

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: **85401863.7**

⑤① Int. Cl.⁴: **F 01 D 11/02**

⑳ Date de dépôt: **25.09.85**

③① Priorité: **27.09.84 FR 8414818**

④③ Date de publication de la demande:
09.04.86 Bulletin 86/15

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: **Kervistin, Robert**
215, rue Aristide Briand
F-77350 Le Mee/Seine(FR)

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

⑤④ **Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à labyrinthe de turbomachine.**

⑤⑦ Pour contrôler automatiquement le jeu d'un joint à labyrinthe de turbomachine, un élément de stator (2) comporte une chambre annulaire (5) alimentée sous un débit D2 en air chaud par des orifices (8) et sous un débit D3 en air plus froid par des percages (20) pratiqués dans la partie radialement interne dudit stator (2) constituant le support annulaire (6) de la garniture (7) d'usure et d'étanchéité qui forme avec des lèchettes (13) portées par une pièce de rotor (1) ledit joint à labyrinthe, ces percages (20) étant situés en amont de ladite garniture (7). Les Percages (2) sont à la hauteur de parties coopérantes (14) du support (6) et (15) de la pièce de rotor (1) qui sont conformées de façon à créer une tuyère convergente-divergente (16) annulaire formant un col primaire (19). Le jeu j1 du joint est maintenu constant grâce aux variations relatives obtenues sur les débits d'air D2 et D3, dans le sens d'un échauffement en cas de diminution du jeu et dans le sens d'un refroidissement en cas d'augmentation du jeu.

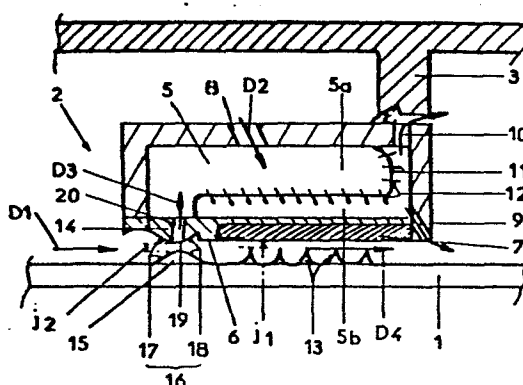


FIG.1

DISPOSITIF DE CONTROLE AUTOMATIQUE DU JEU D'UN JOINT
A LABYRINTHE DE TURBOMACHINE

L'invention concerne un dispositif de contrôle automatique
5 en fonctionnement du jeu d'un joint de turbomachine du
type à labyrinthe.

Les étanchéités entre parties fixes et parties tournantes
de turbomachine font fréquemment appel à des joints du
10 type à labyrinthe composés, d'une part, sur la partie
tournante, d'éléments en forme de léchettes, en nombre va-
riable selon les conditions de fonctionnement et suivant
divers paramètres technologiques, et, d'autre part, sur
la partie fixe située en regard, d'un élément constituant
15 une garniture d'usure et d'étanchéité, dite "abradable",
c'est-à-dire usable par frottement lors d'un contact éven-
tuel avec une léchette sans entraîner d'endommagement
notable de celle-ci, cet élément étant porté par un sup-
port annulaire relié à une structure fixe de la turbo-
20 machine. De tels joints peuvent être disposés par exemple
entre différents étages mobiles de compresseur ou de
turbine, et des parties fixes (ou tournant à une vitesse
différente) avoisinantes. Les léchettes sont dans ce cas
portées par des entretoises ou des anneaux et la garniture
25 est fixée sur le stator (ou sur la partie mobile tournant
à la vitesse la plus faible de préférence).

Dans une autre utilisation particulière de ces joints qui
constitue une application plus directement visée par l'in-
30 vention, ces joints sont disposés entre diverses enceintes
de turbomachine et on les trouve en particulier aux extré-
mités de l'enceinte externe du carter de chambre de com-
bustion, d'une part, du côté de la sortie de compresseur
et, d'autre part, du côté de l'entrée de turbine. Dans ce
35 cas la fonction propre d'étanchéité du joint est plus

complexe. En effet, un équilibrage de pressions entre diverses enceintes de la turbomachine est habituellement recherchée. Une circulation d'air contrôlée est également recherchée dans les enceintes en vue de créer certains courants d'air de ventilation utilisable éventuellement dans d'autres zones de la turbomachine et ainsi il peut être souhaitable de contrôler avec la meilleure précision des débits d'air dits "débits de fuite" traversant ce type de joint à labyrinthe et dont la maîtrise se répercute sur divers résultats tels que les rendements de la turbomachine ou la durée de vie de différentes pièces. En dehors des diverses conditions de fonctionnement, telles que la pression dans les enceintes, l'un des paramètres fondamentaux dont dépend ce contrôle des débits d'air est le jeu en fonctionnement entre le sommet des lèchettes et la garniture d'usure et d'étanchéité.

Diverses solutions ont tenté de répondre à ces problèmes posés et en particulier de maintenir à une valeur contrôlée le jeu entre les lèchettes et la garniture d'usure et d'étanchéité dans un joint à labyrinthe, quelles que soient les conditions de fonctionnement de la turbomachine, en régime stabilisé ou durant les phases de régime transitoire. Ainsi, FR-A 2 437 544 au nom de la Demanderesse décrit un joint dans lequel le support de la garniture d'usure est entouré d'un canal annulaire relié, à son extrémité aval, à une prise d'air prévue dans la paroi du carter de la chambre de combustion tandis que son autre extrémité débouche en amont du joint dans l'espace à air à pression plus faible entourant l'arbre du compresseur. Le réglage du débit de circulation de l'air de refroidissement du joint fait appel dans ce cas à une vanne de décharge réglable asservie à un paramètre de fonctionnement de la turbomachine. Ce mode de contrôle présente toutefois divers inconvénients inhérents à la méthode car

il reste, d'une part, tributaire d'une chaîne complexe d'asservissement en multipliant les risques de panne ou de fonctionnement défectueux tenant aux vannes et autres accessoires et, d'autre part, les temps de réponse, notamment durant les phases de régime transitoire, risquent d'être trop longs pour assurer un fonctionnement pleinement satisfaisant.

Un autre dispositif connu selon FR-A-2 025 869 recherche à minimiser la différence des dilatations thermiques dans un joint à labyrinthe par une égalisation des températures entre un carter portant la garniture d'étanchéité et un anneau portant les lèchettes et relié au rotor. Dans ce but, la surface externe du carter est isolée du courant de gaz chauds par un écran ménageant un espace dans lequel circule de l'air de refroidissement. Cette solution toutefois ne prévoit aucune adaptation spécifique en fonction des variations des conditions de fonctionnement de la turbomachine, en particulier durant les phases de régime transitoire.

L'invention vise à résoudre ces problèmes en évitant les inconvénients des solutions antérieures connues. Il s'agit en particulier, lors d'une montée au régime plein gaz par une accélération rapide, d'assurer un jeu minimal entre le sommet des lèchettes et la surface coopérante de la garniture d'usure et d'étanchéité du joint à labyrinthe et également, au cas d'une décélération brutale, d'éviter toute pénétration des lèchettes dans la couche d'usure, ce qui entraînerait, outre divers inconvénients mécaniques (phénomènes vibratoires, échauffements induisant des phénomènes à effet divergent), l'apparition ultérieure de jeux trop importants nettement préjudiciables aux rendements. Durant cette dernière phase transitoire de décélération, en fait, un minimum de jeu doit même être

conservé afin de permettre qu'une phase de réaccélération puisse suivre rapidement.

Le dispositif selon l'invention du genre précité, permettant d'obtenir ces résultats tout en évitant les inconvénients antérieurs est caractérisé en ce que la partie amont du support annulaire portant la garniture d'usure et d'étanchéité comporte une série de perçages périphériquement répartis, alimentés par un prélèvement effectué dans l'air de refroidissement qui traverse le joint à labyrinthe.

Avantageusement, des parties coopérantes du support portant la garniture d'usure et d'étanchéité et de la pièce de rotor portant les léschettes sont conformées de façon à créer en amont de la zone comportant lesdites léschettes et ladite garniture une tuyère convergente-divergente annulaire formant un col primaire.

Les résultats les plus avantageux sont obtenus lorsque lesdits perçages du support annulaire sont à la hauteur de ladite partie coopérante formant le col de la tuyère convergente-divergente, faisant ainsi communiquer la chambre de stator et ledit col primaire de ladite tuyère.

25

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description qui va suivre en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique en coupe longitudinale d'une partie de turbomachine comportant un dispositif conforme à l'invention ;

- la figure 2 représente en coupe longitudinale une partie de turbomachine comportant un joint à labyrinthe sous la partie aval d'une chambre de

combustion et muni selon l'invention d'un dispositif de contrôle automatique en fonctionnement du jeu du joint à labyrinthe.

5 Sur la figure 1, on a représenté schématiquement, en coupe axiale, dans des conditions de fonctionnement stabilisé, une partie de turbomachine comportant un mode de réalisation de l'invention. Un joint à labyrinthe conforme à l'invention est disposé entre une partie fixe et une
10 partie tournante de la turbomachine. La partie tournante est représentée schématiquement par une pièce de rotor 1. La partie fixe comporte un élément de stator 2 relié de manière connue à une pièce 3 de la structure fixe de la turbomachine. Dans cet élément de stator 2 est ménagée
15 une chambre annulaire 5 fermée du côté intérieur par un support annulaire 6 sur la face interne de laquelle est fixée dans sa partie aval une garniture 7 d'usure et d'étanchéité. Cette garniture est de tout type connu et couramment utilisée mais de préférence dans le dispositif
20 selon l'invention, la garniture 7 est constituée d'un nid d'abeilles ou d'un type tel que le débit traversant le labyrinthe ne soit pas proportionnel au jeu. L'élément de stator 2 comporte sur son diamètre externe un ou plusieurs orifices 8 d'arrivée d'air et il comporte
25 également à son bord aval un ou plusieurs orifices 9 de sortie d'air. Ces orifices 9 sont placés vers le diamètre interne de l'élément 2 et un ou plusieurs autres orifices 10 de sortie d'air peuvent être placés vers le diamètre externe de l'élément 2, toujours à son bord aval.
30 A l'intérieur de la chambre annulaire 5 de l'élément de stator 2 est disposée une tôle de faible épaisseur 11 percée de séries de multitrous 12. Cette tôle 11 divise la chambre annulaire 5 en deux enceintes, l'une externe 5a comportant les arrivées d'air 8 et l'autre
35 interne 5b comportant les sorties d'air 9 et

éventuellement 10. Au droit de la garniture d'usure et d'étanchéité 7, l'arbre 1 porte des lèchettes 13 (5 lèchettes dans l'exemple représenté). La partie amont du support annulaire 6 portant la garniture d'étanchéité 5 ainsi que la pièce de rotor 1 en amont de la partie portant les lèchettes 13 comportent des parties coopérantes 14 sur la virole 7 et 15 sur la pièce de rotor 1. Ces parties 14 et 15 sont respectivement conformées de façon à créer dans l'espace amont situé entre le support 7 10 et la pièce de rotor 1 une tuyère 16 comportant une partie amont convergente 17 et une partie aval divergente 18 reliées par un col 19. La partie amont 14 du support 7 comporte au droit du col 19 un ou plusieurs perçages 20 débouchant d'un côté au col 19 de la tuyère convergente- 15 divergente 16 et de l'autre dans l'enceinte externe 5a de la chambre annulaire 5 de l'élément de stator 2.

Le dispositif conforme à l'invention qui vient d'être décrit permet d'obtenir un fonctionnement amélioré en as- 20 surant dans toutes les conditions de fonctionnement de la turbomachine aussi bien en régime stabilisé qu'en régime transitoire un jeu pratiquement constant garantissant une valeur contrôlée du débit d'air traversant le joint à labyrinthe de turbomachine sur lequel est adapté 25 ledit dispositif sans que l'on observe des variations intempestives dont les conséquences sont néfastes pour les rendements ou pour la durée de vie de certaines pièces dans les débits de fuites au niveau du joint à labyrinthe. En effet, si l'on désigne par j1 le jeu entre le sommet 30 des lèchettes 13 et la surface interne correspondante de la garniture 7 d'usure et d'étanchéité et par j2 la section, au col 19 de la tuyère 16, lors d'une phase d'accélération rapide de montée au régime plein gaz de la turbomachine, par exemple, par suite des effets combinés 35 des dilatations notamment d'origine mécanique par effet

centrifuge et d'origine thermique appliquées aux différents éléments de structure, le jeu j1 peut avoir tendance à diminuer, ainsi que la section j2 au col 19. Si l'on désigne par D1 le débit d'air à l'entrée de l'espace 5 séparant la pièce de rotor 1 et l'élément de stator 2, cet air étant à une température nettement inférieure à celle des gaz dans la veine à la hauteur du dispositif, par D2 le débit d'air entrant dans la chambre annulaire 5 par les orifices 8 de l'élément de stator 2, le point de prélèvement de cet air dans la turbomachine étant choisi de telle sorte que cet air soit plus chaud que celui D1 alimentant le joint, par D3 le débit d'air prélevé à partir de D1 au col 19 de la tuyère 16 par les orifices 20 d'entrée dans la chambre annulaire 5 et par D4 le débit d'air de refroidissement traversant le joint à labyrinthe, dans ce cas, une variation pratiquement insignifiante du débit D4 est observée pendant que l'augmentation de la vitesse locale au col 19 et la diminution de la pression statique entraînent une diminution du débit D3 alors que le débit D2 augmente. Il en résulte une variation relative des débits d'air D2 et D3 alimentant la chambre annulaire 5 dans le sens d'un échauffement. L'air de l'enceinte externe 5a de la chambre 5 faisant par exemple impact à travers la tôle mince multiperforée 11 sur le support annulaire 6 et cet air se réchauffant, le support 6 portant la garniture d'étanchéité 7 se dilate pratiquement immédiatement. De cette façon, les effets tendant à diminuer le jeu j1 sont compensés et annulés et le jeu j1 est maintenu à la valeur objective déterminée pour les résultats visés en fonctionnement stabilisé. En effet, on constate d'après cet exemple que toute tendance à la réduction du jeu j1 quelle qu'en soit l'origine dans le fonctionnement de la turbomachine est immédiatement compensée au moyen du dispositif selon l'invention

et le jeu objectif est maintenu.

De manière similaire, si on passe par exemple à un régime de décélération de la turbomachine, le jeu j1 peut avoir
5 tendance à augmenter et il en est de même pour le jeu j2. Mais dans ce cas, si la section au col 19 augmente et que par conséquent la vitesse locale diminue et que la pression statique augmente, il en résulte une augmentation du débit D3 alors que le débit D2 diminue. Il en résulte
10 une variation relative des débits d'air D2 et D3 alimentant la chambre annulaire 5 dans le sens d'un refroidissement. Par suite, l'air faisant impact sur le support 6 se refroidit et ce support 6 portant la garniture d'étanchéité 7 se contracte pratiquement immédiatement. De cette
15 façon, les effets tendant à accroître le jeu j1 sont compensés et annulés et le jeu j1 est à nouveau maintenu à sa valeur objective et il en sera de même dans toutes les conditions de fonctionnement de la turbomachine tendant à accroître le jeu j1.

20

On note ainsi que pour toute variation des conditions de fonctionnement de la turbomachine, on observe une variation relative entre débit d'air chaud D2 et débit d'air froid D3 alimentant la chambre 5 de l'élément de stator 2
25 de telle sorte que l'incidence sur le jeu j1 du labyrinthe est en sens inverse de la variation de jeu qui résulterait de ces conditions et les effets se compensent dans tous les cas et le dispositif selon l'invention procure par conséquent un moyen de correction automatique, en temps
30 réel, des variations du jeu j1 du labyrinthe pour le maintenir à la valeur objective déterminée.

La figure 2 représente un mode de réalisation pour une application de l'invention à un joint de labyrinthe placé

35

au droit de la sortie d'une chambre de combustion du côté radialement interne. On a représenté sur cette figure, en 21, la chemise interne d'une chambre de combustion de type annulaire 22, en 23 une enveloppe annulaire définissant 5 une enceinte 24 de ventilation externe de la chambre de combustion. La chemise 21 est reliée à son extrémité aval par un moyen de fixation 25, par exemple du type à boulonnage, à une bride radiale 26 d'une partie interne d'aubage de stator 27. L'enveloppe 23 porte une bride 10 radiale 28 dirigée vers l'axe de la machine et sur laquelle sont fixées par des moyens de fixation, par exemple 29, du type à boulonnage, d'une part, une bride radiale d'extrémité 30 d'un support annulaire 31 qui porte sur sa face interne une garniture d'usure et d'étanchéité 15 32 et, d'autre part, une bride radiale d'extrémité 33 d'une tôle mince annulaire 34 multiperforée légèrement écartée radialement vers l'extérieur par rapport au support 31 sur lequel elle est en appui radial en 35 à son extrémité aval. A son extrémité aval, le support 31 porte 20 une bride radiale 36 dirigée radialement vers l'extérieur, effectuant la liaison avec la partie interne de l'aubage de stator 27. Au droit de la partie fixe statorique de turbomachine qui vient d'être décrite, la partie tournante rotorique comporte un disque 37 portant dans l'exemple 25 représenté trois léchettes 38 coopérant avec la garniture d'usure et d'étanchéité 32. L'enceinte interne est séparée par le disque 37 en une enceinte amont 39 où l'air est à la pression P_1 et une enceinte aval 40 à une pression inférieure P_2 . L'espace ménagé entre le support annulaire 30 31 et l'enveloppe de chambre 23 constitue une chambre annulaire 41 permettant la ventilation de support 31 et séparée en deux enceintes 41a et 41b par la tôle annulaire 34. A cet effet, un passage d'air à travers une ouverture 42 pratiquée dans l'enveloppe 23 est prévu entre 35 l'enceinte 24 et la chambre 41. De même, la partie

amont de la garniture d'usure et d'étanchéité 32, du support 31 et de la tôle mince 34 comportent des trous coopérants respectivement 42, 43 et 44 pour le passage d'air vers l'enceinte 41a de la chambre 41. La tôle mince 34 comporte par ailleurs des multiperforations 45 pour la ventilation par impacts du support 31. Côté aval, le support 31 et la garniture d'usure et d'étanchéité 32 comportent en outre des trous coopérants respectivement 46 et 47 pour l'évacuation de l'air de la chambre 41. Le disque porte-léchettes 37 comporte sur son diamètre extérieur côté amont une partie en forme de doigt 48 dont l'extrémité 49 ainsi que la surface coopérante 50 de la partie amont de la garniture d'usure et d'étanchéité 32 sont respectivement conformées de façon à créer une tuyère de forme convergente-divergente annulaire en créant un col 51 au niveau duquel sont ouvertes les prises d'air vers la chambre 41 par les trous 42. De même, côté aval, le disque 37 porte également un doigt 52 dont l'extrémité 53 coopère avec la surface en regard de la partie aval de la garniture d'usure et d'étanchéité 32, à travers laquelle débouchent les trous d'évacuation 47.

On obtient à nouveau un contrôle automatique en temps réel des variations du jeu du joint à labyrinthe pour le maintenir à une valeur objective déterminée. Le fonctionnement permettant d'obtenir ce résultat est identique à celui qui a été décrit auparavant en référence à la figure 1.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de contrôle automatique en fonctionnement du
jeu d'un joint de turbomachine du type à labyrinthe du
5 genre dans lequel des éléments en forme de léchettes
(13 ; 38) sont portés par une pièce de rotor (1 ; 37) et
une garniture (7 ; 32) d'usure et d'étanchéité placée en
regard desdites léchettes (13 ; 38) est portée par un
support annulaire (6 ; 31) constituant la partie radia-
10 lement interne de stator, ledit stator comportant une
chambre annulaire (5 ; 41) munie sur son diamètre externe
d'orifices (8 ; 42) d'arrivée d'air de réchauffage et à son
bord aval d'orifices (9, 10 ; 47) de sortie d'air, une
tôle mince (11 ; 34) percée de multitrous (12 ; 45) étant
15 disposée à l'intérieur de ladite chambre (5 ; 41) à faible
distance dudit support annulaire (6 ; 31), caractérisé en
ce que la partie amont du support annulaire (6 ; 31)
portant la garniture (7 ; 32) d'usure et d'étanchéité
comporte une série de perçages (20 ; 43) périphériquement
20 répartis, alimentés par un prélèvement effectué dans
l'air de refroidissement qui traverse le joint à laby-
rinthe.

2. Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à
25 labyrinthe selon la revendication 1, caractérisé en ce que
des parties coopérantes (14 ; 15) du support (6) portant
la garniture (7) d'usure et d'étanchéité et de la pièce
de rotor (1) portant les léchettes (13) sont conformées de
façon à créer en amont de la zone comportant lesdites
30 léchettes (13) et ladite garniture (7) une tuyère
convergente-divergente (16) annulaire formant un col pri-
maire (19).

3. Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à
35 labyrinthe selon la revendication 1, caractérisé en ce que

des parties coopérantes (50 ; 49) de la garniture (32) d'usure et d'étanchéité et de l'extrémité d'un doigt (48) porté en amont des lèchettes (38) par un disque de rotor (37) sont conformées de façon à créer une tuyère convergente-divergente annulaire formant un col primaire (51).

4. Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à labyrinthe selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits perçages (20) du support annulaire (6) sont à la hauteur de ladite partie coopérante (14) formant la tuyère convergente-divergente (16), au droit du col (19), faisant ainsi communiquer ladite enceinte externe (5a) de ladite chambre de stator (5) et ledit col primaire (19) de ladite tuyère (16).

5. Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à labyrinthe selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits perçages (43) du support annulaire (31) ainsi que les perçages correspondants (42, 44) respectivement de la garniture (32) d'usure et d'étanchéité et de la tôle mince (34) sont situés au droit des parties coopérantes (50, 49) formant ladite tuyère convergente-divergente.

6. Dispositif de contrôle automatique du jeu d'un joint à labyrinthe selon l'une quelconque des revendications 1, 3 et 5, caractérisé en ce que des perçages correspondants (46) dans la partie aval du support annulaire (31) et (47) dans la partie aval de la garniture d'usure et d'étanchéité (32) destinés à l'évacuation de l'air de la chambre annulaire (41) débouchent au niveau du col d'une tuyère convergente-divergente formée par les parties coopérantes de l'extrémité (53) d'un doigt (52) porté en aval des lèchettes (38) par le disque de rotor (37) et de la surface en regard de la garniture d'usure et d'étanchéité (32).





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)
A, D	DE-A-1 961 321 (GENERAL ELECTRIC) * Page 7, lignes 18-29; figure 2 *	1	F 01 D 11/02
A	--- US-A-4 103 899 (UNITED TECHNOLOGIES) * Colonne 3, lignes 4-13; figures 2, 3 *	1	
A	--- FR-A-2 280 791 (SNECMA) * Page 1, ligne 37 - page 2, ligne 7; page 5, lignes 20-27; figures 2, 4 *	1	
A, D	--- FR-A-2 437 544 (SNECMA) * Figure 2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int Cl 4)
			F 01 D F 02 C
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-12-1985	Examineur ATTASIO R.M.
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	