

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 20.02.07.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.08.08 Bulletin 08/34.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS FRANCE Société par
actions simplifiée — FR.

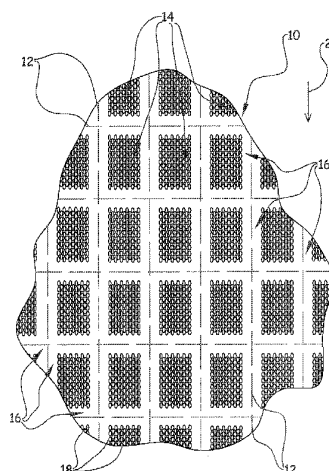
⑦② Inventeur(s) : DUPRIEU BERNARD, FRUSTIE
VALERIE, GILLES THOMAS et CROS CAROLINE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : AQUINOV.

⑤④ PROCÉDE DE REALISATION D'UNE COUCHE ACOUSTIQUEMENT RESISTIVE D'UN PANNEAU POUR LE
TRAITEMENT ACOUSTIQUE.

⑤⑦ L'objet de l'invention est un procédé de réalisation
d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour
le traitement acoustique rapporté au niveau d'une surface
d'un aéronef, comprenant de l'extérieur vers l'intérieur une
couche poreuse acoustiquement résistive, au moins une
structure alvéolaire et une couche réfléchrice ou imperméa-
ble, ladite couche poreuse acoustiquement résistive com-
prenant des zones ouvertes (14) laissant passer les ondes
sonores et des zones pleines (16) ne laissant pas passer les
ondes sonores, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser
des perforations au niveau de la couche acoustiquement ré-
sistive par un usinage chimique.



PROCEDE DE REALISATION D'UNE COUCHE ACOUSTIQUEMENT RESISTIVE D'UN PANNEAU POUR LE TRAITEMENT ACOUSTIQUE

La présente invention se rapporte à un procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique destiné à être rapporté au niveau d'une surface d'un aéronef.

Pour limiter l'impact des nuisances sonores à proximité des aéroports, les normes
5 internationales sont de plus en plus contraignantes en matière d'émissions sonores.

Des techniques ont été développées pour réduire le bruit émis par un aéronef, et notamment le bruit émis par un ensemble propulsif, en disposant, au niveau des parois des conduits, des revêtements visant à absorber une partie de l'énergie
10 sonore, notamment en utilisant le principe des résonateurs d'Helmholtz. De manière connue, un revêtement pour le traitement acoustique, également appelé panneau acoustique, comprend de l'extérieur vers l'intérieur une couche poreuse acoustiquement résistive, au moins une structure alvéolaire et une couche réflectrice ou imperméable.

15 La couche acoustiquement résistive est une structure poreuse ayant un rôle dissipatif, transformant partiellement l'énergie acoustique de l'onde sonore la traversant en chaleur. Elle comprend des zones dites ouvertes susceptibles de laisser passer les ondes acoustiques et d'autres dites fermées ou pleines ne laissant pas passer les ondes sonores mais destinées à assurer la résistance
20 mécanique de ladite couche. Cette couche acoustiquement résistive se caractérise notamment par un taux de surface ouverte qui varie essentiellement en fonction du moteur, des composants constituant ladite couche.

Une couche acoustiquement résistive est soumise à différentes contraintes.

La couche acoustiquement résistive en contact avec les écoulements aérodynamiques est soumise à de fortes contraintes.

Des couches acoustiquement résistives sont notamment décrites dans les
5 documents FR-2.844.304 et FR-2.821.788.

Les orifices pratiqués dans la couche acoustiquement résistive génèrent des perturbations au niveau des écoulements aérodynamiques s'écoulant en surface de la couche acoustiquement résistive qui réduisent les caractéristiques aérodynamiques de l'aéronef, ces perturbations étant sensiblement
10 proportionnelles à la section des orifices.

Cependant, la réduction de la section des orifices conduit à accroître sensiblement le nombre d'orifices pour obtenir un taux d'ouvert équivalent. Or, la multiplication des orifices tend généralement à fragiliser la couche acoustiquement résistive et à augmenter les coûts de fabrication.

15 Aussi, la présente invention vise à proposer un procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique permettant d'accroître la durée de vie de ladite couche et/ou de réduire les temps de maintenance.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réalisation d'une couche
20 acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique rapporté au niveau d'une surface d'un aéronef, comprenant de l'extérieur vers l'intérieur une couche poreuse acoustiquement résistive, au moins une structure alvéolaire et une couche réfléchissante ou imperméable, ladite couche poreuse acoustiquement résistive comprenant des zones ouvertes laissant passer les ondes sonores et des
25 zones pleines ne laissant pas passer les ondes sonores, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les perforations au niveau de la couche acoustiquement résistive par un usinage chimique.

Cette solution permet de générer moins de contraintes résiduelles lors de l'obtention des perforations, ce qui permet d'augmenter la durée de vie de la pièce et/ou de réduire les opérations de maintenance. Elle a également pour avantage de ne pas déformer la pièce lors de la déformation.

5 D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre de l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation d'une couche acoustiquement résistive selon l'invention, et

10 - la figure 2 est une coupe illustrant une variante de profil de perforations.

Des techniques ont été développées pour réduire le bruit émis par un aéronef, et notamment le bruit émis par un ensemble propulsif, en disposant, au niveau des parois des conduits, des revêtements visant à absorber une partie de l'énergie sonore, notamment en utilisant le principe des résonateurs d'Helmholtz. De

15 manière connue, un revêtement pour le traitement acoustique, également appelé panneau acoustique, comprend de l'extérieur vers l'intérieur une couche poreuse acoustiquement résistive, au moins une structure alvéolaire et une couche réflectrice ou imperméable.

Par couche, on entend une ou plusieurs couches de même nature ou non.

20 Une structure en nid d'abeilles est utilisée pour former la structure alvéolaire.

Une tôle est généralement utilisée pour former la couche réflectrice imperméable.

Différents types de matériaux peuvent être utilisés pour le nid d'abeilles et la tôle réflectrice.

25 Sur la figure 1, on a représenté en 10 une couche acoustiquement résistive avec en pointillés les parois latérales 12 d'une structure alvéolaire.

Selon un mode de réalisation connu, la structure alvéolaire est réalisée à partir d'un nid d'abeilles.

Selon un mode de réalisation privilégié, la structure alvéolaire comprend d'une part une pluralité de premières bandes dites bandes longitudinales disposées dans des plans radiaux incorporant l'axe longitudinal de la nacelle, et d'autre part, une pluralité de secondes bandes dites bandes transversales sécantes aux plans radiaux. De préférence, au niveau de chaque point d'intersection avec les bandes transversales, chaque bande longitudinale est sensiblement perpendiculaire à la tangente de chaque bande transversale au point considéré.

Selon un avantage important de ce mode de réalisation, les bandes sont éventuellement mises en forme préalablement à l'assemblage et ne sont plus déformées une fois assemblées ou lorsque les couches réflectrice ou acoustiquement résistive sont mises en place.

Le panneau acoustique ainsi formé ayant des formes adaptées à celles de la surface à traiter, il n'est plus déformé lors de sa mise en place. Par conséquent, la liaison entre la structure alvéolaire et la couche réflectrice ou la couche acoustiquement résistive ne risque plus d'être endommagée et la position des parois latérales 12 des conduits délimités par les bandes transversales et longitudinales est parfaitement connue.

La couche 10 acoustiquement résistive est une structure poreuse ayant un rôle dissipatif, transformant partiellement l'énergie acoustique de l'onde sonore la traversant en chaleur. Elle comprend des zones dites zones ouvertes 14 susceptibles de laisser passer les ondes acoustiques et d'autres dites zones fermées 16 ou pleines ne laissant pas passer les ondes sonores mais destinées à assurer la résistance mécanique de ladite couche. Cette couche 10 acoustiquement résistive se caractérise notamment par un taux de zone ouverte qui varie essentiellement en fonction du moteur, des composants constituant ladite couche.

Les zones ouvertes 14 de la couche acoustiquement résistive sont disposées en fonction de la position des parois latérales 12 de la structure alvéolaire afin de

déboucher dans les cavités délimitées par les parois latérales 12 et non de manière chevauchante avec les parois latérales 12.

La couche acoustiquement résistive 10 comprend au niveau de la surface extérieure susceptible d'être en contact avec les écoulements aérodynamiques
5 une feuille ou tôle comprenant des zones ouvertes 14 séparées par des zones pleines 16, lesdites zones pleines 16 définissant un réseau permettant la reprise des efforts.

Selon les cas, la couche acoustiquement résistive comprend une seule feuille ou tôle ou un complexe comprenant au moins une tôle ou feuille et au moins un tissé
10 ou un non tissé.

De préférence, les zones pleines 16 définissent au moins une série de bandes espacées de manière à délimiter des zones ouvertes 14. Selon un mode de réalisation, les zones pleines 16 définissent des bandes, une première série de bandes disposées selon une première direction et une seconde série de bandes
15 disposées selon une seconde direction sensiblement perpendiculaire à la première direction, les bandes de chaque série étant espacées de manière à délimiter des zones ouvertes 14. Les bandes formant les zones pleines 16 sont disposées au droit des parois latérales 12. En variante, on pourrait envisager plus de deux séries de bandes.

20 Avantageusement, la largeur des bandes de zones pleines est au plus égale à la plus petite des valeurs suivantes :

- 10 mm ;
- 30% de la largeur des zones ouvertes 14.

Les zones pleines 16 sont adaptées pour assurer la fonction structurelle et la
25 reprise des efforts, notamment selon la première direction et selon la seconde direction. Selon des variantes, les zones pleines 16 peuvent permettre le passage d'un circuit de dégivrage à air chaud ou de type électrique.

Selon l'invention, les zones ouvertes 14 comprennent une pluralité de perforations 18. A titre d'exemple, on peut envisager des perforations oblongues. De préférence, les perforations 18 ont un profil qui s'évase au moins au niveau d'une surface. Selon un mode de réalisation, les perforations ont un profil tel que
5 défini sur la figure 2. Ainsi, la section de la perforation 18 a un profil en diabolo, avec une section réduite qui s'élargit de part et d'autre afin de déboucher en surface par des sections plus larges. Ce type de profil est intéressant pour des fonctions aérodynamiques.

Selon un mode de réalisation, les zones ouvertes 14 comprennent une pluralité de
10 microperforations 18 dont la plus grande dimension est inférieure à 2 mm, et de préférence est inférieure à 1,2 mm.

Selon un mode de réalisation, les microperforations 18 ont une forme oblongue dont la plus grande dimension est orientée selon le sens 20 de l'écoulement des flux au niveau de la surface de la couche acoustiquement résistive. Cette forme
15 permet d'augmenter l'efficacité des microperforations 18. Les microperforations peuvent avoir les mêmes profils que les perforations illustrées en figure 2.

La couche acoustiquement résistive peut comprendre des perforations ou des microperforations prévues pour faire communiquer l'intérieur des cellules de la structure alvéolaire avec l'extérieur, certaines perforations ou
20 micorperforations étant ainsi destinées au traitement acoustique et d'autres au traitement du givre.

Avantageusement, au moins les perforations ou microperforations prévues pour le traitement du givre sont inclinées et ne sont pas normales à la surface extérieure de la couche acoustiquement résistive afin d'évacuer l'air chaud de
25 manière laminaire au niveau de la surface extérieure à traiter. Cette configuration permet également de diminuer le risque d'obstruction des trous (perforations ou microperforations), notamment par la pollution.

De préférence, les microperforations 18 sont alignées selon plusieurs lignes pour une même zone ouverte et disposées en quinconce d'une ligne à l'autre.

Selon un premier mode de réalisation les microperforations 18 sont réalisées par perforation au moyen d'un faisceau d'électrons, soit avec un mode de
5 fonctionnement à impulsion en continue ou un mode de fonctionnement à multi-impulsion de type à percussion ou à trépassage.

Selon un autre mode de réalisation, les perforations réalisées au niveau de la couche acoustiquement résistive sont réalisées par un usinage chimique.

Dans un premier temps, un masque recouvrant les parties ne devant pas être
10 perforées est appliqué sur au moins une des surfaces de la couche acoustiquement résistive. En suivant, on applique une solution d'attaque en surface qui au droit des zones non protégées par le masque va par un processus électrochimique dissoudre le métal et créer les perforations. De préférence, la tôle à perforer est immergée dans une solution d'attaque.

15 Selon un mode de réalisation, la tôle est métallique, de préférence en titane, et la solution d'attaque est adaptée pour provoquer un phénomène de corrosion dudit métal de façon à obtenir une perforation.

A titre d'exemple, la gamme d'usinage pourrait être la suivante :

- préparation de la surface afin d'obtenir une meilleure adhérence du masque et
20 en rendant possible son enlèvement par un simple pelage,
- mise en place du masque sur toute la surface,
- retrait d'une partie du masque afin de découvrir les zones à usiner,
- immersion dans la solution d'attaque,
- rinçage,
- 25 - neutralisation éventuelle,
- rinçage,
- séchage,
- démasquage final.

Cette solution pour obtenir les perforations a pour avantage de ne pas soumettre la tôle à un échauffement localisé susceptible d'engendrer des contraintes résiduelles comme pourrait le faire un usinage à l'aide d'un faisceau laser ou sans arrachage de matière comme pourrait le faire un usinage conventionnel.

- 5 Ainsi, cette solution engendre des contraintes résiduelles moins importantes ce qui permet d'augmenter la durée de vie de la pièce et de réduire les opérations de maintenance. De ce fait, les visites de contrôle et les opérations de maintenance sont espacées ce qui permet de réduire le temps d'immobilisation de l'aéronef.
- 10 Selon un autre avantage, cette solution permet de ne pas déformer la pièce lors de la perforation.

Avantageusement, cette opération d'usinage est réalisée sur une tôle déjà mise en forme selon la forme de la structure alvéolaire. En suivant, la couche acoustiquement résistive est reliée par soudage à la structure alvéolaire.

- 15 En variante, il est possible de réaliser au préalable une zone de plus faible épaisseur, notamment par usinage chimique, au niveau des zones où seront pratiquées les perforations ou microperforations, tout en gardant des zones non perforées plus épaisses pour assurer la tenue mécanique.

- L'usinage chimique peut provoquer l'emprisonnement d'éléments étrangers (ions)
- 20 dans un réseau cristallin de la tôle. Lors de l'assemblage, l'opération de soudage provoque une élévation de température qui permet de libérer ces éléments étrangers. Par conséquent, cette opération permet de réduire encore les contraintes résiduelles.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une couche (10) acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique rapporté au niveau d'une surface d'un aéronef, comprenant de l'extérieur vers l'intérieur une couche poreuse acoustiquement résistive, au moins une structure alvéolaire et une couche
5 réflectrice ou imperméable, ladite couche poreuse acoustiquement résistive comprenant des zones ouvertes (14) laissant passer les ondes sonores et des zones pleines (16) ne laissant pas passer les ondes sonores, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser des perforations au niveau de la couche acoustiquement résistive par un usinage chimique.

10 2. Procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à recouvrir en partie au moins une surface de la couche acoustiquement résistive avec un masque puis à appliquer une solution d'attaque adaptée au matériau de la couche acoustiquement résistive sur ladite surface qui
15 au droit des zones non protégées par le masque va par un processus électrochimique dissoudre le métal et créer des perforations.

3. Procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser des perforations sous forme de microperforations
20 (18) dont la plus grande dimension est inférieure à 2 mm.

4. Procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 3, caractérisé en ce que les microperforations (18) ont des formes oblongues dont la plus grande dimension est orientée selon le sens des flux s'écoulant au niveau de la surface
25 de la couche acoustiquement résistive.

5. Procédé de réalisation d'une couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les microperforations (18) sont alignées selon plusieurs lignes pour une même zone ouverte (14) et disposées en quinconce d'une ligne à l'autre.

5 6. Couche acoustiquement résistive d'un panneau pour le traitement acoustique obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

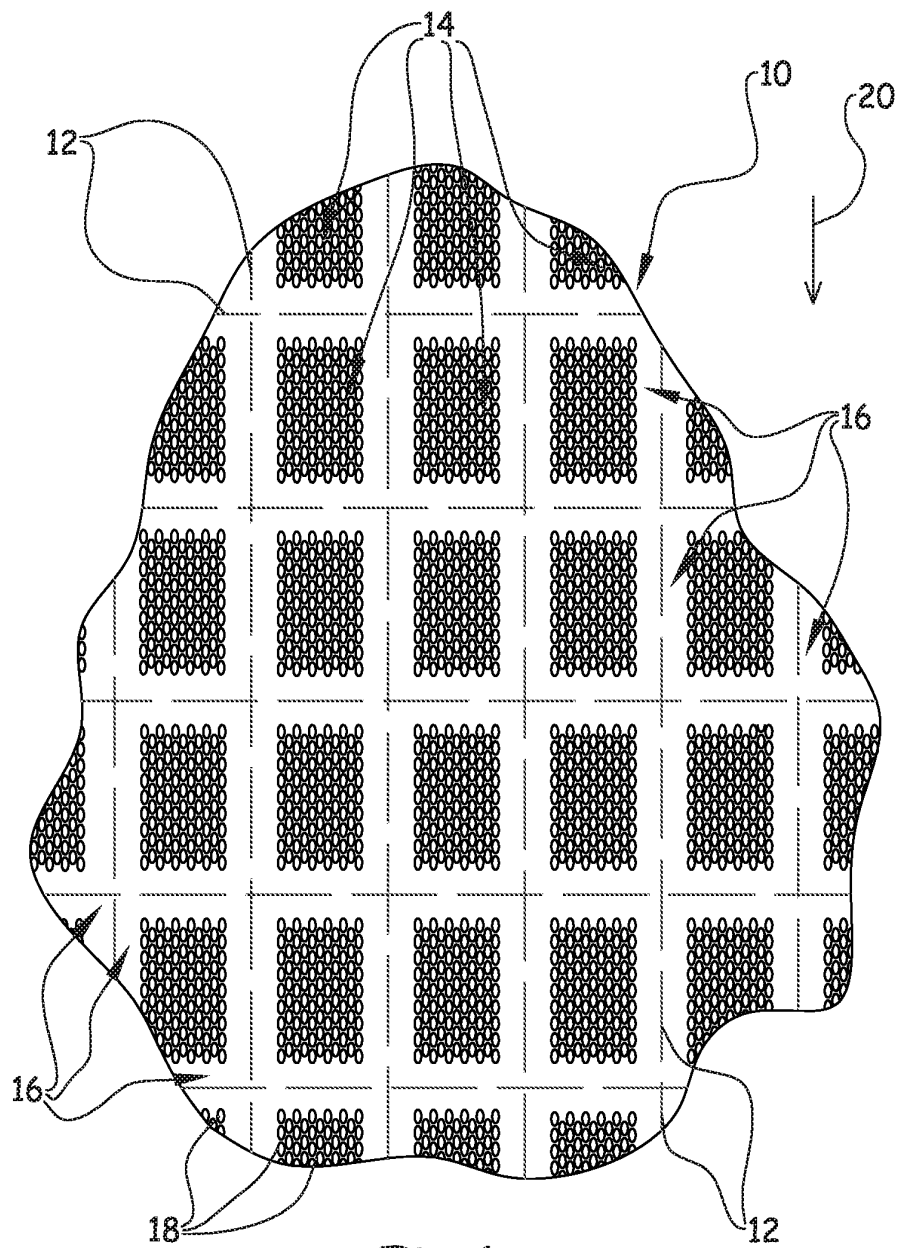
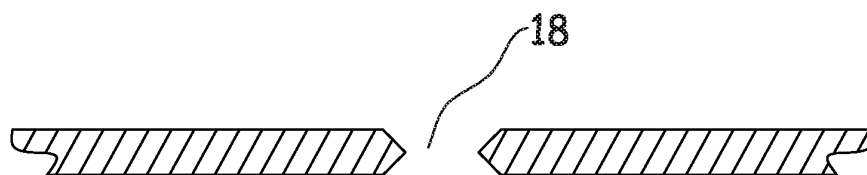
7. Procédé de réalisation d'un panneau pour le traitement acoustique rapporté au niveau d'une surface d'un aéronef comprenant une couche
10 acoustiquement résistive obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à souder la couche acoustiquement résistive avec la structure alvéolaire.

8. Panneau pour le traitement acoustique rapporté au niveau d'une surface d'un aéronef obtenu selon le procédé de la revendication 7.

15 9. Nacelle d'un aéronef comprenant un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 8.

10. Aéronef comprenant un panneau pour le traitement acoustique selon la revendication 8.

1/1

Fig.1Fig.2



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 690524
FR 0753365

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		
Y,D	EP 1 398 473 A1 (AIRBUS FRANCE [FR]) 17 mars 2004 (2004-03-17)	1-5,7	G10K11/168
X	* alinéas [0001], [0028] - [0051]; revendications 1,7,14; figures 1,2,5,6 *	6,8-10	F02C7/045 B64D29/00
Y	US 4 529 637 A (HANKEL KEITH M [US]) 16 juillet 1985 (1985-07-16) * colonne 1, ligne 5 - ligne 30 * * colonne 1, ligne 56 - colonne 2, ligne 9 * * colonne 4, ligne 26 - colonne 6, ligne 50; figures 1,2,5 *	1-5,7	
A	EP 0 897 175 A (NORTHROP GRUMMAN CORP [US]) 17 février 1999 (1999-02-17) * abrégé * * alinéas [0001], [0002], [0008]; figures 1,2 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02C G10K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 octobre 2007		Trique, Michael	
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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0753365 FA 690524

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 **02-10-2007**

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 1398473	A1	17-03-2004	AT	343054 T		15-11-2006
			CA	2439555 A1		10-03-2004
			DE	60309112 T2		06-06-2007
			ES	2274192 T3		16-05-2007
			FR	2844304 A1		12-03-2004
			US	2004045766 A1		11-03-2004

US 4529637	A	16-07-1985	CA	1227757 A1		06-10-1987
			EP	0139360 A2		02-05-1985
			JP	60067994 A		18-04-1985

EP 0897175	A	17-02-1999	US	6248423 B1		19-06-2001
			US	5965044 A		12-10-1999
