

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

**2 871 760**

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

②1 N° d'enregistrement national :

**04 06499**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : B 60 T 7/04, B 60 T 13/74

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16.06.04.

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) : *RENAULT SAS — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *MARTINEZ GARCIA OSCAR.*

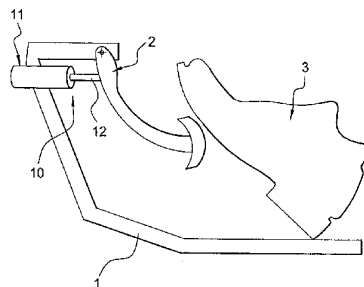
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : *NOVAGRAAF TECHNOLOGIES  
(CABINET BALLOT).*

⑤4 DISPOSITIF DE CONTROLE D'EFFORT A LA PEDALE DE FREIN, NOTAMMENT POUR UN SYSTEME DE  
FREINAGE DECOUPLE.

⑤7 Le dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein (2) comporte des moyens générant un effort de retenue de la pédale variable en fonction de l'enfoncement de la pédale et des moyens d'actionnement (10) à commande électrique, propres à générer un effort de retenue supplémentaire s'opposant à l'enfoncement de la pédale, et dont l'effort dépend d'un courant électrique de commande.

Application en particulier aux véhicules automobiles comportant un système de freinage découplé avec un module restituteur d'effort passif.



FR 2 871 760 - A1



**Dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein,  
notamment pour un système de freinage découplé.**

La présente invention concerne un dispositif amélioré pour le contrôle de l'effort à la pédale de frein, et plus particulièrement pour limiter l'effort susceptible d'être créé dans certaines circonstances, telles que par exemple en cas de choc frontal ou de très forte décélération du véhicule. En effet une telle situation peut entraîner un fort accroissement de l'appui du pied sur la pédale, suite notamment au déplacement relatif du corps et de la jambe du conducteur par rapport au véhicule, sous l'effet de la dite décélération, et alors que la pédale empêche le déplacement correspondant du pied, ou au moins limite ce déplacement. Il peut en résulter des dommages importants au niveau du pied et de la jambe et de leurs articulations.

Ce problème survient notamment du fait que, dans une situation de choc avant provoquant une très forte décélération du véhicule, et du fait de l'inertie de la jambe, le pied du conducteur, déjà en appui sur la pédale de frein, a tendance à prendre de la vitesse par rapport au plancher du véhicule, en enfonçant de plus en plus la pédale. Mais il arrive un moment où la pédale est en bout de course, et le pied est alors soumis à un effort d'autant plus grand que sa vitesse juste auparavant aura été grande.

Pour limiter cet effort, il a déjà été proposé de relier la pédale et le maître-cylindre par des moyens de liaison déformables qui peuvent s'affaisser

au-delà d'une certaine charge prédéterminée pour permettre un déplacement ultérieur de la pédale.

5 Le document WO-02/46009 décrit un système  
visant à réduire les efforts importants susceptibles  
de survenir au niveau de l'appui du pied sur la  
pédale en cas d'accident, en proposant d'assouplir la  
pédale si l'effort rencontré devient trop important,  
ce qui devrait arriver vers la fin de course de la  
10 pédale, par des moyens autorisant un déplacement  
ultérieur de la pédale sans augmenter la pression  
dans le circuit hydraulique de freinage, et donc sans  
plus d'accroissement de l'effort d'appui.

15 Mais ces moyens ne sont que des palliatifs à un  
accroissement excessif de l'effort de retenu du pied  
par la pédale, lorsque la pédale arrive vers la fin  
de sa course.

20 Ces problèmes, que l'invention se propose de  
résoudre, peuvent apparaître dans tous systèmes de  
freinage, et l'invention s'adresse donc à tout  
système de freinage où il peut être souhaité  
d'adapter l'effort résistant opposé par la pédale à  
25 l'appui du pied du conducteur en fonction des  
circonstances particulières évoquées ci-dessus ou de  
toutes autres circonstances.

30 Cependant, l'invention s'adresse plus  
particulièrement aux systèmes de freinage découplé,  
dans lesquels le seul lien entre la pédale de frein  
et l'actionneur de freinage proprement dit est un  
calculateur, qui détermine l'action de freinage à  
appliquer sur les roues du véhicule en fonction

notamment de l'action du pied sur la pédale, donc de la force d'appui par exemple mais aussi de la position de la pédale, et encore en fonction d'autres paramètres qui sont liés à l'action sur la pédale, par exemple sa vitesse d'enfoncement ou les variations de celle-ci, ou qui sont liés à d'autres facteurs propres au véhicule dans son ensemble, ou aux conditions de déplacement du véhicule.

10 Dans de tels systèmes, une information de freinage souhaité est captée à la pédale et transmise au calculateur, qui retransmet ensuite un signal d'action de freinage aux freins des roues. Il n'y a pas de liaison directe ni hydraulique ni mécanique  
15 entre la pédale de frein et les freins de roues. Sans une telle liaison, il n'y aurait donc pas d'effort résistant au déplacement de la pédale de frein lié à l'action de freinage. Il est donc nécessaire de restituer artificiellement un effort au conducteur,  
20 pour que celui-ci puisse cependant doser l'intensité du freinage souhaité, en ressentant au pied l'action plus ou moins forte du freinage.

Pour cela, il est connu d'utiliser des  
25 restituteurs d'efforts, ou émulateurs d'efforts, agissant directement sur la pédale de frein pour y restituer un effort fonction des paramètres d'utilisation, tel que la course de la pédale, par exemple. La loi course-effort est définie par les  
30 experts en ergonomie pour le confort du conducteur et la performance du freinage. Le module restituteur d'efforts peut être complètement passif, par exemple composé par des ressorts et des amortisseurs entre la tige de pédale et une partie fixe, le tarage des

éléments mécaniques étant réalisé de manière à obtenir la loi effort-course voulue.

Le problème de l'accélération relative du pied par rapport au plancher du véhicule en cas d'accident peut être d'autant plus important avec ces systèmes de freinage découplé, du fait qu'il n'y a pas de lien direct entre l'effort ressenti à la pédale et le freinage proprement dit, et le restituteur d'effort, s'il est purement passif, peut autoriser un déplacement relativement important du pied avant que l'effort de retenu devienne lui-même important.

Un problème général est donc de pouvoir contrôler l'effort à la pédale de frein en toute circonstance, et plus particulièrement de pouvoir adapter cet effort différemment selon que l'on se trouve dans des conditions de freinage normal ou d'urgence, ou dans des conditions de choc, pour limiter l'effort maximal auquel le pied peut être soumis, par exemple en cas de choc frontal ou de très forte décélération du véhicule.

L'invention a donc pour but de résoudre ce problème.

Elle vise aussi à permettre d'adapter cet effort de manière la plus rapide possible, pour pouvoir quasi instantanément modifier le comportement du restituteur d'effort en réponse à la détection d'une circonstance particulière justifiant ce changement, par exemple en réponse à la détection d'un choc avant à vitesse élevée.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein, comportant des moyens générant un effort de retenue de la pédale variable en fonction de  
5 l'enfoncement de la pédale,

caractérisé en ce qu'il comporte en plus des moyens d'actionnement à commande électrique, propres à générer un effort de retenue supplémentaire s'opposant à l'enfoncement de la pédale, et dont  
10 l'effort dépend du courant électrique de commande.

Ainsi, un effort de retenue complémentaire peut être généré très rapidement dès l'envoi d'un signal de commande en réponse à la détection d'une  
15 circonstance particulière, telle que par exemple un choc avant, détecté par exemple par les capteurs classiquement utilisés pour déclencher les coussins gonflables de sécurité. Dans ce cas, le système selon l'invention permet de générer très rapidement un  
20 effort de retenue de la pédale, et donc du pied en appui sur celle-ci, qui s'ajoute à l'effort inhérent au système de freinage en conditions de service normales, et qui tend à s'opposer à un déplacement trop rapide du pied. Autrement dit, dès la détection  
25 du choc, l'effort qui s'oppose au déplacement du pied augmente sensiblement, ce qui empêche le pied de prendre une vitesse trop importante, sans cependant modifier substantiellement les conditions de freinage. En conséquence, si et lorsque la pédale  
30 arrive finalement en fin de course, la décélération subie à ce moment par le pied reste limitée, et les efforts de même.

Selon une disposition préférentielle de l'invention, ces moyens d'actionnement comportent un amortisseur à fluide magnéto-rhéologique, dont le temps de réponse est très bref, de l'ordre de quelques millisecondes. Cela permet, toujours dans le cas d'un choc, d'appliquer le plus tôt possible l'effort de retenue supplémentaire de la pédale, pour durcir dès que possible la course de la pédale, pour limiter l'accélération relative du pied par rapport au plancher, et réduire ainsi les efforts importants qui peuvent apparaître en bout de course lorsque la pédale ne peut plus s'enfoncer.

En effet, pour éviter que le pied ne prenne une accélération relative trop forte, il y a tout intérêt à augmenter l'effort de retenue le plus rapidement possible, dès lors que les circonstances d'un choc sont détectées. Et il y a aussi tout intérêt à ce que cet effort soit appliqué le plus possible vers le début de la course de la pédale, pour que son effet amortisseur d'effort s'étale sur la plus grande distance possible. En effet, il est probable que lors d'un tel choc, le pied se trouve déjà en appui sur la pédale de frein et celle-ci déjà enfoncée d'une certaine distance, et il est donc impératif de générer l'augmentation de l'effort de retenue le plus tôt possible, pour ralentir le déplacement du pied ou au moins limiter son accélération, suffisamment longtemps avant que la pédale n'arrive fin de course et bloque complètement le déplacement du pied. Si on ne déclenchait l'effort supplémentaire qu'après, par exemple, 60 mm de course de la pédale, cela ne servirait à rien puisque le pied aurait déjà acquis une vitesse trop élevée.

Dans les systèmes à freinage découplé, on peut théoriquement se servir du module restituteur d'effort pour restituer l'effort que l'on considérera  
5 nécessaire au niveau de la pédale de frein. On a en effet cette liberté puisque cet effort n'est pas fonction de la réponse en freinage du véhicule, comme dans les systèmes de freinage conventionnels.

On pourrait, par exemple, restituer un effort  
10 important qui empêcherait le pied du conducteur d'arriver avec une vitesse importante en bout de course pédale, tandis que le calculateur pourrait envoyer l'actionnement du freinage maximum, après détection de la volonté du conducteur d'avoir un  
15 freinage maximum, c'est à dire un freinage d'urgence. Cette rétention du pied peut réduire les efforts au niveau des membres inférieurs en cas de choc frontal.

Selon l'invention, l'ensemble du restituteur  
20 d'effort a donc deux modes de fonctionnement :

- un mode "conduite" dans lequel la loi course-effort est définie, comme indiquée  
25 préalablement, pour le confort du conducteur et la performance du freinage, et mise en œuvre par un restituteur passif. Incidemment, on notera que les vitesses d'enfoncement de la pédale lors d'un freinage d'urgence dans ce mode conduite sont en médiane de 500 mm/s et peuvent aller jusqu'à 1500  
30 mm/s.

- un mode "crash" dans lequel l'effort restitué est plus important qu'en "mode conduite". Cet effort est aussi fonction de la course pédale, et

est défini pour qu'il ne soit pas trop grand, car il faut éviter les blessures, et pour qu'il soit cependant assez important pour limiter l'accélération du pied vers le bout de la course pédale.

5

L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein tel que défini ci-dessus.

10

Selon une application préférentielle, ce véhicule comporte un système de freinage découplé, un module restituteur d'effort passif restituant à la pédale un effort fonction de la position d'enfoncement de la pédale, et un module amortisseur à fluide magnéto-rhéologique commandé par un signal de détection de choc.

15

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va être faite d'un exemple de réalisation de l'invention et d'explications complémentaires de son fonctionnement.

20

On se reportera au dessin annexé unique qui représente schématiquement l'implantation d'un amortisseur à fluide magnéto-rhéologique sur le système de pédale de freins d'un véhicule à système de freinage découplé.

25

Comme on le voit sur cette figure, l'amortisseur à fluide magnéto-rhéologique 10 est monté entre le plancher 1 du véhicule et la pédale de frein 2 et comporte une tige 12 relié à la pédale et donc mobile en coulissement axial par rapport au

30

corps de l'amortisseur, lié au plancher. Lorsque le conducteur appuie avec son pied 3 sur la pédale de frein 2, un module restituteur d'effort passif, de type connu en soi et non représenté, par exemple un  
5 dispositif mécanique à ressorts, génère un effort de retenue qui tend à s'opposer à l'enfoncement de la pédale 2. Typiquement, ce module restituteur d'effort génère un effort de retenue croissant selon une loi du second ordre ou plus ou exponentielle ou similaire  
10 en fonction de l'enfoncement, de manière à fournir au conducteur du véhicule, dans des conditions d'usage normal du véhicule, incluant les situations de freinage d'urgence, une sensation en rapport avec l'intensité de l'action de freinage souhaitée, de  
15 manière similaire à un véhicule avec un système de freinage classique.

L'amortisseur à fluide magnéto-rhéologique 10 n'est mis en œuvre qu'en cas de choc, par une  
20 commande électrique générée par un calculateur embarqué du véhicule, lequel calculateur reçoit notamment des informations signalant un choc, par exemple des signaux issus de capteurs de détection de choc, tels que ceux utilisés classiquement pour  
25 provoquer le déclenchement des coussins de sécurité gonflables. D'autres moyens de déclenchement peuvent aussi être utilisés seuls ou en combinaisons, par exemple un détecteur d'obstacle situé à l'avant du véhicule, un radar mesurant la distance avec le  
30 véhicule situé devant le véhicule considéré, des capteurs de comportement du conducteur, évaluant par exemple la vitesse de levée du pied de l'accélérateur, ou des capteurs de la vitesse ou de l'effort d'arrivée du pied sur la pédale de frein ou

du début de la course de freinage Quel que soit le mode de détection et le type de capteur utilisé, l'objectif communément recherché est de pouvoir fournir le plus rapidement possible à l'amortisseur magnéto-rhéologique le courant électrique propre à le mettre en service dans les conditions souhaitées, pour générer un effort de retenue supplémentaire s'ajoutant à l'effort de retenue du restituteur d'effort passif.

10

Il est ici rappelé que les fluides magnéto-rhéologiques font partie de la classe des fluides dits contrôlables. La propriété essentielle de ces fluides est leur capacité de passer d'un état de fluide visqueux à un état de semi-solide sous l'action d'un champ magnétique. La réponse magnéto-rhéologique d'un fluide magnéto-rhéologique provient de la polarisation des particules suspendues dans le liquide, classiquement de l'huile, sous l'effet d'un champ magnétique. Les interactions entre ces différents dipôles provoquent un regroupement de ces particules qui s'alignent alors en colonne parallèlement au champ magnétique appliqué. Cette structure en chaîne restreint ainsi la mobilité du fluide. Ce changement de viscosité apparente se manifeste par le développement d'un effort de cisaillement qui augmente avec El champ magnétique appliqué.

L'intérêt particulier des fluides magnéto-rhéologiques provient de leur simplicité de fonctionnement et de leur temps de réponse de quelques millisecondes qui permet de transmettre rapidement une information d'un système électronique tel que le calculateur du véhicule, à un système

mécanique tel que l'amortisseur raccordé à la pédale de frein. Les autres propriétés des fluides magnéto-rhéologiques sont également adaptées à leur usage dans l'application visée ici.

5

Différents types d'amortisseurs à fluide magnéto-rhéologique peuvent être utilisés, par exemple amortisseur à orifice annulaire, amortisseur à écoulement entre piston et cylindre, ou encore  
10 préférentiellement amortisseur à éponge. Dans tous les types, l'effet d'amortissement est proportionnel à la valeur du courant électrique appliqué, ce qui permet de moduler l'effet d'amortissement en cas de besoin.

15

L'implantation d'un tel amortisseur est particulièrement simple dans le cas où ce dernier comprend, comme représenté sur la figure, un élément actif entourant et coopérant avec un élément passif  
20 en forme de tige ou d'axe, les deux éléments étant mobiles l'un par rapport à l'autre en translation suivant l'axe de l'élément passif.

A titre d'exemple de fonctionnement, lors d'un  
25 choc, le pied peut accélérer à environ  $50\text{m/s}^2$ . Il va parcourir les 60 mm de course de la pédale en moins de 50 ms. Il faut donc durcir la pédale avant ces 50 ms, l'idéal étant le plus rapidement possible, à 27 ms, il resterait environ 40 mm de course de pédale  
30 pour réduire la vitesse du pied. Le but étant de retenir le pied dès sa prise de vitesse, qui commence à l'instant 0 du choc. Si le système se déclenche sur le calculateur de déclenchement des coussins de sécurité gonflables, il faut compter environ 7 ms

pour que l'information soit traitée par le  
calculateur. Ensuite s'ajoute le temps de réponse de  
l'amortisseur. En mesurant la vitesse et le  
déplacement de la pédale, on peut faire varier le  
5 courant de commande pour obtenir l'effort à la pédale  
désiré. L'application de cette intensité au bobinage  
de l'amortisseur pour obtenir des efforts  
d'amortissement importants est suffisamment  
rapidement atteinte avec la technologie des  
10 amortisseurs à fluide magnéto-rhéologique.

Sur le plan de la sécurité de fonctionnement,  
l'utilisation du calculateur associé aux coussins de  
protection gonflables comme mode de déclenchement  
15 limitera les déclenchements intempestifs et les  
problèmes de défaillance. Cependant, même en cas de  
défaillance de l'amortisseur lui-même, la pédale se  
comportera comme en mode de conduite normale, ce qui  
n'apporte plus la réduction du risque de traumatisme  
20 recherchée, mais ne génère pas non plus de problèmes  
ou autres risques par rapport aux systèmes existants.

Concernant la source d'énergie, il faudra  
veiller à ce que la batterie soit capable, en cas de  
25 choc du véhicule, de fournir l'énergie nécessaire  
pour le déclenchement et tout au long de la phase de  
retenue.

La forme de la pédale de frein devra aussi être  
30 adaptée, par exemple pour être plus large et avec des  
guides si nécessaires, pour éviter que le pied glisse  
à côté de la pédale en cas de choc et risque se  
coincer entre les pédales de frein et d'accélérateur  
ou d'embrayage.

L'invention et ses applications ne sont pas limitées aux exemples décrits ci-dessus. L'amortisseur à fluide magnéto-rhéologique pourra  
5 aussi être utilisé, même en mode de conduite, pour adapter de manière variable l'effort de retenue de la pédale, en fonction de divers paramètres liés au véhicule ou aux conditions de son emploi, ou au conducteur pour des raisons de confort ou  
10 d'ergonomie.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein (2), comportant des moyens générant un effort de retenue de la pédale variable en fonction de l'enfoncement de la pédale,

5 caractérisé en ce qu'il comporte en plus des moyens d'actionnement (10) à commande électrique, propres à générer un effort de retenue supplémentaire s'opposant à l'enfoncement de la pédale, et dont l'effort dépend d'un courant électrique de commande.

10

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement comporte un amortisseur à fluide magnéto-rhéologique (10).

15

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens générant un effort de retenue de la pédale variable en fonction de l'enfoncement de la pédale comportent un module restituteur d'effort passif.

20

4. Véhicule automobile caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de contrôle d'effort à la pédale de frein selon la revendication 1.

25

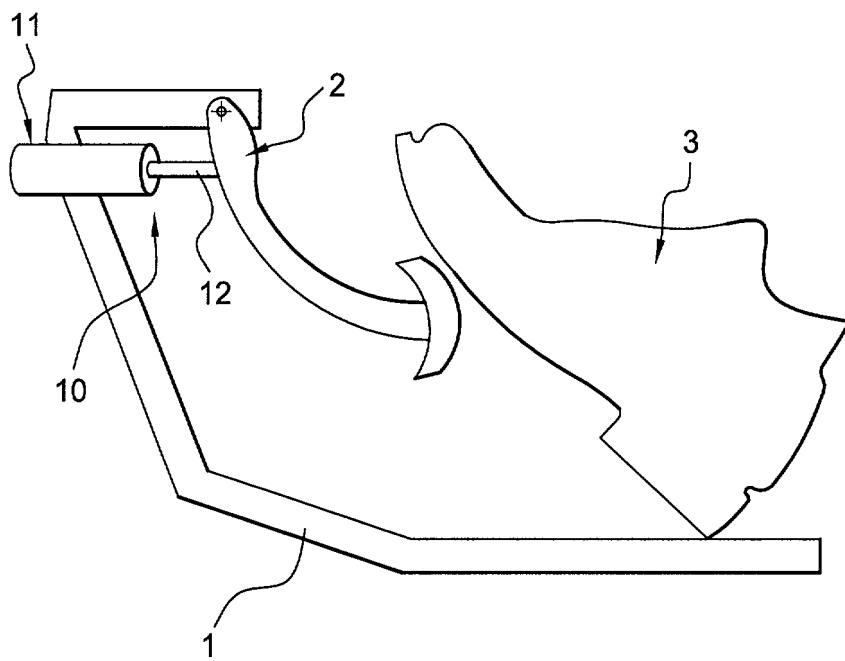
5. Véhicule automobile selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte un système de freinage découplé, un module restituteur d'effort passif restituant à la pédale un effort fonction de la position d'enfoncement de la pédale, et un module amortisseur à fluide magnéto-rhéologique (10) commandé par un signal de détection de choc.

30

6. Véhicule automobile selon la revendication  
5, caractérisé en ce que le signal de détection de  
choc est généré par un capteur servant aussi au  
5 déclenchement des coussins de sécurité gonflables.

10

15



**Fig. 1**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 649744  
FR 0406499

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	WO 99/22975 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ; KLEIN ANDREAS (DE)) 14 mai 1999 (1999-05-14) * page 3, dernier alinéa - page 4, alinéa 1; revendications 1,2,5,6; figure *	1-4	B60T8/32 B60T7/16 B60R21/02
A	-----	5	
A	"MAGNETORHEOLOGICAL FLUID EMULATOR" RESEARCH DISCLOSURE, KENNETH MASON PUBLICATIONS, HAMPSHIRE, GB, no. 397, mai 1997 (1997-05), page 340, XP000726459 ISSN: 0374-4353 * le document en entier *	1-4	
A	-----	5,6	
A	EP 1 125 799 A (FORD GLOBAL TECH INC) 22 août 2001 (2001-08-22) * abrégé; revendications 3,4; figure 1 *	5,6	
A,D	-----	1,4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B60T
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		10 décembre 2004	Meijs, P
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0406499 FA 649744**

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 10-12-2004

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
WO 9922975 A	14-05-1999	DE 19748182 A1	06-05-1999
		WO 9922975 A1	14-05-1999
		EP 1024984 A1	09-08-2000
		JP 2001521857 T	13-11-2001
-----			
EP 1125799 A	22-08-2001	US 6565160 B1	20-05-2003
		EP 1125799 A2	22-08-2001
		US 2003094852 A1	22-05-2003
-----			
WO 0246009 A	13-06-2002	AU 1619702 A	18-06-2002
		EP 1339579 A1	03-09-2003
		WO 0246009 A1	13-06-2002
		US 2004074689 A1	22-04-2004
-----			