

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 87401958.1

61 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 01 D 5/30**

22 Date de dépôt: 02.09.87

30 Priorité: 03.09.86 FR 8612357

43 Date de publication de la demande:  
06.04.88 Bulletin 88/14

84 Etats contractants désignés: DE FR GB IT

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: **Bertrand, Jean-Louis**  
43, rue de Vaux Livry Sur Seine  
F-77000 Melun (FR)

**Naudet, Jacky**  
9, place de la Remise Bondoufle  
F-91000 Evry (FR)

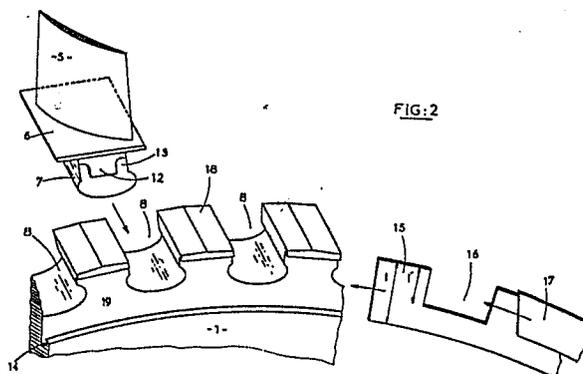
74 Mandataire: **Gérard, Michel et al**  
S.N.E.C.M.A. Service des Brevets Boite Postale 81  
F-91003 Evry Cédex (FR)

Le titre de l'invention a été modifié (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-III, 7.3)

54 **Dispositif d'étanchéité et de verrouillage axial d'aubes d'une turbomachine.**

57 Un moyen de verrouillage et d'étanchéité d'une aube brochée sur un disque de rotor de turbomachine comporte un premier segment fendu (15) possédant une échancrure (16) de passage d'une aube est vissé dans les rainures circulaires (13) des aubes et (14) du disque pour assurer l'étanchéité amont-aval tandis qu'un second segment fendu (17) est comprimé circulairement pour venir verrouiller le premier segment (15) dans la gorge (13) par centrifugation en fonctionnement.

Application aux compresseurs haute pression de turbomachines d'aviation.



## Description

### ROTOR DE TURBOMACHINE COMPORTANT UN MOYEN DE VERROUILLAGE AXIAL ET D'ETANCHEITE D'AUBES MONTÉES DANS DES BROCHAGES AXIAUX DU DISQUE ET PROCEDE DE MONTAGE

La présente invention concerne les rotors de turbomachine et plus particulièrement les moyens de verrouillage axial d'aubes montées dans des brochages axiaux de la périphérie du disque.

Lorsque les aubes de rotors des turbomachines sont fixées dans des brochages axiaux, c'est-à-dire parallèles à l'axe de la turbomachine ou faiblement écartés d'une parallèle à l'axe de la turbomachine, deux problèmes se posent au montage.

Un premier problème consiste à assurer le verrouillage axial de chacune des aubes de la façon la plus simple possible mais aussi la plus sûre possible et de sorte que le démontage facile d'une aube ou de l'étage entier soit également simplifié.

Le second problème est celui de l'étanchéité entre l'amont et l'aval d'un disque et se pose de façon cruciale dans les compresseurs du turbomachines. En effet, si les espaces situés entre les fonds d'alvéoles du disque et les pieds d'aubes ne sont pas masqués convenablement, des volumes importants d'air aval peuvent passer sous les pieds d'aubes et recirculer vers l'amont du compresseur, ce qui diminue le taux de compression de celui-ci et fait chuter de façon prohibitive le rendement global de la turbomachine.

Généralement, les aubes brochées sont verrouillées axialement, d'un côté par un becquet du pied de l'aube, lequel assure le verrouillage dans un sens, et de l'autre côté par un segment élastique fendu que l'on pince au montage afin de diminuer son diamètre et l'introduire dans l'alésage constitué par les dents du disque pour le laisser ensuite se détendre à l'intérieur d'une gorge annulaire ménagée dans les dents du disque et dans les pieds des aubes.

Dans un autre cas, tel que représenté au brevet FR 2 501 283 le segment est échancré de façon à pénétrer conjointement dans une fente circulaire du disque et dans des fentes des becquets d'aubes puis est tourné d'un demi-pas afin que la partie pleine du segment vienne se verrouiller dans lesdites fentes. S'il assure le verrouillage, un tel segment a pour inconvénient de mal assurer l'étanchéité au niveau des pieds des aubes.

Pour résoudre ce problème on a proposé dans le brevet GB 1 512 882 à propos d'une roue de turbine d'utiliser des plaques segmentées coopérant avec une rainure circulaire du disque et des rainures des plates-formes des aubes, un joint torique disposé dans la rainure du disque coopérant avec une face tronconique des plaques pour les comprimer par centrifugation contre les rainures des plates-formes. Une telle disposition, qui permet d'assurer une certaine étanchéité au niveau des brochages de pieds d'aubes n'est toutefois pas facilement utilisable pour des disques de compresseur de faible diamètre et d'autre part nécessite un grand nombre de pièces, ce qui en complique la mise en place et la maintenance.

Le but de l'invention est de remédier aux problèmes précités au moyen d'un dispositif simple

comportant un très faible nombre de pièces qui assurent simultanément l'étanchéité au niveau des pieds d'aubes et le verrouillage axial des aubes sur le disque.

Un autre but est de prévoir un dispositif adaptable à des disques de rotor de compresseurs ou de turbines de faible diamètre tels que ceux existant dans des turbomachines d'avion comme les turbo-réacteurs, les turboréacteurs à hélices contrarotatives non carénées, dits propfans, ou carénées, ou dans d'autres turbomachines d'aviation.

L'invention a donc pour objet un rotor de turbomachine, notamment pour turbomachine d'aviation comportant au moins un disque portant un ensemble d'aubes dont les pieds sont montés dans des alvéoles brochés sur la périphérie du disque selon un axe parallèle ou faiblement incliné par rapport à une parallèle à l'axe longitudinal du moteur, les pieds d'aubes comportant un moyen de calage des aubes sur la face amont du disque et un becquet arrière possédant une gorge transversale radialement orientée vers l'axe du disque tandis que le disque comporte une gorge circulaire radialement orientée vers sa périphérie.

Selon l'invention, le rotor comporte un moyen de verrouillage axial aval des aubes sur le disque, assurant simultanément l'étanchéité entre les pieds d'aube et le fond des alvéoles du disque, ledit moyen de verrouillage aval des aubes sur le disque étant constitué par deux segments fendus dont le premier au moins coopère simultanément avec les gorges des becquets des aubes et la gorge circulaire du disque, la somme des épaisseurs des premier et second segments étant égale à l'épaisseur des gorges des becquets d'aubes.

L'invention a également pour objet un procédé de montage des aubes sur un disque de rotor de turbomachine selon lequel :

a) on insère un premier segment fendu dans une gorge de la face aval du disque par déformation axiale des deux becs de la fente du segment et mise en rotation dudit premier segment dans la gorge ;

b) on amène une échancrure du premier segment en face d'un alvéole du disque ;

c) on insère une aube dans l'alvéole jusqu'à la mise en butée sur le disque de son moyen de calage amont et au chevauchement de la gorge du becquet de l'aube sur le premier segment ;

d) on fait tourner le premier segment d'un pas et on monte l'aube suivant, les opérations (c) et (d) étant recommencées jusqu'au montage de toutes les aubes ;

e) on comprime radialement un second segment et on le met en place par extension radiale dans la gorge formée par les becquets entre le premier segment et la partie aval des becquets d'aubes.

D'autres caractéristiques et des détails de l'invention seront décrites à la lumière du complément qui

va suivre de la description et des planches de dessins annexées, lesquels représentent de façon non limitative l'application de l'invention au montage des aubes sur un disque de compresseur de turboréacteur.

Parmi ces planches :

- la figure 1 montre en demi-coupe longitudinale un disque de compresseur et une aube montée sur le disque et verrouillée au moyen du dispositif de verrouillage et d'étanchéité selon l'invention ;

- la figure 2 montre en vue aval partielle le montage d'une aube sur le disque de la figure 1 et les deux segments fendus assurant l'étanchéité et le verrouillage des aubes.

Sur la figure 1 ont été représentés à titre exemplatif en coupe longitudinale les deux premiers étages d'un rotor de compresseur haute pression de turboréacteur. Le premier étage du rotor comporte un disque 1 relié par une bride amont 2 à un compresseur moyenne ou basse pression et par une bride aval 3 du deuxième étage du rotor, globalement référencé 4, du compresseur HP.

Des aubes 5 comportant sous leur plate-forme 6 un pied 7 sont glissées axialement dans des alvéoles 8 du disque de façon classique. La figure 1 montre que l'axe longitudinal des alvéoles est ici faiblement incliné par rapport à une parallèle à l'axe longitudinal 9 du moteur dans un plan radial et cet axe pourrait également être faiblement incliné par rapport à l'axe 9 dans un plan tangentiel à la périphérie du disque 1. Ces faibles variations angulaires n'ont aucun effet sur l'invention proprement dite et quelles que soient ces faibles variations, on les englobera dans la suite du texte dans le terme général "montage axial" des aubes sur le disque.

Les pieds d'aube 7 possèdent en amont un moyen de calage axial formé d'un becquet amont 10 radialement orienté vers l'axe de symétrie 9, ledit becquet venant en appui contre la face amont 11 du disque 1.

L'aube possède également en aval un becquet 12 définissant entre lui et le pied d'aube une gorge circulaire 13 dont l'ouverture est radialement orientée vers l'axe de symétrie du disque.

Face à cette gorge 13 de l'aube mise en place, le disque 1 possède une gorge 14 circulaire lui faisant face, c'est à dire ayant son ouverture orientée radialement vers la périphérie du disque et usinée à un diamètre plus faible que le diamètre d'usinage du fond des alvéoles 8.

Le dispositif de verrouillage des aubes et d'étanchéité selon l'invention comporte un premier segment fendu 15 dont la largeur radiale "1" est égale à la distance séparant les fonds des gorges 12 des becquets d'aubes et 14 du disque.

Le premier segment 15 peut subir une faible déformation radiale ainsi qu'une déformation axiale de telle sorte que les becs de la fente ne soient plus dans le plan contenant le segment et lorsque le segment est dans cette position déformée, il peut être mis en place dans la gorge 14 par introduction d'une de ses extrémités dans la gorge puis "vissage" circulaire.

Une fois mis en place, le segment 15 masque

5 totalement les ouvertures aval des alvéoles 8. Pour permettre l'introduction successive des aubes 5 dans leur alvéole 8, le segment 15 possède une échancrure rectangulaire 16 permettant le passage du becquet aval 12 d'une aube jusqu'à la mise en butée du becquet amont 10 sur la face amont du disque. Par rotation d'un pas on engage le segment 15 dans la gorge 13 de l'aube déjà montée et on amène l'échancrure 16 devant l'alvéole 8 de l'aube suivante à mettre en place. On effectue la même opération de montage successivement pour chacune des aubes suivantes jusqu'à installation complète de toutes les aubes.

10 Selon l'invention le dispositif de verrouillage comporte également un second segment fendu 17 dimensionné de telle sorte, en premier lieu que son diamètre externe soit égal à celui du fond de la gorge 13 des aubes, en second lieu que la somme de son épaisseur et de celle du premier segment lui permet d'être inséré dans la gorge 13 en aval du premier segment 15 et en troisième lieu que sa hauteur radiale soit au moins égale à celle "1'" de l'échancrure 1 du premier segment afin de masquer complètement cette ouverture, une fois le second segment 17 en place.

20 La mise en place du second segment s'effectue par compression radiale, ce qui permet de le glisser radialement sous les becquets aval 12 des aubes puis en le laissant se détendre à son diamètre nominal, de l'engager au fond de la gorge 13. L'effet de centrifugation du segment 17 lors du fonctionnement de la turbomachine permet d'assurer le maintien correct en place dudit segment.

30 Le démontage du dispositif de verrouillage s'effectue en réalisant toutes les opérations dans l'ordre inverse de ce qui vient d'être décrit.

40 On voit sur les figures 1 et 2 que le premier segment 15 masque totalement les lunules de fuite, qui sans sa présence existeraient entre les pieds d'aube 7 et les fonds d'alvéoles 8. On voit également sur la figure 2 que le disque représenté possède sur les dents 18 séparant les alvéoles en aval également un becquet 19 délimitant une gorge qui assure une continuité entre les gorges 13 des becquets d'aube. Toutefois ces becquets 19 des dents, indispensables avec les systèmes de verrouillage actuels ne sont plus avec le dispositif selon l'invention et peuvent être supprimés, ce qui simplifie grandement l'usinage des disques et en réduit le coût de fabrication.

50 On voit d'autre part que l'étanchéité est parfaitement assurée et si on empêche le déplacement circulaire du premier segment 15 (par un pignon de verrouillage par exemple) de telle sorte que l'échancrure 16 soit disposée dans le prolongement axial d'une des dents 18, l'échancrure étant elle-même masquée complètement par le second segment 17, on voit que les possibilités de fuites sont totalement supprimées.

60 L'invention apporte une solution simple au problème du verrouillage d'aubes brochées de rotor, qui la rend applicable notamment aux rotors de moteur de faible dimension.

## Revendications

1. - Rotor de turbomachine, notamment pour turbomachine d'aviation comportant au moins un disque portant un ensemble d'aubes dont les pieds sont montés dans des alvéoles brochés sur la périphérie du disque selon un axe parallèle ou faiblement incliné par rapport à une parallèle à l'axe longitudinal du moteur, les pieds (7) d'aubes comportant au moyen de calage (10) des aubes sur la face amont du disque (1) et un becquet aval (12) possédant une gorge transversale (13) radialement orientée vers l'axe du disque tandis que le disque comporte une gorge circulaire (14) radialement orientée vers sa périphérie caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de verrouillage axial aval des aubes sur le disque assurant simultanément l'étanchéité entre les pieds (7) d'aube et le fond des alvéoles (8) du disque, ledit moyen de verrouillage aval des aubes sur le disque étant constitué par deux segments fendus (15,17) dont le premier (15) au moins coopère simultanément avec les gorges (13) des becquets des aubes et la gorge circulaire (14) du disque, la somme des épaisseurs des premier et second segments (15,17) étant égale à l'épaisseur des gorges (13) des becquets d'aubes.
2. - Rotor de turbomachine selon la revendication 1 dont la gorge circulaire (14) du disque possède un diamètre plus petit que le diamètre d'usinage du fond des alvéoles (8), caractérisé en ce que la largeur radiale "1" du premier segment fendu (15) est égale à la distance séparant les fonds de gorges (14,13) du disque et des becquets d'aubes, et en ce que le premier segment fendu (15) disposé dans la gorge du disque possède une échancrure rectangulaire (16) sur sa partie radialement externe pour permettre l'insertion longitudinale de chacune des aubes (5) successivement sur ledit segment.
3. - Rotor de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le second segment fendu (17) possède une élasticité radiale suffisante pour permettre son insertion par compression radiale et extension dans la gorge circulaire (13) formée par les becquets (12) d'aubes.
4. - Rotor de turbomachine selon l'une des revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que le second segment (17) a une largeur radiale au moins égale à celle "1'" de l'échancrure 16 du premier segment (15).
5. - Procédé de montage des aubes sur un disque de rotor de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que :
- a) on insère un premier segment fendu (15) dans la gorge (14) de la face aval du disque (1) par déformation axiale des deux

becs de la fente du segment et mise en rotation dudit premier segment (15) dans la gorge (14) ;

b) on amène l'échancrure (16) du premier segment (15) en face d'un alvéole (8) du disque (1) ;

c) on insère une aube (5,7) dans l'alvéole (8) jusqu'à la mise en butée sur le disque (1) de son moyen de calage amont (10) et au chevauchement de la gorge (13) du becquet (12) sur le segment (15) ;

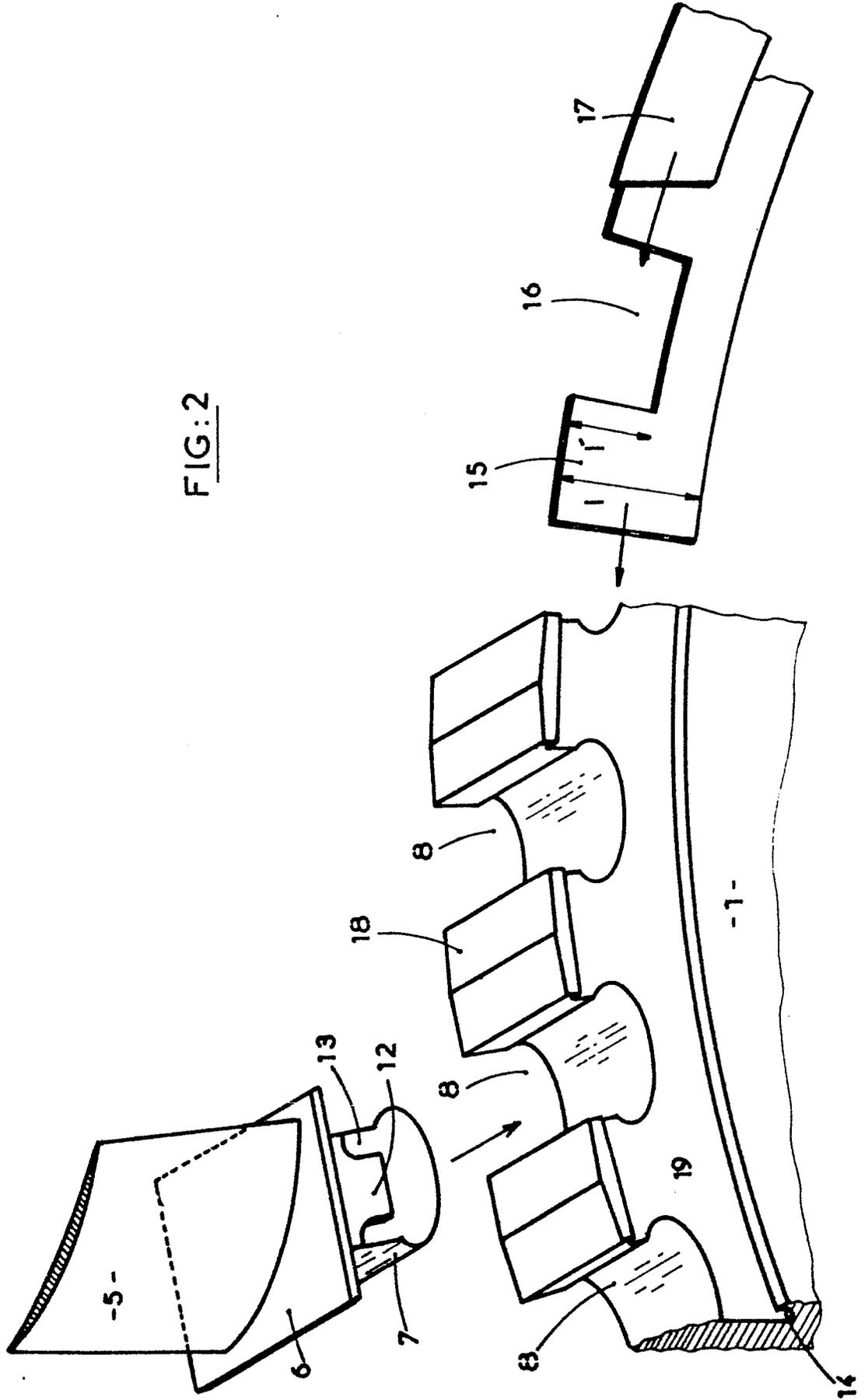
d) on fait tourner le premier segment (15) d'un pas et on monte l'aube (5) suivante, les opérations (c) et (d) étant recommencées jusqu'au montage de toutes les aubes ;

e) on comprime radialement le second segment (17) et on le met en place par extension radiale dans la gorge (13) formée par les becquets (12) entre le premier segment (15) et la partie aval des becquets (12) d'aubes.



0263002

FIG:2





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	GB-A-2 148 404 (THOMPSON) * En entier * ---	1,2,5	F 01 D 5/30
Y	FR-A-2 524 933 (SNECMA) * En entier * ---	1-3,5	
Y	FR-A-1 060 172 (BRISTOL) * En entier * ---	1-3	
A	FR-A-1 307 564 (ROLLS-ROYCE) * En entier * ---	1,5	
A	GB-A- 905 582 (ROLLS-ROYCE) * En entier * ---	1,5	
E	WO-A-8 701 761 (SOLAR TURBINES) * Pages 14-21; figures 1-4 * ---	1,5	
A	GB-A- 954 323 (ROLLS-ROYCE) ---		
A	FR-A-2 084 523 (ROLLS-ROYCE) ---		
A	FR-A-2 290 570 (ROLLS-ROYCE) -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			F 01 D
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-11-1987	Examineur IVERUS D.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> 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	