

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :

2 871 983

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

04 06798

51) Int Cl⁷ : H 05 B 3/14, H 05 B 3/40

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 22.06.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.12.05 Bulletin 05/51.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : UNIVERSITE DE BRETAGNE SUD
Etablissement public — FR.

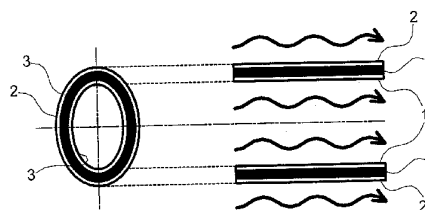
72) Inventeur(s) : FELLER JEAN FRANCOIS, GLOUAN-
NEC PATRICK, GROHENS YVES et LEVESQUE GUY.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET PATRICE VIDON.

54) DISPOSITIF DE CHAUFFAGE D'UN FLUIDE INCLUANT UNE CONDUITE DONT UNE COUCHE EST REALISEE EN UN MATERIAU COMPOSITE POLYMERE CONDUCTEUR DE L'ELECTRICITE.

57) L'invention a pour objet une conduite de chauffage d'un fluide en phase gazeuse ou liquide, dont au moins l'une des parois interne (1) ou externe (2) est en contact avec ledit fluide, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins trois couches : une couche interne (1) et une couche externe (2) susceptibles d'être en contact avec ledit fluide, lesdites couches interne (1) et externe (2) étant électriquement isolantes, et une couche centrale (3) prise entre lesdites couches interne (1) et externe (2), ladite couche centrale (3) étant réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.



FR 2 871 983 - A1



Dispositif de chauffage d'un fluide incluant une conduite dont une couche est réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.

5 Le domaine de l'invention est celui du chauffage des fluides gazeux ou liquides. Plus précisément, l'invention concerne un réchauffeur destiné au chauffage de fluides en phase gazeuse ou liquide, et en particulier au chauffage de fluides en circulation.

Pour le chauffage de fluide en circulation (pouvant être corrosif, alimentaire..), plusieurs techniques ont été proposées par l'art antérieur.

10 On connaît notamment les conduites métalliques à passage direct de courant destinées au chauffage de fluides ou de gaz.

De telles conduites nécessitent l'usage d'une alimentation électrique basse tension, et donc le recours à un transformateur électrique, ce qui rend l'installation relativement onéreuse.

15 De plus, pour résister aux attaques chimiques, ces dispositifs nécessitent l'utilisation de métaux coûteux ou le dépôt d'un revêtement de surface.

On connaît également des tubes métalliques enrobés d'une feuille en composite polymère conducteur de l'électricité (CPC) utilisés pour concevoir des durites destinées à réchauffer le carburant (diesel notamment) des véhicules.

20 Dans un tel agencement, ce n'est pas l'âme du tube qui dissipe la chaleur directement, le temps de réponse s'avère important et il est nécessaire de chauffer l'ensemble.

Il existe aussi des échangeurs de chaleur tubulaires en plastique renforcé utilisés pour le chauffage.

25 Leur rendement est faible compte tenu de leur faible conductivité thermique.

En outre, ils nécessitent l'utilisation d'un dispositif annexe de chauffage du fluide, et le temps de réponse est important.

30 Une autre technique consiste à enrouler des câbles chauffants en CPC enroulés autour de tubes destinés au chauffage de fluides.

Dans ce cas, on constate que le transfert de chaleur n'est pas homogène le long des tubes. Parallèlement, la circulation de fluide n'est pas prévue autour des tubes. Le transfert de l'énergie au fluide se fait donc par conduction à travers le tube et ensuite par convection.

5 Les temps de réponse s'avèrent élevés et les rendements énergétiques plus faibles par rapport à un tube à passage direct de courant.

Ces inconvénients apparaissent de façon similaire dans le cas des résistances chauffantes gainées par un polymère isolant et enroulé autour de tubes (éventuellement immergés) dans lesquels circule un fluide.

10 Globalement, ces dispositifs présentent donc plusieurs inconvénients : ils conduisent à des solutions incapables de combiner simultanément un faible coût, un bon rendement thermique, un temps de réponse faible, l'auto-génération de chaleur, la capacité d'être recyclé et la facilité de mise en œuvre.

15 L'invention a donc pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un dispositif de chauffage de fluides en circulation qui présente un bon compromis entre rendement énergétique, facilité de mise en œuvre et coût.

20 L'invention a également pour objectif de fournir un tel dispositif de chauffage qui puisse être fabriqué de façon simple et peu coûteuse.

L'invention a aussi pour objectif de fournir un tel dispositif de chauffage qui soit compatible avec un passage direct de courant électrique et qui puisse être relié directement à une alimentation électrique basse tension, sans qu'il soit nécessaire de recourir à un transformateur comme c'est le cas avec certaines solutions de l'art antérieur.

25 Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel dispositif de chauffage qui soit simple de conception et facile à mettre en œuvre.

30 Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à l'invention qui a pour objet une conduite de chauffage d'un fluide en phase gazeuse ou liquide, dont au moins l'une des parois interne ou externe est

en contact avec ledit fluide, caractérisé en ce qu'elle comprend au moins trois couches : une couche interne et une couche externe susceptibles d'être en contact avec ledit fluide, lesdites couches interne et externe étant électriquement isolantes, et une couche centrale prise entre lesdites couches interne et externe, ladite couche centrale étant réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.

Ainsi, des conduites de chauffage d'un fluide en circulation selon l'invention sont adaptées à un passage direct du courant électrique et peuvent être directement raccordées à une différence de potentiel électrique pouvant atteindre 380 V. L'utilisation de ces conduites ne nécessite donc pas l'emploi d'un transformateur électrique si l'on souhaite une alimentation électrique directe par le réseau basse tension (230/380V, AC).

On note que l'ajustement de la composition du CPC et des dimensions du profilé permet de définir le courant électrique circulant dans le matériau et ainsi de définir le niveau de puissance dissipée par effet Joule.

Cette puissance dissipée par effet Joule dans la paroi des éléments est transmise par convection au fluide à chauffer, ce type de transfert conduisant à des rendements énergétiques élevés.

De plus, la circulation du fluide peut se faire à l'intérieur et à l'extérieur des éléments, ce qui permet à la fois d'augmenter le rendement thermique et de diminuer le gradient thermique dans l'épaisseur du profilé.

Par ailleurs, le matériau de telles conduites permet d'envisager leur recyclage de façon aisée.

Selon une solution préférée, lesdites couches interne et externe sont réalisées dans le même matériau polymère que celui de la couche centrale dans lequel sont dispersées des charges conductrices.

On assure de cette façon une bonne compatibilité entre le matériau desdites couches interne et externe et celui de la couche centrale.

Ceci permet d'envisager l'utilisation de la co-extrusion ou co-injection dans la phase finale de mise en forme des profilés, la réalisation des éléments

chauffants profilés ayant une âme en CPC et une enveloppe fine en polymère isolant pouvant ainsi être obtenue en une seule opération.

5 Selon une solution avantageuse, l'une au moins desdites couches interne et externe est réalisée dans un matériau dans lequel sont dispersées des charges conductrices thermiquement.

Une telle caractéristique contribue à améliorer encore la conduction thermique et donc le rendement énergétique du dispositif de chauffage selon l'invention.

10 Avantageusement, une au moins desdites couches interne et externe est pelée pour permettre un contact entre ladite couche centrale et un élément conducteur relié à une source d'alimentation électrique.

15 On assure de cette façon un contact électrique simple et efficace, ceci sans qu'il soit nécessaire de prévoir une quelconque zone de contact lors d'une phase amont de fabrication. Les conduites peuvent donc être avantageusement co-extrudées ou co-injectées comme on l'a indiqué précédemment, la zone de contact n'étant réalisée que par la suite sans nuire au déroulement de la co-extrusion ou de la co-injection.

La conduite peut comprendre un tronçon ou, selon une variante plusieurs tronçons montés dans le prolongement l'un de l'autre.

20 Dans ce cas, lesdits tronçons sont préférentiellement reliés mécaniquement et hydrauliquement entre eux par une bague.

Selon une première variante de ce mode de réalisation, ladite bague est réalisée dans un matériau isolant électriquement. Ceci a pour effet de ne pas modifier la résistance de la conduite.

25 On peut ainsi alimenter différemment différents tronçons de la conduite, par exemple pour engendrer un gradient de température.

Selon une deuxième variante de ce mode de réalisation, ladite bague est réalisée dans un matériau conducteur électriquement. Ceci a pour effet de doubler la résistance électrique de la conduite.

On peut ainsi abouter plusieurs tronçons et les relier en série à une alimentation électrique.

Selon un deuxième mode de réalisation, la conduite comprend au moins deux tronçons montés en parallèle l'un par rapport à l'autre.

5 Ainsi, le dispositif de chauffage selon l'invention est aisément adaptable en fonction de la puissance ou de la température recherchée, ceci en adoptant l'un ou l'autre des modes de réalisation qui viennent d'être indiqués.

10 L'invention concerne également un dispositif de chauffage incluant au moins une conduite de chauffage d'un fluide en phase gazeuse ou liquide, dont au moins l'une des parois internes ou externe est en contact avec ledit fluide, caractérisée en ce que lesdites conduites comprennent au moins trois couches : une couche interne et une couche externe susceptibles d'être en contact avec ledit fluide, lesdites couches interne et externe étant électriquement isolantes, et une
15 couche centrale prise entre lesdites couches interne et externe, ladite couche centrale étant réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de deux modes de réalisation préférentiels de l'invention, donnés à titre d'exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés parmi lesquels :

- les figures 1a et 1b sont des coupes respectivement transversale et longitudinale d'une conduite de chauffage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue d'un premier mode de réalisation de
25 l'invention selon lequel la conduite comprend deux tronçons montés en série ;
- la figure 3 est une vue d'un deuxième mode de réalisation de l'invention selon lequel la conduite comprend deux tronçons montés en parallèle ;

- la figure 4 est une vue d'un mode de réalisation particulier du montage en parallèle de plusieurs tronçons constituant un réchauffeur compact selon l'invention.

5 Tel qu'indiqué précédemment, le principe de l'invention consiste à réaliser une conduite de chauffage en au moins trois couches, la couche centrale étant en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité (CPC), cette couche centrale étant prise entre deux couches isolantes électriquement.

10 Ceci est illustré par les figures 1a et 1b qui montrent une conduite dont les couches interne 1 et externe 2 sont en contact avec un fluide en circulation, une couche centrale 3 en CPC étant prévue entre ces couches 1 et 2.

 La couche centrale 3 réalisée en CPC est conductrice thermique et électrique. Elle comporte un ou plusieurs polymères et une ou plusieurs charges électriques et thermiques.

15 Les couches interne et externe 1, 2 sont destinées à isoler électriquement le profilé vis-à-vis du liquide qui circule de part et d'autre. Elles sont composées préférentiellement du ou des mêmes polymères que ceux ayant servi à réaliser la couche centrale 3, en association éventuellement avec des charges thermiquement conductrices mais sans charges électriquement conductrices.

20 Afin d'améliorer les échanges thermiques et ainsi d'augmenter le rendement du dispositif, mais également pour réduire le gradient thermique dans la paroi de la conduite, il est préférable de faire circuler le fluide à l'intérieur et à l'extérieur des conduites. Il reste toutefois envisageable que le fluide ne circule au contact que de l'une ou de l'autre des couches interne et externe.

25 La formulation du CPC constituant la couche centrale 3 est réalisée en associant un ou plusieurs polymères thermoplastiques comme par exemple du poly(propylène) ou du poly(tetraméthylène glycol-b-amide) avec des charges conductrices de l'électricité et/ou de la chaleur comme par exemple des fibres et/ou des particules de carbone.

30 Le mélange des différents additifs et du ou des polymères est réalisé à l'état fondu en une ou plusieurs étapes par les outils classiquement utilisés pour

la mise en œuvre des plastiques tels que l'extrusion, le mélangeur interne ou le calandrage.

5 Il est préférable de faire un prémélange des charges telles que le noir de carbone et les fibres de carbone avec le polymère qui servira de matrice dispersante à l'aide d'une extrudeuse bi-vis . Ce prémélange est ensuite rebroyé puis introduit dans une presse à injecter ou dans une extrudeuse monovis afin de produire le profilé final. Le niveau de dispersion résultant de la mise en œuvre et la teneur en charges sont des facteurs clef à contrôler pour obtenir des propriétés électriques reproductibles.

10 Les procédés les plus adaptés pour réaliser les conduites selon l'invention sont la co-extrusion ou la co-injection.

La composition des couches selon le présent mode de réalisation est la suivante :

- 15
- couches 1 et 3 : 90% en masse de poly(propylène) + 10% en masse de talc ;
 - couche 2 : 65% en masse de poly(propylène) + 30% en masse de noir de carbone + 5% en masse de fibres de carbone courtes.

20 A titre d'exemple, un tube de 45 cm de long, 2 cm de diamètre intérieur ayant une matrice poly(propylène) peut dissiper de 50 à 800 W selon la composition et l'épaisseur (épaisseur courante : 1,6 mm). La température du CPC peut atteindre 120°C en pointe sans risques de dégradation, tandis qu'elle est de l'ordre de 90°C en fonctionnement continu.

25 De manière à ajuster la puissance du dispositif chauffant, les éléments profilés sont assemblés en série (figure 2) ou en parallèle (figure 3) par l'intermédiaire de bagues métalliques et/ou isolantes.

Ces bagues 4 sont fixées après pelage de la couche externe isolante 2, de manière à être en contact avec la couche conductrice en CPC.

30 L'utilisation d'une substance liquide ou pâteuse contenant des particules très fortement conductrice du courant (comme de l'argent), telle qu'une laque ou

une colle à base d'argent, permet d'assurer un bon contact électrique entre la bague et la couche de CPC.

On note que, dans le cas du montage en série illustré par la figure 2, la liaison mécanique entre deux tronçons de la conduite de chauffage est obtenue à l'aide d'une bague réalisée en un matériau électriquement isolant.

Un autre montage en série pourrait également être envisagé selon lequel les tronçons sont reliés mécaniquement par une bague assurant également la liaison électrique entre les tronçons.

La figure 4 illustre un mode de réalisation particulier d'un montage en parallèle de tronçons d'une conduite de chauffage.

Tel que cela apparaît, plusieurs tronçons sont disposés en parallèle, chacun présentant une couche interne 1 et une couche en CPC 3.

Selon ce mode de réalisation, les tronçons sont noyés dans une couche externe 2 commune.

Pour éviter tout contact électrique du fluide avec les éléments conducteurs, on prévoit, aux extrémités de la conduite, de mettre en œuvre des flasques de connexion et d'isoler électriquement ces flasques de connexion.

REVENDICATIONS

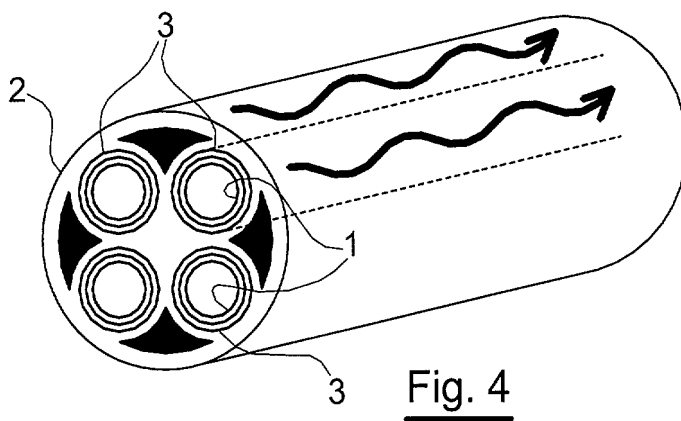
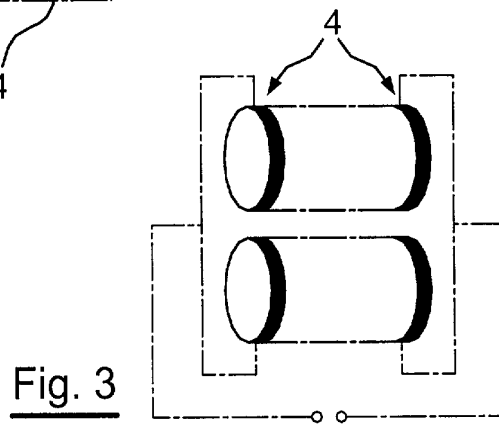
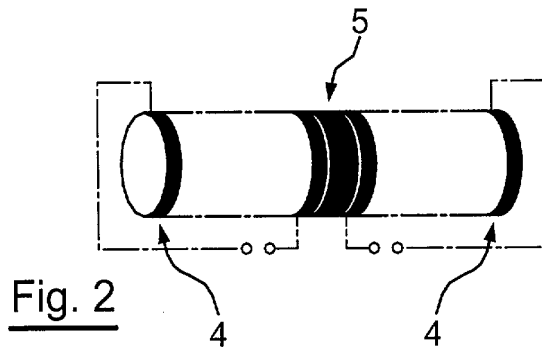
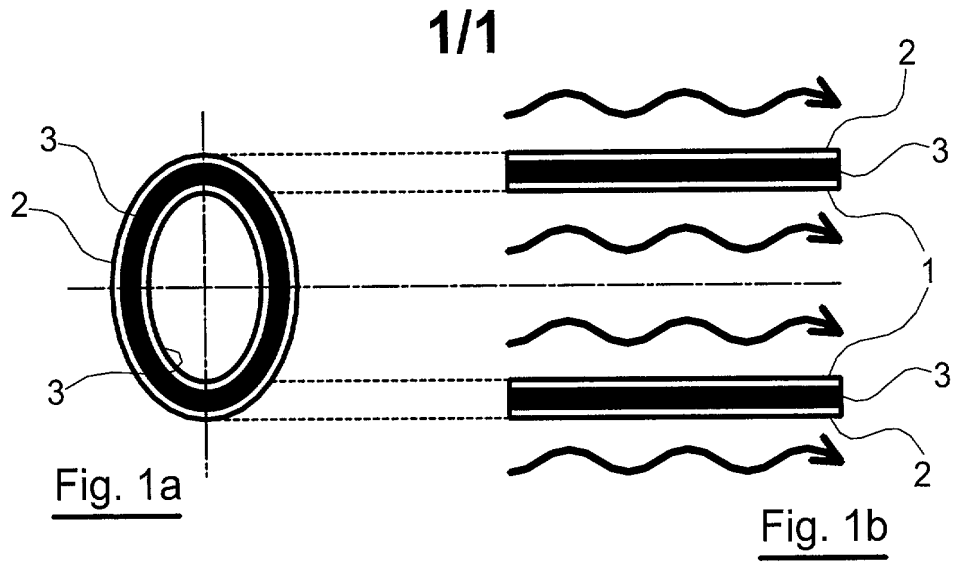
- 5 1. Conduite de chauffage d'un fluide en phase gazeuse ou liquide, dont au moins l'une des parois interne (1) ou externe (2) est en contact avec ledit fluide, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins trois couches : une couche interne (1) et une couche externe (2) susceptibles d'être en contact avec ledit fluide, lesdites couches interne (1) et externe (2) étant électriquement isolantes, et une
- 10 couche centrale (3) prise entre lesdites couches interne (1) et externe (2), ladite couche centrale (3) étant réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.
2. Conduite de chauffage selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdites couches interne (1) et externe (2) sont réalisées dans le même matériau polymère que celui de la couche centrale (3) dans lequel sont dispersées des
- 15 charges conductrices.
3. Conduite de chauffage selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que l'une au moins desdites couches interne (1) et externe (2) est réalisée dans un matériau dans lequel sont dispersées des charges conductrices thermiquement.
- 20 4. Conduite de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'une au moins desdites couches interne (1) et externe (2) est pelée pour permettre un contact entre ladite couche centrale et un élément conducteur (4) relié à une source d'alimentation électrique.
- 25 5. Conduite de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs tronçons montés dans le prolongement l'un de l'autre.
6. Conduite de chauffage selon la revendication 5, caractérisée en ce que lesdits tronçons sont reliés mécaniquement et hydrauliquement entre elles par une bague (5).
- 30 7. Conduite de chauffage selon la revendication 6, caractérisée en ce que

ladite bague (5) est réalisée dans un matériau isolant électriquement.

8. Conduite de chauffage selon la revendication 6, caractérisée en ce que ladite bague (5) est réalisée dans un matériau conducteur électriquement.

5 9. Dispositif de chauffage incluant au moins une conduite de chauffage d'un fluide en phase gazeuse ou liquide, dont au moins l'une des parois interne (1) ou externe (2) est en contact avec ledit fluide,

10 caractérisé en ce que ladite ou lesdites conduites comprennent au moins trois couches : une couche interne (1) et une couche externe (2) susceptibles d'être en contact avec ledit fluide, lesdites couches interne (1) et externe (2) étant électriquement isolantes, et une couche centrale (3) prise entre lesdites couches interne (1) et externe (2), ladite couche centrale (3) étant réalisée en un matériau composite polymère conducteur de l'électricité.





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 654149
FR 0406798

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS | | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|---|--|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | | |
| X | EP 0 312 204 A2 (RAYCHEM LIMITED) 19 avril 1989 (1989-04-19) * page 6, ligne 49 - page 7, ligne 7 * * page 7, alinéa 28-35; figure 1 * * figure 1 * * abrégé * | 1-3,9 | H05B3/58 |
| Y | ----- | 4-8 | |
| Y | EP 0 442 808 A1 (S.A. "COMPAGNIE GENERALE DE CHAUFFE") 21 août 1991 (1991-08-21) * figures 1,4 * | 4-6 | |
| Y | DE 44 44 097 A1 (UNICOR ROHRSYSTEME GMBH, 97437 HASFURT, DE) 13 juin 1996 (1996-06-13) * page 3, ligne 60 - page 4, ligne 11; figure 1 * | 5-8 | |
| Y | EP 0 498 602 A2 (NIPPON ZEON CO., LTD) 12 août 1992 (1992-08-12) * figures 4,7 * | 5-8 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) |
| | | | H05B F16L |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 27 janvier 2005 | | Tasiaux, B | |
| <p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p> | |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0406798 FA 654149**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-01-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| EP 0312204 | A2 | 19-04-1989 | AT 107891 T | 15-07-1994 |
| | | | CA 1319242 C | 22-06-1993 |
| | | | CA 1304438 C | 30-06-1992 |
| | | | DE 3850466 D1 | 04-08-1994 |
| | | | DE 3850466 T2 | 16-02-1995 |
| | | | DK 563988 A | 10-04-1989 |
| | | | EP 0307197 A2 | 15-03-1989 |
| | | | FI 884603 A | 10-04-1989 |
| | | | JP 1123726 A | 16-05-1989 |
| | | | JP 1132089 A | 24-05-1989 |
| | | | NO 884469 A | 10-04-1989 |
| ----- | | | | |
| EP 0442808 | A1 | 21-08-1991 | FR 2658692 A1 | 23-08-1991 |
| | | | AT 107461 T | 15-07-1994 |
| | | | CA 2036416 A1 | 17-08-1991 |
| | | | DE 69102447 D1 | 21-07-1994 |
| | | | DE 69102447 T2 | 09-02-1995 |
| | | | DK 442808 T3 | 24-10-1994 |
| | | | ES 2057793 T3 | 16-10-1994 |
| | | | NO 910610 A ,B, | 19-08-1991 |
| ----- | | | | |
| DE 4444097 | A1 | 13-06-1996 | AUCUN | |
| ----- | | | | |
| EP 0498602 | A2 | 12-08-1992 | JP 4294115 A | 19-10-1992 |
| | | | JP 5069514 A | 23-03-1993 |
| ----- | | | | |