles sont peu satisfaisantes comparées à celles des câbles à âme massive. Notamment, l'affaiblissement linéique pour un câble à âme divisée dont le conducteur central a un diamètre sur âme égal au diamètre de l'âme massive du câble à âme massive correspondant (on appelle diamètre sur âme le diamètre du cercle circonscrit au toron) est de l'ordre de 30% supérieur à celui du câble à âme massive.

Des problèmes similaires sont observés dans les câbles à paire symétrique, dans lesquels deux conducteurs intérieurs isolés, massifs, ou divisés, sont insérés dans une gaine de protection.

Ainsi, les conducteurs intérieurs utilisés dans les différents câbles électriques haute fréquence connus ne permettent pas de répondre à la fois aux exigences en termes de performances électriques (affaiblissement linéique proche de 0,12 à 0,13 dB/m environ à 1 GHz pour un câble de 10 mm de diamètre), et aux exigences de souplesse (rayon de courbure minimal de l'ordre de trois à cinq fois le diamètre extérieur du câble) et d'endurance mécanique.

La présente invention a donc pour but de réaliser un câble électrique haute fréquence ayant un affaiblissement linéique comparable à celui des câbles à âme massive et un rayon de courbure et une endurance mécanique comparables à ceux des câbles à âme divisée.

La présente invention propose à cet effet un câble électrique haute fréquence comportant au moins un conducteur électrique intérieur comprenant un toron de fils conducteurs, caractérisé en ce qu'un ruban métallique est rubané avec recouvrement autour du dit toron.

Grâce à ce ruban métallique, on conserve la souplesse de l'âme divisée tout en assurant une meilleure répartition des densités de courant à la surface du conducteur, ce qui permet d'obtenir une meilleure répartition du champ électromagnétique dans le câble électrique haute fréquence selon l'invention ; ceci garantit le long d'un tel câble un affaiblissement linéique supérieur de 10% au maximum à celui d'un câble identique possédant une âme massive de même diamètre que celui de l'ensemble toron-ruban.

Avantageusement, une enveloppe en un matériau diélectrique, appelée peau diélectrique, est disposée autour du ruban métallique de manière à le maintenir mécaniquement.

La peau diélectrique peut être obtenue par extrusion ou rubanage autour du ruban métallique.

Lorsqu'elle est extrudée autour du ruban métallique, elle peut être constituée de polytétrafluoroéthylène (PTFE), de résine perfluoroalkoxy (PFA), de copolymère d'éthylène et de propylène fluoré (FEP),

d'éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE), de polyéther-éthercétone (PEEK), de polyéthylène (PE) ou de polypropylène (PP).

La peau diélectrique peut aussi être constituée d'un ruban à base de PTFE ou d'un ruban composite à base de polyimide et de PTFE, ou de polyimide et de FEP, ou de polyimide et de résine PFA, rubané avec recouvrement autour du ruban métallique et dont les spires peuvent être ou non soudées entre elles.

Avantageusement, le matériau constituant la peau diélectrique est massif pour permettre un maintien mécanique suffisant du ruban métallique.

Un câble coaxial selon l'invention peut comporter, disposés coaxialement de l'intérieur vers l'extérieur autour d'un conducteur intérieur :

- une enveloppe en un matériau diélectrique,
- un conducteur extérieur,
- une gaine de protection extérieure en un matériau isolant.

Le matériau diélectrique constituant l'enveloppe est de préférence expansé et a une densité inférieure à la moitié de celle du même matériau non expansé. Le câble est ainsi rendu plus souple.

Un câble à paire symétrique selon l'invention comporte deux conducteurs intérieurs assemblés en hélice ou disposés en long et entourés chacun d'une enveloppe en un matériau diélectrique.

Ce matériau est de préférence expansé et a une densité inférieure à la moitié de celle du même matériau non expansé.

L'ensemble des deux conducteurs peut être recouvert d'une gaine diélectrique. Cette dernière peut en outre être entourée d'un blindage.

Le câble à paire symétrique ainsi constitué peut être protégé au moyen d'une gaine de protection extérieure en un matériau isolant.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante d'un câble électrique selon l'invention, donnée à titre illustratif et nullement limitatif.

Dans les figures suivantes :

- la figure 1 représente en perspective éclatée un câble coaxial selon l'invention,
- la figure 2 représente en perspective éclatée un câble à paire symétrique selon l'invention.

Le câble 1 comprend, disposés coaxialement de l'intérieur vers l'extérieur :

- un toron 2 de fils métalliques 20, le diamètre sur âme du toron 2 étant de 3,1 mm,
- un ruban métallique 3 en cuivre argenté par exemple, rubané autour du toron 2 avec recouvrement, de sorte que le diamètre de l'ensemble est de 3,2 mm,
- une enveloppe 4, appelée également peau diélectrique, en PTFE massif de densité environ égale à 2 et d'épaisseur égale à 0,15 mm environ,

- une enveloppe 5 en PTFE expansé de densité inférieure à 1, et d'épaisseur égale à 2,2 mm,
- une tresse 6 de rubans métalliques à laquelle est superposée une tresse 7 de fils métalliques de section circulaire, le diamètre de l'ensemble étant alors de 8,8 mm,
- une gaine extérieure de protection 8 en un matériau isolant, d'épaisseur égale à 0,5 mm.

Le ruban 3 confère à l'âme divisée 2 des propriétés électriques peu éloignées de celles d'une âme massive tout en garantissant au câble 1 la même souplesse qu'un câble à âme divisée classique. Ainsi, l'affaiblissement linéique du câble 1 est de l'ordre de 10% supérieur à celui d'un câble à âme massive en tout point identique par ailleurs, et le rayon de courbure minimal atteint est de trois à cinq fois le diamètre extérieur du câble. Le câble selon l'invention permet donc d'associer les avantages d'un câble à âme massive et ceux d'un câble à âme divisée.

Par ailleurs, lorsque le câble est utilisé à des fréquences élevées (typiquement de l'ordre de 100 MHz), une très faible épaisseur de métallisation suffit au niveau du conducteur central, et ce en raison de l'effet de peau ; alors que l'âme divisée des câbles souples classiques est peu performante aux hautes fréquences du fait de l'irrégularité de sa surface extérieure, le câble selon l'invention permet une utilisation optimale grâce à la présence d'un ruban métallique de faible épaisseur, compatible avec l'épaisseur de peau.

En outre, la peau diélectrique 4 assure un maintien mécanique du ruban 3 lorsque le câble 1 est soumis à des contraintes de flexion, ce qui permet d'éviter, le cas échéant, l'ouverture du ruban 3. En effet, l'ouverture du ruban 3 risquerait d'entraîner des variations indésirables de l'affaiblissement linéique du câble autour de sa valeur nominale, et l'enveloppe 5, généralement constituée d'un matériau de faible densité (pour des raisons électriques), peut ne pas suffire à effectuer ce maintien. On utilise donc la peau diélectrique 4, fine et rigide et constituée d'un matériau diélectrique pour maintenir éventuellement le ruban 3.

Bien évidemment, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, et elle peut s'appliquer, si le besoin s'en fait sentir, à d'autres types de câbles haute fréquence que les câbles coaxiaux.

L'invention s'applique par exemple aux câbles dits à paire symétrique (par opposition aux câbles coaxiaux qui sont parfois appelés câbles à paire coaxiale).

Ces câbles comportent habituellement deux âmes divisées 12 et 12' (voir figure 2) éventuellement entourées l'une et l'autre d'une enveloppe en un matériau diélectrique 15, 15' du même type que l'enveloppe 5, et placées côte à côte ou assemblées en hélice. L'ensemble peut être recouvert d'une gaine dié-

lectrique 30, puis d'un blindage métallique 16, 17, et peut être protégé par une gaine externe de protection 18 en un matériau isolant. Selon l'invention, chacun des conducteurs intérieurs (âmes) 12, 12' du câble 10 à paire symétrique représenté en figure 2 est entouré d'un ruban métallique 13, 13' puis éventuellement d'une peau diélectrique 14, 14' avant d'être isolé si besoin est au moyen de l'enveloppe 15, 15' en un matériau diélectrique.

Quel que soit le type de câble, la peau diélectrique peut être obtenue par rubanage ou extrusion, et constituée d'un autre matériau diélectrique que le PTFE. Elle peut par exemple être constituée d'un ruban à base de polyimide et de PTFE comme le "KAPTON" (marque déposée). Elle doit cependant avoir une densité suffisante, c'est-à-dire en pratique être constituée d'un matériau non expansé (ou massif) pour permettre le maintien mécanique du ruban métallique. La peau diélectrique n'est pas nécessaire dans tous les cas, et le câble selon l'invention peut ou non en être muni.

L'enveloppe diélectrique peut être obtenue par rubanage ou extrusion. Elle peut être constituée de tout autre matériau diélectrique que le PTFE expansé, par exemple du PE expansé, du moment que sa densité n'empêche pas le câble d'atteindre les rayons de courbure et l'endurance souhaités.

Lorsque l'enveloppe diélectrique et/ou la peau diélectrique sont rubanées, elles peuvent subir un traitement thermique classique à chaud permettant de souder entre elles les différentes spires du rubanage et d'obtenir une enveloppe homogène de bonne tenue mécanique.

D'autre part, le conducteur extérieur peut être constitué d'une seule tresse métallique à base de rubans ou de fils, ou d'un ruban métallique posé en hélice autour de l'enveloppe diélectrique.

Enfin, on pourra remplacer tout moyen par un moyen équivalent sans sortir du cadre de l'invention.

## Revendications

**1/** Câble électrique haute fréquence comportant au moins un conducteur électrique intérieur comprenant un toron (2) de fils conducteurs (20), caractérisé en ce qu'un ruban métallique (3) est rubané avec recouvrement autour dudit toron (2).

**2/** Câble selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'une enveloppe (4) en un matériau diélectrique, appelée peau diélectrique, est disposée autour dudit ruban métallique (3) de manière à le maintenir.

**3/** Câble selon la revendication 2 caractérisé en ce que ladite peau diélectrique (4) est obtenue par extrusion ou rubanage autour dudit ruban métallique.

**4/** Câble selon l'une des revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que ladite peau (4) est extrudée autour dudit ruban métallique et constituée d'un matériau

choisi parmi le PTFE, la résine PFA, le FEP, l'ETFE, le PEEK, le PE et le PP.

**5/** Câble selon l'une des revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que ladite peau (4) est constituée d'un ruban à base de PTFE ou d'un ruban à base de polyimide et de PTFE, ou d'un ruban à base de polyimide et de résine PFA, ou d'un ruban à base de polyimide et de FEP rubané avec recouvrement autour dudit ruban métallique.

**6/** Câble selon la revendication 5 caractérisé en ce que les spires dudit ruban constituant ladite peau diélectrique (4) sont soudées entre elles.

**7/** Câble selon l'une des revendications 2 à 6 caractérisé en ce que ledit matériau constituant ladite peau diélectrique (4) est massif.

**8/** Câble selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte, disposés coaxialement de l'intérieur vers l'extérieur autour d'un conducteur intérieur (2, 3, 4) :

- une enveloppe (5) en un matériau diélectrique,
- un conducteur extérieur (6, 7),
- une gaine de protection extérieure (8) en un matériau isolant.

**9/** Câble selon la revendication 8 caractérisé en ce que ledit matériau diélectrique constituant ladite enveloppe (5) est expansé et a une densité inférieure à la moitié de celle du même matériau non expansé.

**10/** Câble selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte deux conducteurs intérieurs (12, 13, 14 ; 12', 13', 14').

**11/** Câble selon la revendication 10 caractérisé en ce que lesdits conducteurs (12, 12') sont assemblés en hélice ou disposés en long.

**12/** Câble selon l'une des revendications 10 ou 11 caractérisé en ce que lesdits conducteurs (12, 13, 14 ; 12', 13', 14') sont entourés chacun d'une enveloppe en un matériau diélectrique (15, 15').

**13/** Câble selon la revendication 12 caractérisé en ce que ledit matériau diélectrique constituant lesdites enveloppes (15, 15') est expansé et a une densité inférieure à la moitié de celle du même matériau non expansé.

**14/** Câble selon l'une des revendications 10 à 13 caractérisé en ce que l'ensemble desdits deux conducteurs (12, 13, 14 ; 12', 13', 14') est recouvert d'une gaine diélectrique (30).

**15/** Câble selon la revendication 14 caractérisé en ce que ladite gaine diélectrique (30) est entourée d'un blindage (16, 17).

**16/** Câble selon l'une des revendications 10 à 15 caractérisé en ce qu'il est protégé par une gaine de protection extérieure (18) en un matériau isolant.

FIG. 1

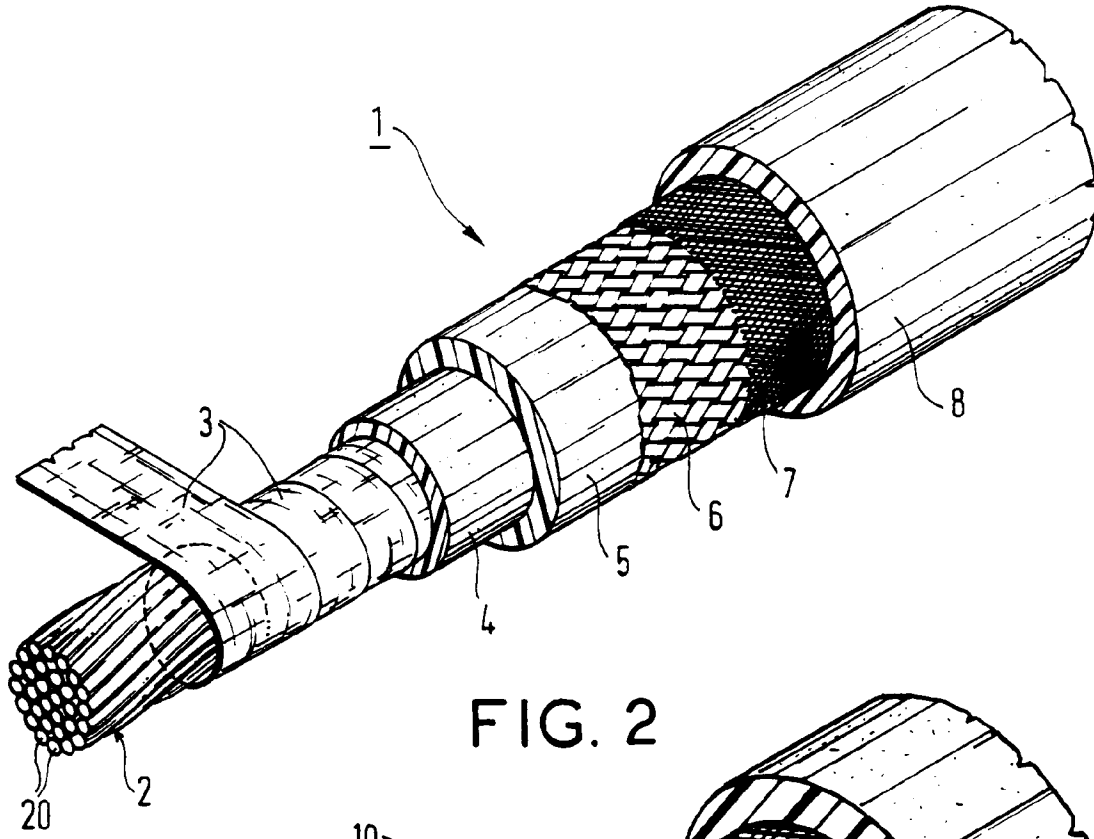
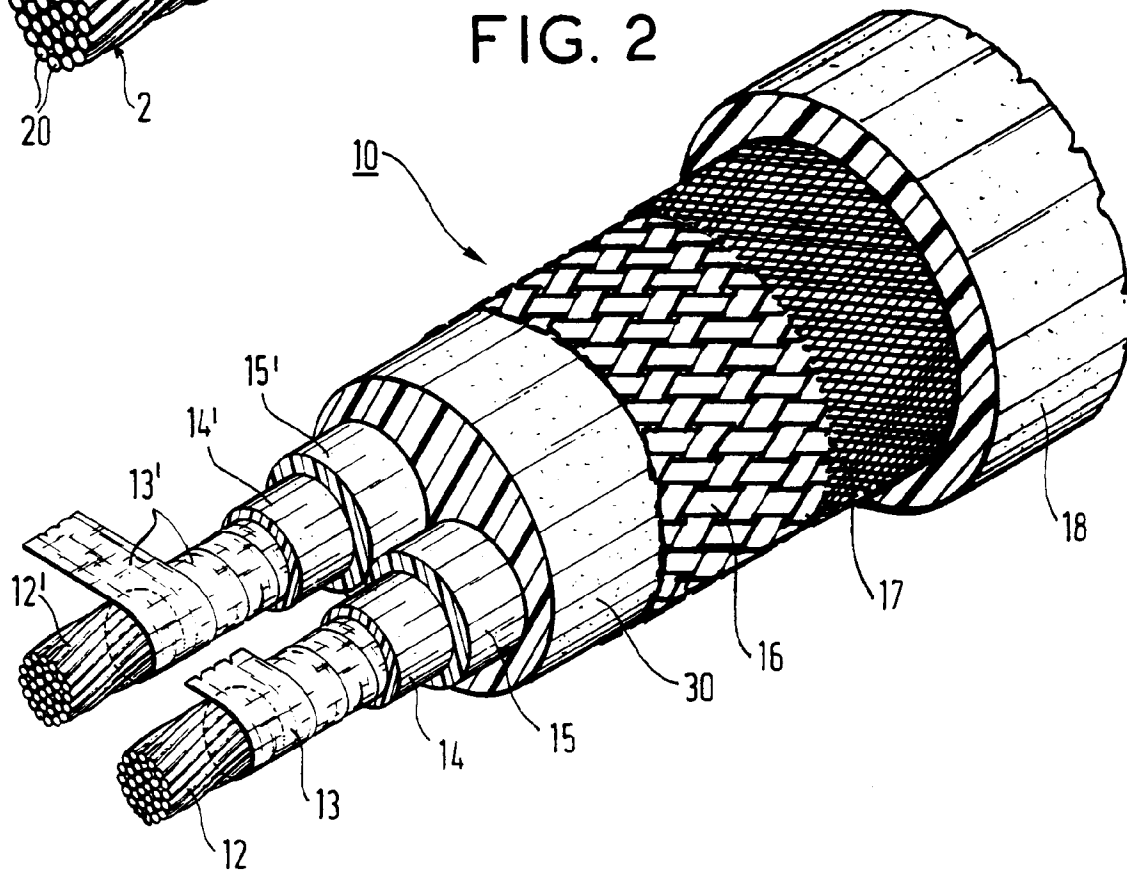


FIG. 2





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 40 0182

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)
A	GB-A-597 957 (BEXON) * page 3, ligne 30 - ligne 48; figures 2-4 * ---	1-3,7	H01B7/00 H01B11/18
A	US-A-2 019 297 (FAUCETT) * page 1, ligne 14 - page 2, ligne 42; figures 1,2 * ---	1-3,8	
A	DE-A-3 515 574 (OSAKYHTIO) * page 6, alinéa 8 - page 8; figures 2-4 * -----	8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16 AVRIL 1993	Examineur DEMOLDER J.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>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</p> <p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 01.82 (P0402)