

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 87440061.7

Int. Cl.⁴ **H05B 3/36**

Date de dépôt: 01.10.87

Priorité: 01.06.87 FR 8707643

Date de publication de la demande:
21.12.88 Bulletin 88/51

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

Demandeur: **Beauferey, Jean-François**
13 Impasse A. Camus
F-51400 Mourmelon Le Grand Marne(FR)

Inventeur: **Beauferey, Jean-François**
13 Impasse A. Camus
F-51400 Mourmelon Le Grand Marne(FR)

Mandataire: **Lepage, Jean-Pierre**
Cabinet Lepage & Aubertin Innovations et
Prestations 23/25, rue Nicolas Leblanc B.P.
1069
F-59011 Lille Cédex 1 (Nord)(FR)

Elément chauffant souple et son procédé de fabrication.

L'invention est relative à un élément chauffant souple ainsi qu'à un procédé de fabrication du dit élément.

L'invention trouvera notamment son application dans le domaine de la construction électrique et l'élément sera notamment destiné à être plaqué sur toutes surfaces quelconques à chauffer ou immergé dans un liquide.

L'élément chauffant souple (1) est constitué d'au moins deux couches (2, 3) de matériau souple isolant disposées et solidarisées de part et d'autre d'une troisième couche (4) métallique résistante.

Les dites couches (2 et 3) de matériau souple isolant sont avantageusement constituées par un complexe à haute résistance mécanique à la traction, à la déchirure, à la perforation, à haute tenue en température, non absorbant d'humidité, et dont la surface externe est rendue anti-adhérente.

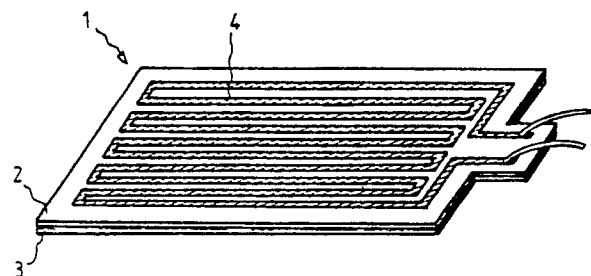


FIG.1

EP 0 295 351 A1

L'invention est relative à un élément chauffant souple ainsi qu'à son procédé de fabrication.

L'invention trouvera son application dans le domaine de la construction électrique et trouvera son utilisation dans de nombreux domaines différents.

En effet, dans de nombreux cas, il est nécessaire de disposer d'éléments chauffants souples qui puissent s'adapter à la configuration de dispositifs ou appareillages à réchauffer et qui puissent résister par ailleurs à différentes agressions extérieures mécaniques et ou chimiques.

Parmi les nombreux exemples d'utilisation, on peut citer notamment le chauffage de parois externes de canalisations, le réchauffement de liquides dans des fûts, la réalisation de plaques chauffantes planes tous usages, la réalisation de dispositifs de dégivrage de dispositifs ou appareillages divers tels que par exemple dégivrage de glaces ou miroirs, d'appareils électriques, de radars, d'ailes d'avions, de pales d'hélicoptères, etc....

Par ailleurs, dans un autre domaine d'application, à savoir la réparation de matériaux composites divers, il est également nécessaire de chauffer la surface à réparer, réparation qui s'effectue généralement avec de la résine polymérisable.

Enfin, des applications de tels éléments chauffants peuvent se rencontrer dans les cas particuliers de réchauffement de liquides ou de matières pulvérulentes ou gazeuses, ces dernières pouvant être particulièrement abrasives, ou corrosives.

Pour répondre à ces différents besoins, de longue date, on a utilisé des éléments chauffants rigides traditionnels ou encore dans certains cas un chauffage à air pulsé. Depuis peu, et avec l'évolution technologique, on a vu apparaître également des éléments chauffants souples qui présentent certains avantages par rapport aux dispositifs traditionnels.

En effet, ces éléments permettent de répartir plus uniformément la température sur la surface à chauffer. De plus, ils présentent une souplesse relative qui leur permet de s'adapter à un grand nombre de surfaces courbes.

A cet égard, il est connu des éléments chauffants souples constitués de deux films électriquement isolants de type polyester, polyimide, tissu siliconé, ou autres feuilles collables ou polymérisables, entre lesquelles est disposée une couche métallique résistante formée d'un fil, ruban ou feuilard métallique gravé résistif.

Ces éléments chauffants présentant certains avantages sur le plan de leur "moulabilité" vis-à-vis de l'élément à chauffer, présentent de nombreux inconvénients sur le plan mécanique et chimique du fait de leur constitution.

Tout d'abord, sur le plan mécanique, la fragilité vient des films isolants utilisés tels que rappelés ci-dessus, qui présentent d'une part une souplesse relative pour certains et d'autre part une mauvaise résistance à l'abrasion, à la traction, à la déchirure, et à la perforation. Ceci rend les éléments chauffants très vulnérables et nécessite des remplacements fréquents.

Par ailleurs, la puissance de chauffage doit être limitée à des températures assez faibles en utilisation continue, notamment de 70 à 200 °C, ce qui limite l'efficacité de ces éléments chauffants.

Sur le plan de la résistance chimique des éléments connus, il est à noter que les différents matériaux utilisés sont sensibles d'une part à l'humidité et d'autre part à l'agression corrosive de certains produits tels que les hydrocarbures, les acides ou autres.

En ce qui concerne les agents chimiques proprement dits, les éléments chauffants souples existants ne peuvent être que très rarement utilisés immergés dans le dit liquide corrosif.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'absorption d'humidité, on constate couramment la formation de cloques, ce qui réduit l'efficacité de l'élément chauffant et peut nécessiter à la limite son changement. En effet, certains films tels que par exemple le polyimide de par leur taux de reprise d'humidité, entraînent un cloquage à la mise en service de résistance de puissance surfacique importante.

En outre, dans certains cas d'utilisation, on constate que les éléments souples chauffants sont sujets à l'entartrage, ce qui à la longue leur fait perdre leur aptitude et est préjudiciable à leur tenue en température.

Le but de la présente invention est de proposer un élément chauffant souple ainsi que son procédé de fabrication qui permettent de pallier les différents inconvénients précités des éléments connus afin d'augmenter leur fiabilité et de les rendre utilisables dans les cas où jusqu'à présent, ils ne pouvaient pas l'être.

Un des buts de la présente invention est de proposer un élément chauffant souple qui, de par sa conception, présente une haute résistance mécanique et permette d'éviter tout phénomène de cloquage grâce à une absorption en humidité proche du zéro.

Un autre but de la présente invention est de présenter un élément chauffant souple qui permette d'éviter tout phénomène d'entartrage, ce qui autorisera une longévité plus importante de l'élément et un meilleur rendement.

Un autre but de la présente invention est de présenter un élément chauffant souple qui soit apte à supporter des températures d'utilisation en continu supérieures à 200 °C, ce qui permettra d'avoir une efficacité accrue du système de chauffage

dans de nombreux cas d'utilisation.

Un autre but de la présente invention est de proposer un élément chauffant souple ainsi qu'un procédé de fabrication original qui permettent d'obtenir un produit étanche, non absorbant d'humidité et résistant à la corrosion autorisant ainsi l'immersion directe de l'élément chauffant souple dans la plupart des liquides, agressifs ou non.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre qui n'est cependant donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter.

Selon la présente invention, l'élément chauffant souple, notamment destiné à être plaqué sur toute surface quelconque à chauffer ou immergé dans un liquide, constitué d'au moins deux couches de matériau souple isolant disposées et solidarisées de part et d'autre d'une troisième couche métallique résistante, est caractérisée par le fait que les dites couches de matériau souple isolant sont constituées par un complexe à haute résistance mécanique à la traction, à la déchirure, et à la perforation, et non absorbant de l'humidité.

Selon d'autres caractéristiques de la présente invention, le dit complexe constituant les dites couches de matériau souple isolant présente une haute tenue en température et ou une surface rendue anti-adhérente.

Le procédé de fabrication de l'élément chauffant souple selon la présente invention est caractérisé par le fait que :

- on solidarise, sur le dit complexe formant une des dites couches de matériau souple isolant, un feuillard métallique résistif,

- on grave le dit feuillard par un procédé chimique approprié pour obtenir un élément résistif,

- on solidarise, sur la face à nu du dit feuillard gravé, le dit complexe formant la seconde dite couche de matériau souple isolant.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante accompagnée des dessins en annexe qui en font partie intégrante.

La figure 1 représente une vue en perspective d'un élément chauffant souple réalisé selon la présente invention.

La figure 2 illustre une vue en coupe des différentes couches formant l'élément chauffant souple de la présente invention.

L'invention vise un élément chauffant souple ainsi que son procédé de fabrication.

Comme le montre la figure 1, qui ne représente qu'un exemple de réalisation non limitatif, l'élément chauffant souple 1 se présente sous la forme d'un élément plat mince constitué d'au moins deux couches 2 et 3 de matériau souple isolant disposées et solidarisées de part et d'autre d'une troisième couche 4 métallique résistante.

La superposition de ces couches est notamment illustrée à la figure 2 qui montre, selon une vue grossissante pour la compréhension, la coupe de l'élément chauffant.

Selon la présente invention, afin que l'élément chauffant souple présente une excellente tenue aux sollicitations mécaniques et évite tout phénomène de cloquage, les dites couches 2 et 3 de matériau souple isolant sont constituées par un complexe à haute résistance mécanique à la traction, à la déchirure, aux perforations, et non absorbant de l'humidité.

La souplesse du dit complexe sera telle qu'elle autorise un rayon de courbure de l'élément chauffant très faible, de l'ordre par exemple de 1 mm. De plus, la structure sera telle que le plissage de l'élément chauffant sera limité voire même impossible.

La souplesse obtenue par l'élément chauffant de la présente invention permet notamment d'améliorer le contact et de ce fait le transfert thermique entre l'élément chauffant et la pièce à chauffer même dans le cas de formes quelconques et complexes.

En outre, l'élément chauffant souple de la présente invention présentera au moins une surface externe 10, 11 rendue anti-adhérente afin d'éviter tout accrochage de matières quelconques sur sa périphérie et ainsi éviter tout entartrage de sa surface de chauffe préjudiciable à sa tenue en température et à son efficacité.

A cet égard, selon la présente invention, cette anti-adhérence sera autorisée par l'utilisation d'un complexe, formant les dites couches 2 et 3, rendu anti-adhérent.

Par ailleurs, afin de présenter un bon rendement et efficacité thermique, le complexe formant les dites couches 2 et 3 de l'élément chauffant 1 présentera une haute tenue en température ce qui autorisera notamment son emploi à des températures supérieures à 200 °C en usage continu pouvant aller jusqu'à 260 °C.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le dit complexe formant les couches 2 et 3 de matériau souple isolant est substantiellement formé par un tissu de verre, ce qui confère à l'élément chauffant une bonne souplesse, une haute résistance mécanique et tenue aux sollicitations telles que tractions, cisaillements, flexions, déchirures, perforations, plissages.

De plus, ce tissu de verre reçoit un traitement de façon à le rendre anti-adhérent. Ceci est notamment réalisé par enduction ou imprégnation de silicone et préférentiellement de matières à base de polytétrafluoroéthylène (PTFE).

A cet égard, on a noté de bons résultats en utilisant un tissu de verre imprégné de polytétrafluoroéthylène ou encore en utilisant un tissu de

verre revêtu de résine fluorocarbone PTFE.

Ainsi, un tel tissu de verre rendu anti-adhérent dispose de bonnes propriétés de stabilité dimensionnelle, et présente une grande résilience, une grande résistance à l'abrasion, une grande résistance aux cisaillements, et à la déformation. De plus, les surfaces présentent d'excellentes propriétés d'anti-friction et d'anti-adhérence et de non absorption d'humidité.

En ce qui concerne les propriétés thermiques, on obtient une gamme de températures d'utilisation allant de -70°C à $+260^{\circ}\text{C}$.

Pour ce qui est des propriétés chimiques, on note une résistance importante aux acides, hydrocarbures, humidité et en général à tous les produits chimiques. La résistance à l'humidité et l'anti-adhérence évitent les phénomènes de cloquage et de moisissure.

En ce qui concerne les propriétés électriques, il est à remarquer que le complexe obtenu présente une résistance diélectrique très importante, ce qui évite les phénomènes de perte et de claquage.

De plus, il est à noter sa neutralité vis-à-vis des hyperfréquences, ce qui ne perturbe pas le fonctionnement de certains appareils électriques réchauffés par le dit élément chauffant souple. Ceci autorise son utilisation pour le dégivrage des radars par exemple.

De bons résultats ont été obtenus en utilisant un tissu de verre imprégné de PTFE dont l'épaisseur est de l'ordre de 0,07 mm à 0,5 mm.

Ainsi, on forme une enveloppe en tissu de verre enduite de PTFE très mince, ce qui permet de limiter le gradient thermique entre l'élément résistif et la surface émettrice, et très souple, ce qui permet d'épouser aisément des pièces complexes et autorise une parfaite homogénéité de chauffe.

En ce qui concerne la couche métallique résistante, on a obtenu de bons résultats en utilisant un feuillard gravé d'alliage métallique résistif tel que par exemple inconel ou constantan ou autre alliage cuivre nickel.

Selon la résistivité des matériaux, la surface de l'élément chauffant et la puissance désirée, on utilise un feuillard dont l'épaisseur varie entre 5 et 25 μ .

Par ailleurs, afin de solidariser les différentes couches 2, 3, 4 entre elles, les dites couches 2 et 3 de matériau souple isolant sont collées de part et d'autre de la dite troisième couche 4 métallique résistante par l'intermédiaire d'une couche d'adhésif présentant une haute tenue en température et un pouvoir diélectrique élevé. On a noté de bons résultats en utilisant un adhésif silicone qui, grâce à ses propriétés, confère à la résistance d'excellentes propriétés diélectriques et permet de réaliser

un ensemble étanche et par suite immersible.

La présente invention propose également un procédé de fabrication du dit élément chauffant souple tel qu'il vient d'être décrit.

5 A cet égard, on solidarise sur le dit complexe 2 ou 3 formant une des dites couches de matériel souple isolant, un feuillard métallique 4 résistif, puis on grave le dit feuillard 4 par un procédé chimique approprié pour obtenir un élément résistant, et enfin on solidarise sur la face du dit feuillard 4 gravé le dit complexe 3 ou 2 formant la seconde dite couche de matériau isolant souple.

10 Plus précisément, dans le cas précité où les dites couches de matériau souple 2 ou 3 sont constituées par un tissu de verre traité à base de PTFE, et où les différentes couches 2 à 4 sont solidarisées par l'intermédiaire d'un adhésif, on réalise l'élément chauffant de la présente invention selon les étapes suivantes :

20 - on enduit l'une des deux faces 5, préalablement traitée, du premier complexe 2 de tissu de verre/PTFE, d'une couche d'adhésif 6,

- on applique sur cette dite face 5 enduite du tissu de verre/PTFE 2, un feuillard métallique résistif 4,

25 - on grave le feuillard métallique 4 ainsi solidarisé sur le tissu de verre/PTFE 2 et 6,

- on enduit l'une des faces 7, préalablement traitée, du deuxième complexe 3 du tissu de verre/PTFE, d'une couche d'adhésif 8,

30 - on applique sur la face à nu 9 du complexe ainsi gravé 2, 6, 4, la dite face 7 enduite du deuxième complexe 3 pour former le dit élément chauffant 1.

35 En ce qui concerne la gravure du feuillard, on utilise des techniques connues de l'Homme de l'Art identiques à celles pratiquées dans le domaine des circuits imprimés par exemple.

40 A cet égard, par exemple, sur le feuillard métallique, on dépose un film photo-sensible que l'on insole en tenant compte du tracé de la résistance et l'on révèle. On grave ensuite l'alliage pour obtenir la résistance.

45 Par ailleurs, il est à remarquer que, préalablement au dépôt de la couche d'adhésif 6 ou 8, les faces 5 et 7 du complexe respectif 2 et 3 sont traitées pour les rendre collables par exemple par un traitement chimique pour dénaturer la surface.

50 Pour permettre le branchement de l'élément chauffant souple, il comportera avantageusement des connexions isolées et étanches obtenues, par exemple, par un surmoulage sur les couches de matériau souple isolantes formant le corps de l'élément chauffant.

55 Par ailleurs, il pourrait être envisagé également d'intégrer au niveau de l'élément chauffant des capteurs de températures tels que notamment des

thermo-couples ou thermistances, soit entre deux boucles de la piste chauffante, afin de contrôler la température au coeur de l'élément, soit collés sur une surface extérieure afin de contrôler la température de peau de l'élément chauffant.

En outre, afin de faciliter la fixation de l'élément chauffant souple sur le support à chauffer, on pourra également prévoir sur une des faces externes 10 ou 11 de l'élément chauffant 1 une couche d'adhésif afin de la rendre auto-collante pour optimiser l'échange thermique et améliorer la mise en place et son maintien en position. L'accrochage pourra être réalisé par d'autres moyens tels que agrafage rivetage.

La conception de l'élément chauffant souple de la présente invention le prédestine à toutes applications diverses, ce grâce à son inertie chimique, son enveloppe de protection anti-adhérente souple résistante, et ses capacités calorifiques élevées, et notamment à :

- tous chauffages de liquides, matières pulvérulentes ou gazeuses par plaquage de surfaces extérieures,
- tous chauffages de solides par plaquages extérieurs, ou par montages de type sandwich entre des plaques rigides,
- tous chauffages de liquides corrosifs ou entartrants par immersion directe,
- tous chauffages infra-rouges basses températures,
- tous chauffages ou dégivrages en général.

Revendications

1. Élément chauffant souple (1), notamment destiné à être placé sur toute surface quelconque à chauffer ou immergé dans un liquide, constitué d'au moins deux couches (2, 3) de matériau souple isolant disposées et solidarisées de part et d'autre d'une troisième couche (4) métallique résistante, caractérisé par le fait que les dites couches (2, 3) de matériau souple isolant sont constituées par un complexe à haute résistance mécanique à la traction, à la déchirure, à la perforation, et non absorbant de l'humidité.

2. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le dit complexe formant les couches de matériau souple isolant présente au moins une surface externe 10, 11 rendue anti-adhérente.

3. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le dit complexe formant les couches de matériau souple isolant présente une haute tenue en température.

4. Élément chauffant souple selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dit complexe formant les

couches (2, 3) de matériau souple isolant est substantiellement formé par un tissu de verre revêtu et/ou imprégné à base de polytétrafluoroéthylène (PTFE).

5. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les dites couches (2 et 3) de matériau souple isolant sont collées de part et d'autre de la dite troisième couche (4) métallique résistante par l'intermédiaire d'une couche d'adhésif (6, 8) présentant une haute tenue en température et un pouvoir diélectrique élevé.

6. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la couche métallique résistante (4) est formée d'un feuillard gravé d'alliage métallique résistif tel que inconel ou constantan ou autre alliage.

7. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte des connexions isolées étanches.

8. Élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte des capteurs de température disposés sur et/ou dans l'élément chauffant pour en contrôler la température.

9. Procédé de fabrication d'un élément chauffant souple selon la revendication 1, caractérisé par le fait que :

- on solidarise sur le dit complexe formant une des dites couches de matériau souple isolant (2 ou 3) un feuillard métallique résistif (4).
- on grave le dit feuillard (4) par un procédé chimique approprié pour obtenir un élément résistif,

- on solidarise sur la face à nu du dit feuillard (4) le dit complexe formant la seconde dite couche de matériau isolant souple (3 ou 2).

10. Procédé de fabrication selon la revendication 9, les dites couches de matériau souple (2 ou 3) étant constituées par un tissu de verre traité au PTFE, les différentes couches (2, 3, 4) étant solidarisées par l'intermédiaire d'un adhésif (6, 8), caractérisé par le fait que :

- on enduit l'une (5) des faces, préalablement traitée, du premier complexe de tissu de verre PTFE, d'une couche d'adhésif (6),

- on applique, sur cette dite face (5) enduite du tissu de verre PTFE (2), un feuillard métallique résistif (4),

- on grave le feuillard métallique ainsi solidarisé sur le tissu de verre PTFE (2) et (6),

- on enduit l'une des faces (7), préalablement traitée, du deuxième complexe (3) de tissu de verre PTFE, d'une couche d'adhésif (8),

- on applique sur la face à nu (9) du complexe ainsi gravé (2, 6, 4) la dite face enduite (7) du deuxième complexe (3) pour former le dit élément chauffant.

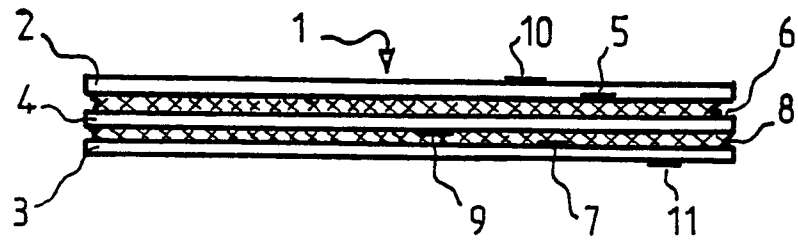


FIG. 2

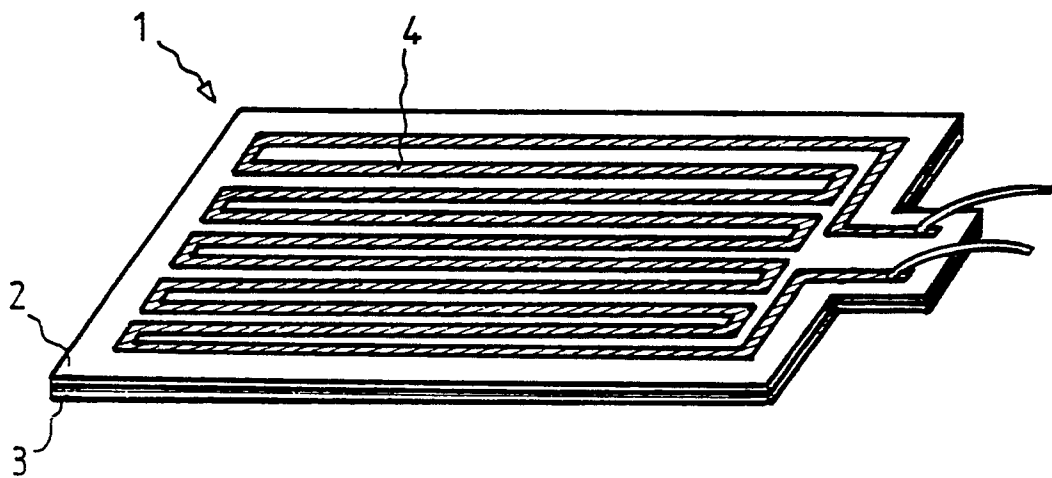


FIG. 1



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 44 0061

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.4)
X	DE-A-2 615 064 (HUSQVARNA) * Page 4, ligne 23 - page 5, ligne 3; page 5, lignes 11-14 * ---	1,3,4,6 ,8-10	H 05 B 3/36
X	US-A-4 468 557 (BYLIN et al.) * Colonne 2, lignes 23-68 * ---	1,3,5,6 ,9,10	
A	US-A-4 139 763 (McMULLAN et al.) * Colonne 5, ligne 62 - colonne 6, ligne 58 * ---	1,7	
A	CH-A- 593 600 (INTERNATIONAL UNI-HEAT) ---		
A	US-A-3 846 204 (EISLER) ---		
A	FR-A-2 022 477 (SIEMENS) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 05 B 3/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-09-1988	Examineur RAUSCH R.G.
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			