

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

2 956 054

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

②1 N° d'enregistrement national :

10 00555

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : B 23 P 6/04 (2006.01)

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 10.02.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 12.08.11 Bulletin 11/32.

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) : SNECMA Société anonyme — FR.

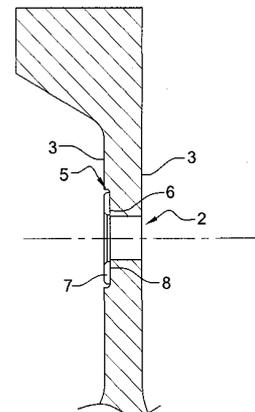
⑦2 Inventeur(s) : BOLETIS YANNIS, CARDINAL JEAN  
LOUIS, DE SANCTIS SERGE et TRAN JULIEN.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : ERNEST GUTMANN YVES PLASSE-  
RAUD SAS.

⑤4 PROCÉDE DE REPARATION D'UNE BRIDE D'UN CARTER.

⑤7 L'invention concerne un procédé de réparation d'une  
bride (1) d'un carter, par exemple en aluminium, pour une  
turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropul-  
seur d'avion, la bride (1) comportant au moins un trou de  
passage (2) d'une vis de fixation d'un équipement, compor-  
tant les étapes successives consistant à:  
- former un lamage (5) dans la bride (1) autour du trou  
de passage (2) de la vis,  
- placer une rondelle (7) dans le lamage (5),  
- fixer la rondelle (7) sur la bride (1) à l'aide d'une colle  
(8).



FR 2 956 054 - A1



## Procédé de réparation d'une bride d'un carter

La présente invention concerne un procédé de réparation d'une bride d'un carter, par exemple en aluminium, pour une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion.

Lors du fonctionnement d'un turboréacteur par exemple, le carter est soumis à des vibrations pouvant engendrer, à terme, des dégradations. Un carter de compresseur basse pression par exemple comporte une bride servant notamment à la fixation d'équipements et comportant de nombreux trous de passage de vis.

Les sollicitations mécaniques au niveau de ces trous, provoquées par les vibrations du carter, génèrent des dégradations par matage de la surface interne des trous et de la surface plane de la bride contre laquelle est appliqué l'équipement ou le support d'équipement. On observe ainsi une usure localisée de la surface de la bride, dans la zone de contact entre la bride et l'équipement ou le support d'équipement, une augmentation du diamètre du trou et une ovalisation de la section de ce dernier.

Afin d'assurer le bon fonctionnement de la turbomachine, il est nécessaire, soit de réparer ces dégradations, soit de changer complètement le carter. Le coût moyen d'un carter neuf est de l'ordre de 170 000 \$.

Afin de réparer de telles dégradations, il est connu d'apporter de la matière par soudure afin de reconstruire la géométrie d'origine des trous et de la surface de la bride contre laquelle vient s'appuyer l'équipement ou le support d'équipement.

Lorsque les carters sont réalisés en aluminium ou en matériau composite, et plus généralement en un matériau non soudable, un tel procédé ne peut pas être utilisé. A titre d'alternative, l'apport de matière est alors réalisé à l'aide d'une résine époxy chargée en fibres de verre. Cette technique est uniquement utilisée afin de restaurer la géométrie d'origine des trous mais ne peut pas être employée pour réparer la zone

endommagée de la surface de la bride, contre laquelle est appliquée l'équipement. En effet, la résistance à la compression de cette résine n'est pas suffisante pour garantir une interface rigide avec les équipements assemblés sur la bride. En outre, lors du serrage de la vis, seule la partie saine de la bride est capable de supporter les efforts de compression. La surface d'appui saine étant réduite, la pression de matage et l'usure de la bride sont augmentées. Ainsi, même après réparation des trous, le carter devra être changé rapidement, du fait de l'usure trop importante de ladite surface de la bride.

De plus, une telle réparation ne peut être réalisée lors d'une opération de maintenance sous l'aile, mais nécessite au contraire la dépose complète du moteur.

Il est également à noter que la réglementation interdit le rajout d'une pièce supplémentaire par rapport à une configuration certifiée.

L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à ce problème.

A cet effet, elle propose un procédé de réparation d'une bride d'un carter, par exemple en aluminium, pour une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, la bride comportant au moins un trou de passage d'une vis de fixation d'un équipement, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives consistant à :

- former un lamage dans la bride autour du trou de passage de la vis,
- placer une rondelle dans le lamage,
- fixer la rondelle sur la bride à l'aide d'une colle.

L'équipement ou le support d'équipement peut alors s'appuyer sur la rondelle, capable de supporter les efforts de compression lors du serrage de la vis, et permettant de centrer la vis par rapport au trou.

Comme la rondelle est solidaire du carter, elle n'est pas considérée comme une pièce supplémentaire distincte du carter, et respecte la réglementation.

Une telle réparation est peu coûteuse, rapide, et peut être réalisée directement lors d'une opération de maintenance sous l'aile.

Selon une caractéristique de l'invention, le carter est en aluminium et la surface de fond du lamage est anodisée avant la mise en place de la  
5 rondelle dans le lamage.

L'anodisation garantit l'adhérence de la colle.

Avantageusement, le procédé comporte une étape de contrôle par ressuage du lamage et/ou de la surface de la bride entourant le débouché du trou de passage de la vis, préalable à l'étape d'anodisation.

10 Selon une possibilité de l'invention, la rondelle est collée sur la bride à l'aide d'une résine époxy chargée en fibres de verre.

Une telle résine offre une bonne adhérence sur de l'aluminium anodisé et sur la rondelle, et ne provoque pas de corrosion du matériau de la bride.

15 Préférentiellement, la colle est appliquée au moins contre la surface de fond du lamage.

La surface de la bride autour du trou de passage de la vis peut être préparée au préalable par toilage, de façon à obtenir un bon état de surface.

20 On rappelle que le toilage est un procédé de finition simple et peu coûteux, consistant à aplanir la surface à l'aide d'une toile abrasive.

Selon une forme de réalisation, la rondelle est réalisée en un matériau ayant une dureté supérieure à celle du matériau du carter, afin de mieux supporter les contraintes de matage au niveau de la zone de contact  
25 entre l'équipement ou le support d'équipement et la rondelle.

Selon une caractéristique de l'invention, le procédé comporte une étape de marquage d'une référence sur le carter, à proximité de la rondelle, de manière à assurer la traçabilité de la réparation lors des démontages ou inspections futures du carter.

De manière préférée, le diamètre externe de la rondelle est compris entre 10 et 15 mm, le diamètre interne de la rondelle étant de l'ordre de 7 mm.

5 Ces dimensions de la rondelle offrent ainsi un bon compromis entre la diminution des contraintes sur la face de bride et la tenue de la bride après réalisation du lamage. En effet, plus le diamètre de la rondelle est important, plus les contraintes précitées sont faibles, mais plus la bride est fragilisée par le lamage.

10 L'invention concerne en outre un carter pour une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, comportant une bride annulaire réparée par exécution du procédé selon l'invention, et comprenant au moins un trou de passage d'une vis débouchant dans un lamage dans lequel est collée une rondelle.

Ce carter est en aluminium, en acier ou en composite.

15 L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 20 - la figure 1 est une vue en perspective d'une portion de bride endommagée,
- la figure 2 est une vue à plus grande échelle du trou de passage de la bride endommagée,
- la figure 3 est une vue en coupe axiale d'une portion de bride réparée par le procédé selon l'invention,
- 25 - la figure 4 est une vue partielle et en perspective de la bride de la figure 3.

Les figures 1 et 2 montrent une bride annulaire 1 d'un carter en aluminium d'un compresseur basse pression d'un turboréacteur, endommagée par les sollicitations mécaniques générées lors du  
30 fonctionnement du turboréacteur.

La bride 1 comporte des trous 2 ménagés sur sa circonférence et régulièrement espacés les uns des autres, débouchant de part et d'autre sur des surfaces latérales annulaires 3. Les trous 2 servent au passage de vis, pour le boulonnage de raidisseurs ou d'équipements. Dans le cas des figures 1 et 2, l'équipement (non représenté) comporte une face de section circulaire qui, en condition d'utilisation, est en appui contre la face latérale 3 correspondante, autour du trou de passage 2 de la vis.

En fonctionnement, les vibrations du carter génèrent des dégradations 4 par matage de la surface interne des trous 2 et de la surface latérale 3 de la bride 1. On observe ainsi un enfoncement localisé de la surface 3 de la bride 1, dans la zone de contact entre la bride et l'équipement, une augmentation du diamètre du trou 2 et/ou une ovalisation de la section de ce trou 2. Toutes ces dégradations sont nettement visibles aux figures 1 et 2.

Afin de réparer la bride 1 de ce carter, l'invention propose un procédé comportant les étapes successives consistant à :

- préparer par toilage la surface 3 de la bride 1 autour du trou de passage 2 de la vis,
- former un lamage 5 dans la bride 1 autour du trou de passage 2 de la vis, le lamage 5 étant d'un diamètre légèrement supérieur au diamètre de la zone endommagée 4,
- contrôler par ressuage l'état de surface du lamage 5 et/ou de la surface latérale 3 de la bride 1 entourant le débouché du trou de passage 2 de la vis,
- anodiser la surface de fond 6 du lamage 5,
- placer une rondelle 7 dans le lamage 5,
- fixer la rondelle 6 sur la bride 1 à l'aide d'une résine époxy 8 chargée en fibres de verre,
- marquer une référence sur le carter, à proximité de la rondelle 7.

Plus particulièrement, la résine 8 est appliquée contre la surface de fond 6 du lamage 5. De préférence, la résine utilisée est celle commercialisée par la société HENKEL sous la référence Hysol EA9394.

5 En outre, la rondelle 7 est réalisée en un matériau ayant une dureté supérieure à celle du matériau du carter, par exemple en un alliage de type A286.

Le diamètre externe de la rondelle 7 est compris entre 10 et 15 mm, son diamètre interne est de l'ordre de 7 mm et son épaisseur est comprise entre 0,8 et 1,3 mm. Les dimensions de la rondelle 7 sont  
10 définies notamment en fonction de l'usure de la bride 1.

Dans le cas décrit ci-dessus, le carter est en aluminium. Bien entendu, le procédé selon l'invention est également applicable à des carters en matériau composite ou en acier. Dans ce cas toutefois, l'étape d'anodisation n'est pas nécessaire.

15 La rondelle 7 forme une portée rigide, solidaire du carter pour l'équipement ou le support d'équipement, et permet de centrer la vis par rapport au trou 2.

Le coût d'une telle réparation est de l'ordre de 70 dollars, ce qui est négligeable en comparaison au coût d'un remplacement du carter détérioré  
20 par un carter neuf.

En outre, comme indiqué précédemment, cette réparation peut être effectuée directement sous l'aile, la dépose du moteur n'étant pas nécessaire.

Il est également à noter que ce procédé permet d'utiliser, après  
25 réparation, des boulons identiques à ceux utilisés avant la réparation.

## REVENDEICATIONS

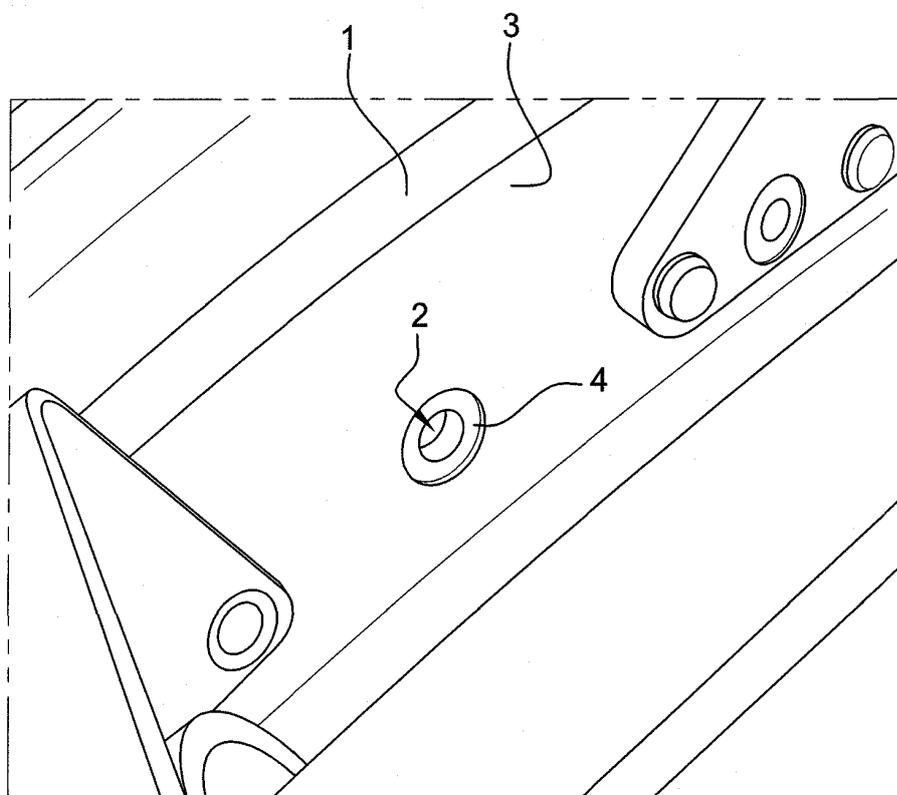
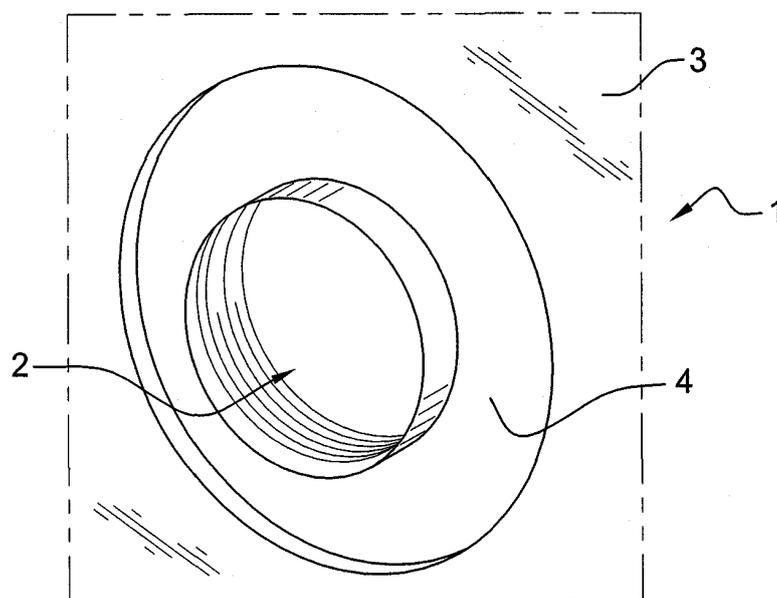
1. Procédé de réparation d'une bride (1) d'un carter, par exemple en aluminium, pour une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, la bride (1) comportant au moins un trou de passage (2) d'une vis de fixation d'un équipement, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives consistant à :
- former un lamage (5) dans la bride (1) autour du trou de passage (2) de la vis,
  - placer une rondelle (7) dans le lamage (5),
  - fixer la rondelle (7) sur la bride (1) à l'aide d'une colle (8).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le carter est en aluminium et en ce que la surface de fond (6) du lamage (5) est anodisée avant la mise en place de la rondelle (7) dans le lamage (5).
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de contrôle par ressuage du lamage (5) et/ou de la surface (3) de la bride (1) entourant le débouché du trou de passage (2) de la vis, préalable à l'étape d'anodisation.
4. Procédé selon la revendication 1 à 3, caractérisé en ce que la rondelle (7) est collée sur la bride (1) à l'aide d'une résine époxy chargée en fibres de verre (8).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la colle (8) est appliquée au moins contre la surface de fond (6) du lamage (5).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la surface (3) de la bride (1) autour du trou de passage (2) de la vis est préparée au préalable par toilage.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la rondelle (7) est réalisée en un matériau ayant une dureté supérieure à celle du matériau du carter.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de marquage d'une référence sur le carter, à proximité de la rondelle (7).

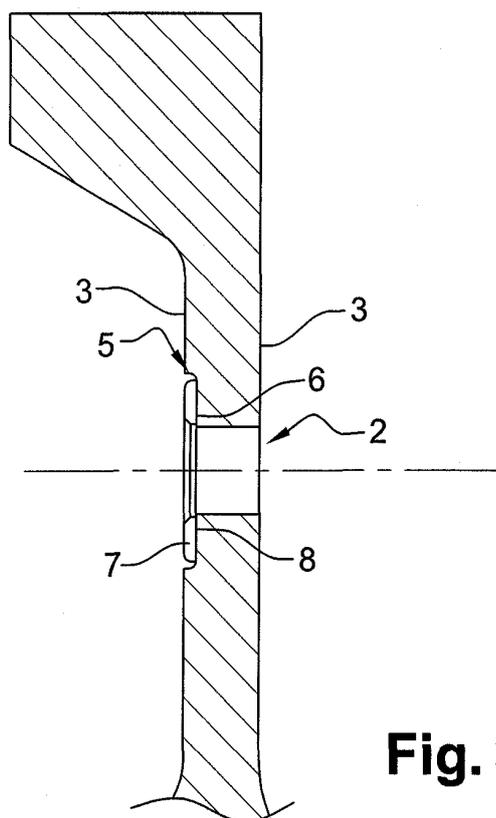
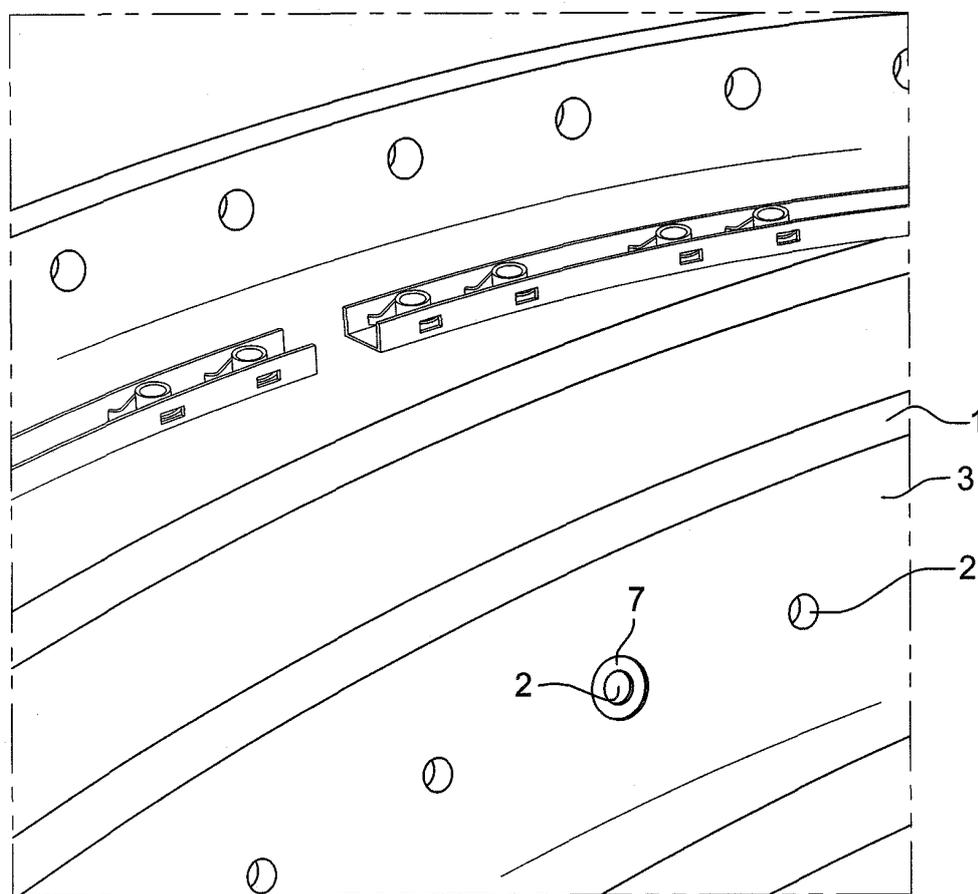
5 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le diamètre externe de la rondelle (7) est compris entre 10 et 15 mm, le diamètre interne de la rondelle étant de l'ordre de 7 mm.

10 10. Carter pour une turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, réalisé en aluminium, en acier ou en composite et comportant une bride annulaire (1) réparée par exécution du procédé selon l'une des revendications 1 à 9, et comprenant au moins un trou de passage (2) d'une vis débouchant dans un lamage (5) dans lequel est collée une rondelle (7).

1/2

**Fig. 1****Fig. 2**

2/2

**Fig. 3****Fig. 4**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 732488  
FR 1000555

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 1 959 094 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 20 août 2008 (2008-08-20)	1,5,8,9	B23P6/04
Y	* alinéas [0019], [0021], [0024]; figures 1-5 * * le document en entier *	4,6	
X	JP 63 055369 A (HITACHI LTD) 9 mars 1988 (1988-03-09) * abrégé; figures *	1,5,7,10	
Y	JP 10 183087 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 7 juillet 1998 (1998-07-07) * abrégé; figures * * alinéas [0004], [0006], [0012], [0016], [0020] * * le document en entier *	4,6	
A	WO 2010/007323 A1 (SNECMA [FR]; GIGNOUX HERVE [FR]; GVOZDENOVIC ERIC [FR]; LORO GAEL [FR]) 21 janvier 2010 (2010-01-21) * page 3, ligne 24 - page 4, ligne 6 * * page 5, ligne 7 - ligne 14 * * page 7, ligne 12 - page 8, ligne 14 * * figures 3-6 * * le document en entier *	1-10	
A	US 2006/251521 A1 (HERNANDEZ GABRIEL [US] ET AL HERNANDEZ GABRIEL [US] ET AL) 9 novembre 2006 (2006-11-09) * alinéa [0024]; figures *	1-10	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)	
		B23P F01D F04D F16B B64F	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 mai 2010		Sérgio de Jesus, E	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000555 FA 732488**

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 **18-05-2010**

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 1959094	A2	20-08-2008	SG 145636 A1	29-09-2008
			US 2008193280 A1	14-08-2008
-----				
JP 63055369	A	09-03-1988	AUCUN	
-----				
JP 10183087	A	07-07-1998	AUCUN	
-----				
WO 2010007323	A1	21-01-2010	FR 2933887 A1	22-01-2010
-----				
US 2006251521	A1	09-11-2006	AT 442936 T	15-10-2009
			EP 1877218 A1	16-01-2008
			WO 2006121499 A1	16-11-2006
-----				