

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 275 726
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 87402724.6

(51) Int. Cl. 4: F01D 5/30, F01D 5/28

(22) Date de dépôt: 02.12.87

(30) Priorité: 17.12.86 FR 8617634

(43) Date de publication de la demande:
27.07.88 Bulletin 88/30(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

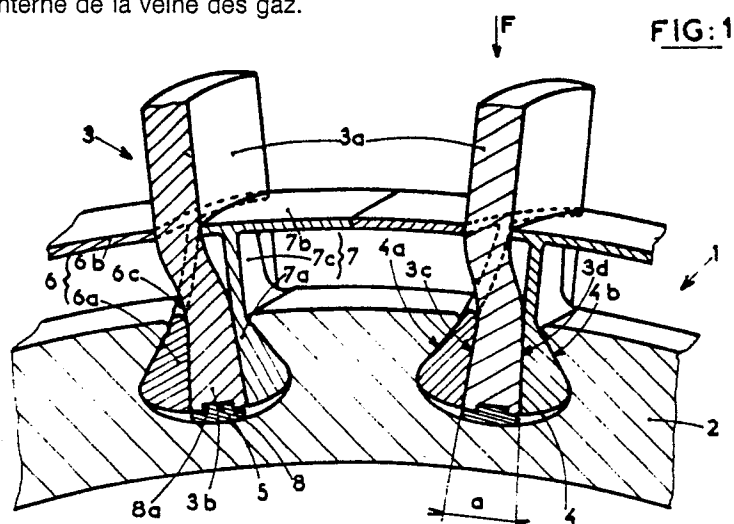
(71) Demandeur: SOCIETE NATIONALE D'ETUDE
ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS
D'AVIATION, "S.N.E.C.M.A."
2 Boulevard Victor
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: Gastebois, Philippe, Marc Denis
32, Le Ruisseau
F-77240 Vert Saint Denis(FR)
Inventeur: Imbault, Jean-François Robert
19, rue Claude Faure
F-77310 Ponthierry(FR)

(74) Mandataire: Moinat, François et al
S.N.E.C.M.A. Service des Brevets Boîte
Postale 81
F-91003 Evry Cédex(FR)

(54) Roue de turbine à aubes céramique.

(57) Une roue de turbine comporte des aubes (3) en céramique dont le pied (3b) en forme de bulbe dont les flancs plans latéraux (3c,3d) présentent un angle (a) de convergence ne dépassant pas dix degrés est maintenu dans un alvéole (4) d'un disque (2) au moyen d'éléments en forme de coins (6a,7a), la pale (3a) d'aube étant associée à des éléments distincts formant plates-formes (6b,7b) pour constituer un anneau continu de paroi interne de la veine des gaz.



ROUE DE TURBINE A AUBES CERAMIQUE

La présente invention concerne une roue de turbine comportant des aubes en matériau céramique composite.

La recherche de l'accroissement des performances dans les applications des turbomachines modernes, particulièrement dans le domaine aéronautique, conduit à une élévation constante des températures de fonctionnement, notamment les températures à l'entrée de la turbine. Ces conditions de fonctionnement ont amené des développements technologiques de conception, englobant notamment toutes les adaptations concernant les solutions de refroidissement en vue d'obtenir une durée de vie acceptable des pièces mécaniques constituant la turbine et parmi celles-ci plus particulièrement en ce qui concerne les pièces les plus exposées au courant de circulation des gaz chauds, comme par exemple les aubes de rotor de turbine. Une voie parallèle de développements concerne également la mise au point de matériaux nouveaux présentant des résistances améliorées aux hautes températures tout en remplissant les fonctions mécaniques ou aérodynamiques demandées. Dans cette voie, des tentatives ont été effectuées pour l'utilisation de divers matériaux composites et en particulier à base de fibres céramiques. Quelques exemples illustrent ces techniques connues.

FR-A-2 176 350 concerne une pale composite dont on décrit un mode particulier de répartition des fibres et leur disposition pour passer de la pale au pied de l'aube qui présente par exemple une forme en queue d'aronde.

FR-A-2 154 050 concerne un procédé de réalisation d'une ailette de turbomachine dont la pale est composée de couches armées de fibres et dont le pied comporte des coins durcis insérés entre les couches.

FR-A-2 538 029 décrit des aubes céramiques comportant une âme métallique entourée par une enveloppe de céramique réfractaire, des dispositions de ventilation et de refroidissement interne étant associées. Un pied évasé de l'aube est rendu solidaire de l'âme centrale par une goupille de fixation.

DE-C-830854 décrit une aube céramique dont le bulbe du pied présente un angle de convergence entre les flancs limité à une valeur déduite des caractéristiques du matériau, notamment du rapport des contraintes admissibles en compression et en traction.

Aucune des solutions connues ne donne toutefois entière satisfaction. En effet, soit la présence de parties métalliques dans la pale fait perdre les avantages principaux attendus de l'utilisation de

matériaux céramiques composites, soit des arrangements de fibres très complexes sont imposés qui entraînent des difficultés en fabrication dans l'agencement des fibres ou tissus, aussi bien dans les passages de la pale au pied de l'aube et la mise en forme de ce pied ou encore les passages, de la pale à la plateforme de l'aube.

La présente invention vise à la réalisation d'aubes du genre précité en évitant les inconvénients encourus par les solutions précédemment connues. Une roue de turbine conforme à l'invention et comportant des aubes du genre précité est caractérisée en ce que chaque aube est associée à au moins une pièce constituée d'au moins un élément en forme de coin et d'un élément formant plateforme, situés du même côté de l'aube, lesdits éléments de coin et de plate-forme étant reliés par une échasse de telle sorte que deux éléments en forme de coins sont disposés de part et d'autre entre les flancs du pied d'aube et les faces de l'alvéole de disque, assurant le verrouillage radial de l'aube et que les éléments formant plates-formes et disposés de part et d'autre de ladite pale constituent un anneau continu délimitant la paroi interne de la veine de circulation des gaz de la turbine.

Avantageusement, deux éléments formant plates-formes, situés entre deux aubes successives sont en outre réunis pour former une pièce monobloc en pont.

Toutes ces dispositions selon l'invention présentent des avantages communs importants. Elles permettent l'utilisation d'un matériau céramique composite qui présente par ailleurs des résultats intéressants de résistance et de tenue en service à des températures élevées de fonctionnement ainsi que de résistance aux corrosions, de caractéristiques mécaniques et de masse pour la réalisation d'aubes présentant des profils cambrés, grâce à la dissociation, selon l'invention, entre la pale et la plate-forme qui se prêtent ainsi, chacune séparément, à la réalisation en céramique composite et en permettant également la liaison entre pale et pied d'aube par des fibres continues, non soumises à des distorsions de forme préjudiciables à une bonne tenue en service grâce à la séparation entre les fonctions aérodynamiques de la pale et des fonctions d'attache ou de rétention radiale ou de verrouillage des aubes qui sont remplies par des éléments associés, séparés du pied de l'aube, tels les éléments en forme de coins prévus par l'invention. D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description qui va suivre de modes de réalisation, en référence aux dessins annexés, sur

lesquels,

- la figure 1 représente une vue partielle en coupe transversale perpendiculaire à son axe de rotation d'une roue de turbine selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 représente schématiquement une vue de dessus d'une aube de la roue de turbine selon la flèche F de la figure 1 ;

- les figures 3a et 3b représentent des vues schématiques en perspective de deux éléments d'attache et de plate-forme des aubes de la roue de turbine représentée à la figure 1 situés, respectivement du côté intrados et du côté extrados d'une aube ;

- la figure 4 représente une vue analogue à la figure 1 d'une roue de turbine selon un second mode de réalisation de l'invention,

A la figure 1, une roue de turbine 1 partiellement représentée est composée d'un disque 2 et d'aubes mobiles 3 entraînées en rotation par le disque. Le disque 2 comporte sur sa périphérie et uniformément réparties, une multiplicité d'alvéoles 4, rectilignes, orientées axialement, dans la direction de l'axe de rotation de la roue de turbine et ayant une section en forme de queue d'aronde. Chaque aube 3 comporte une pale 3a dont le profil cambré est adapté aux fonctions aérodynamiques qu'elle doit remplir en fonctionnement et ladite pale 3a est prolongée du côté radialement interne de l'aube 3 par un pied 3b sans qu'aucune rupture de forme ne se produise dans la transition de la pale 3a au pied 3b qui se trouve en parfaite continuité. Le pied 3b de l'aube 3 est constitué d'un bulbe dont les flancs latéraux 3c et 3d sont planaires et ces plans présentent entre eux un angle de convergence α qui peut être par exemple de cinq degrés d'angle mais qui ne doit pas dépasser dix degrés d'angle.

La face inférieure dudit pied 3b d'aube comporte une encoche 5 ménagée suivant une direction axiale et au milieu de la largeur du pied 3b. Entre les flancs latéraux 3c et 3d du pied d'aube 3b et les faces 4a et 4b de l'alvéole 4 du disque 2 sont disposés des éléments en forme de coins, respectivement 6a côté extrados de l'aube 3 et 7a côté intrados de l'aube 3. A une courte distance de la périphérie du disque 2, de part et d'autre de chaque aube 3, sont disposées des plates-formes, respectivement 6b côté extrados et 7b côté intrados et ces plates-formes 6b et 7b forment un anneau qui constitue une paroi délimitant du côté radialement interne la veine aérodynamique de circulation des gaz traversant la turbine. Selon un premier mode de réalisation représenté à la figure 1, lesdits éléments en coins et les plates-formes sont reliés et solidarisés pour former une pièce unique par une échasse, respectivement, un coin 6a et une plate-forme 6b sont réunis par une

échasse 6c pour constituer une pièce 6, de même qu'un coin 7a et une plate-forme 7b sont réunis par une échasse 7c pour constituer une pièce 7.

La figure 2 indique en vue de dessus un exemple de réalisation de profil de l'aube 3. Il en résulte une évolution de profil entre le pied d'aube 3b et la pale proprement dite 3a. Par suite, toute interférence doit être évitée entre, d'une part, les échasses 6c ou 7c et d'autre part, le profil de l'aube. L'échasse 7c du côté intrados de l'aube 3 comporte ainsi un évidement 7d, du côté bord d'attaque de l'aube et un évidement 7e, du côté bord de fuite de l'aube. De même l'échasse 6c du côté extrados de l'aube 3 comporte un évidement 6d ménagé sous la plate-forme 6b, au milieu de l'échasse.

Une cale 8 est insérée entre la face inférieure du pied d'aube 3b et le fond de l'alvéole 4 du disque 2. En coopération avec les coins 6a et 7a, ladite cale 8 verrouille ainsi le pied d'aube 3b dans la direction radiale. La cale 8 comporte sur sa face supérieure un taquet 8a disposé dans le sens axial qui coopère avec l'encoche 5 de la face inférieure du pied d'aube 3b. Le taquet 8a comporte à chaque extrémité un bord replié sur la face du disque 2 assurant ainsi un verrouillage axial.

Selon un second mode de réalisation représenté à la figure 4, sur laquelle les repères des éléments qui ont été conservés identiques au premier mode de réalisation sont les mêmes que ceux qui ont été utilisés ci-dessus en référence aux figures 1 à 3 et les repères des éléments analogues ont été augmentés d'une dizaine, les deux pièces constituées chacune d'un élément en coin et d'une plate-forme et situées entre deux aubes successives, respectivement l'une du côté intrados d'une aube et l'autre du côté extrados de l'aube suivante, sont réunies au niveau des plates-formes jointives pour former une pièce monobloc.

On retrouve ainsi à la figure 4, le disque 2 et ses alvéoles 4, les aubes 3 et leurs pieds 3b et pales 3a, les cales 8 de verrouillage. Entre deux aubes 3 est placée une pièce intermédiaire 9 constituée d'un premier coin 17a, d'une première échasse 17c, d'un plateau unique 9a inter-aubes formant plate-forme, d'une seconde échasse 16c et d'un second coin 16a.

Comme précédemment indiqué, dans les divers modes de réalisation de l'invention qui viennent d'être décrits, les aubes 3 sont réalisées en un matériau céramique composite qui peut être d'un type connu à fibres orientées et élaboré selon des techniques connues ou encore elles peuvent être réalisées en céramique à structure du genre dit "à trois dimensions" et la mise en forme peut comporter dans ce cas des usinages. Les plates-formes, séparées des pales, peuvent également être réalisées en un matériau céramique composite

ou en un matériau métallique du genre superalliage résistant à chaud. Dans les modes de réalisation décrits, on observe également en fonctionnement des microglissements entre les pièces d'où il résulte un amortissement des vibrations affectant les aubes.

Revendications

1 - Roue de turbine du genre composée d'un disque (2) comportant des alvéoles (4) axiales rectilignes à section en queue d'aronde, uniformément répartis sur sa périphérie et d'aubes (3) en matériau céramique composite comportant un pied verrouillé axialement dans ledit alvéole au moyen de brides respectivement en appui côté amont et côté aval, le pied (3b) d'aube prolongeant l'extrémité radialement interne de pale (3a) dans l'alvéole (4) coopérant du disque étant constitué d'un bulbe dont les deux flancs plans latéraux présentent entre eux un angle (a) de convergence qui ne dépasse pas dix degrés d'angle de telle sorte que les fibres céramiques continuent de la pale (3a) proprement dite au pied (3b) de l'aube (3) sans distorsion géométrique, caractérisée en ce que chaque aube (3) est associée à au moins une pièce (6,7;9) constituée d'au moins un élément en forme de coin (6a,7a;16a,17a) et d'un élément formant plate-forme (6b,7b;9a) situés du même côté de l'aube, lesdits éléments de coin et de plate-forme étant reliés par une partie formant une échasse (6c,7c; 16c, 17c) de telle sorte que deux éléments en forme de coins (6a, 7a; 16a, 17a) sont disposés de part et d'autre entre les flancs du pied (3b) d'aube et les faces de l'alvéole (4) de disque, assurant le verrouillage radial de l'aube (3) et que les éléments formant plates-formes (6b, 7b; 9a; 29a, 39a) et disposés de part et d'autre de ladite pale (3a) constituent un anneau continu délimitant la paroi interne de la veine aérodynamique de circulation des gaz de la turbine.

2 - Roue de turbine selon la revendication 1 caractérisée en ce que lesdites échasses (6c, 7c) comportent des évidements.

3 - Roue de turbine selon la revendication 2 caractérisée en ce que chaque échasse (7c) située du côté intrados d'une aube (3) comporte des évidements (7d, 7e) sur les bords situés respectivement du côté bord d'attaque et du côté bord de fuite de l'aube et en ce que chaque échasse (6c) située du côté extrados d'une aube (3) comporte un évidement (6d) au milieu de l'échasse (6c), sous la plate-forme (6b).

4 - Roue de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce que deux éléments formant plates-formes, situés entre deux aubes successives sont réunis en une pièce

monobloc constituant ainsi une pièce (9) en pont comportant entre les deux aubes et successivement un premier coin (17a), une première échasse (17c), une plate-forme (9a), une seconde échasse (16c) et un second coin (16a).

5 - Roue de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisée en ce que la face inférieure du pied (3b) d'aube comporte une encoche (5) et en ce qu'une cale (8) est insérée axialement entre ladite face inférieure et le fond de l'alvéole (4) du disque (2) et comporte un taquet (8a) qui coopère avec ladite encoche (5) et dont les extrémités ont respectivement un bord replié sur une face du disque (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

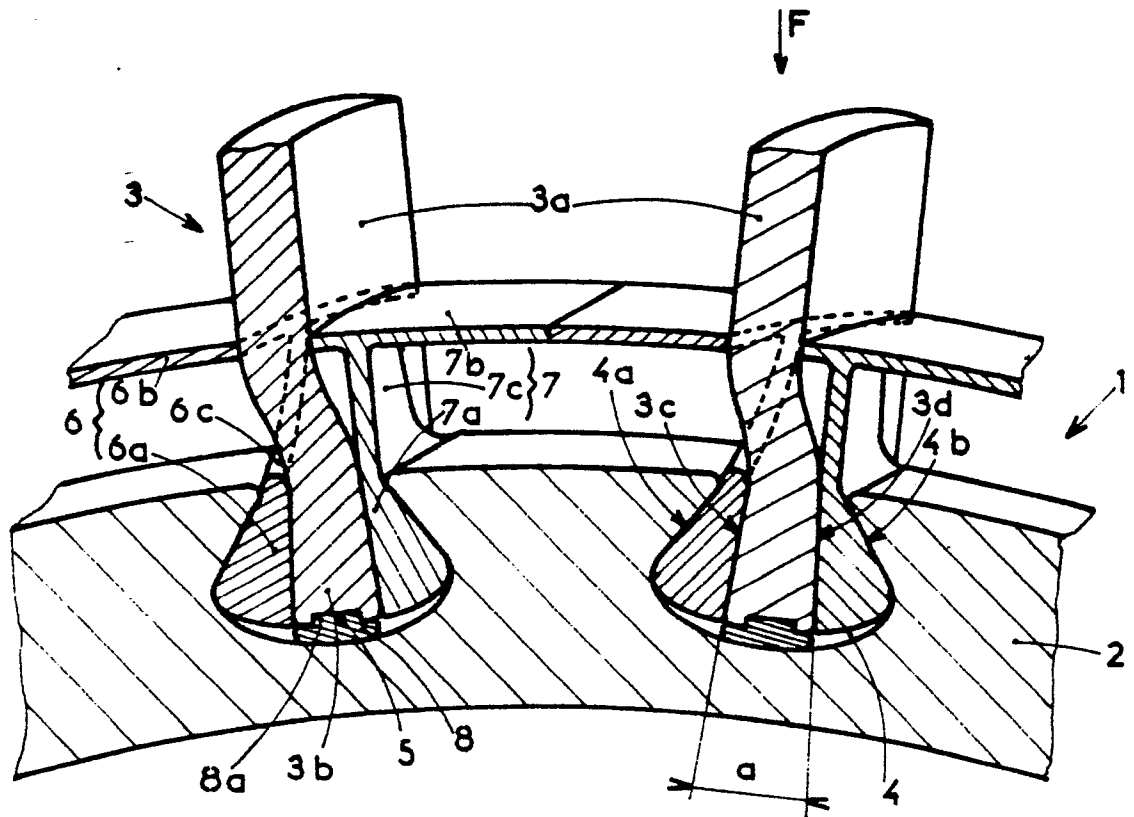


FIG: 1

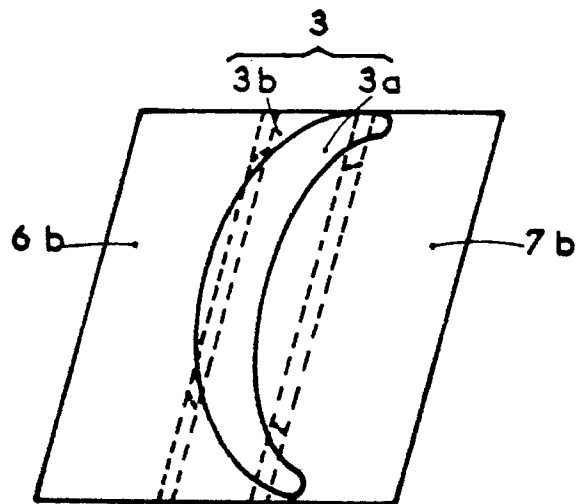


FIG: 2

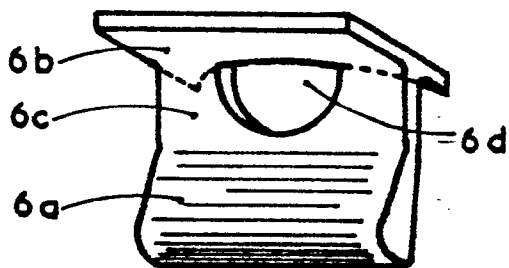


FIG: 3b

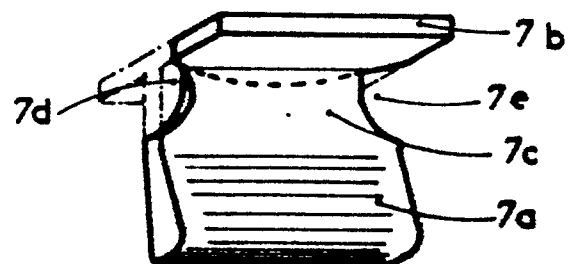
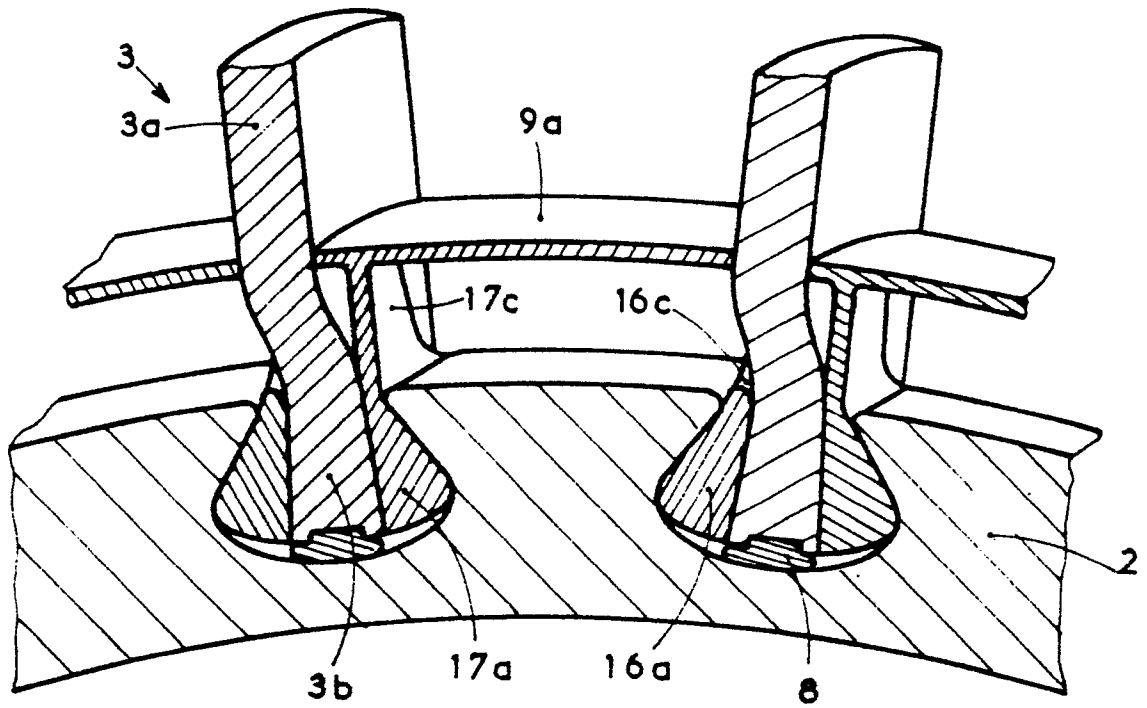


FIG: 3a

**FIG:4**



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2724

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)
Y	FR-A-2 073 854 (PALFREYMAN) * Page 2, lignes 16-39; figures 1,2 * ---	1	F 01 D 5/30 F 01 D 5/28
Y	DE-C- 550 328 (SIEMENS-SCHUCKERT) * Page 2, lignes 36-46; figure 2 * ---	1	
A	US-A-4 343 593 (HARRIS) * En entier * ---	1	
A	US-A-3 679 324 (STARGARDTER) * En entier * ---	1	
A,D	DE-C- 830 854 (SCHÖRNER et al.) * En entier * ---	1	
A,D	FR-A-2 176 350 (ALVER et al.) * En entier * ---	1	
A	US-A-2 950 083 (COMPTON) * En entier * ---	1	
A	US-A-3 132 841 (WILDER) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 164 134 (WALSH et al.) ---		F 01 D
A	US-A-3 294 364 (STANLEY) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-03-1988	Examineur IVERUS D.
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			