

(19)



(11)

**EP 2 359 956 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**24.08.2011 Bulletin 2011/34**

(51) Int Cl.:  
**B21J 15/02<sup>(2006.01)</sup> B21J 15/10<sup>(2006.01)</sup>**  
**B21J 15/14<sup>(2006.01)</sup> B21J 15/28<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **11154286.6**

(22) Date de dépôt: **14.02.2011**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(71) Demandeur: **Sonaca S.A.**  
**6041 Gosselies (BE)**

(72) Inventeur: **Hardouin-Finez, Maxime**  
**59770 Marly (FR)**

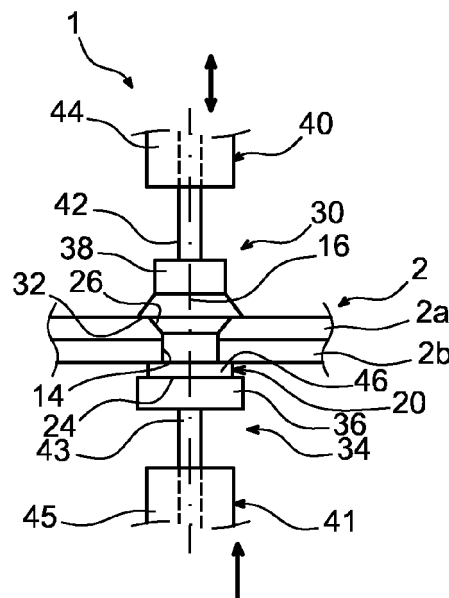
(30) Priorité: **22.02.2010 BE 201000098**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**  
**BREVALEX**  
**95 rue d'Amsterdam**  
**75378 Paris Cedex 8 (FR)**

(54) **Procédé de rivetage à l'aide d'un dispositif de contre-frappe mobile durant la frappe**

(57) L'invention se rapporte à un procédé de rivetage de pièces superposées (2a, 2b) à l'aide d'un rivet (20) à tête (22), comprenant une étape de multi-frappes du rivet à l'aide d'un dispositif multi-frappes (30) sollicitant la tête

du rivet, et d'un dispositif de contre-frappe (36) en appui contre l'extrémité du rivet (24) opposée à sa tête, étape durant laquelle le dispositif de contre-frappe est déplacé de manière contrôlée de sorte qu'il applique une force d'appui prédéterminée contre l'extrémité du rivet (24).



**FIG. 2e**

**EP 2 359 956 A1**

## Description

### DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention se rapporte au domaine du rivetage par la technique de multi-frappes.

[0002] Elle s'applique plus particulièrement à l'assemblage de pièces d'un aéronef, telles que les pièces qui constituent les volets mobiles de bord d'attaque équipant les ailes de l'aéronef.

### ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] La technique de rivetage par multi-frappes est habituellement mise en oeuvre à l'aide d'un dispositif sollicitant par chocs répétés la tête d'un rivet logé dans un orifice pratiqué à travers les pièces à assembler, et d'un dispositif de contre-frappe, également dénommé « enclume », en appui contre l'extrémité du rivet opposée à sa tête, également dénommée pied de rivet. Le dispositif multi-frappes exerce donc des chocs répétés à l'aide d'une tête dite « bouterolle », qui agit sur la tête du rivet, tandis que le dispositif de contre-frappe reste fixe en position durant le formage du rivet.

[0004] Avec cette technique, au fur et à mesure que le rivet se déforme du fait de sa mise en compression entre les dispositifs multi-frappes et de contre-frappe, les pièces à assembler ont tendance à se déformer en direction du dispositif de contre-frappe, sous l'effet de l'effort appliqué par la tête de rivet sur ces pièces. Cette déformation des pièces peut être préjudiciable, et ne s'avère donc pas souhaitable.

[0005] Pour remédier à cet inconvénient, il est possible d'adjoindre un système de presse-tôles appliquant une pression de chaque côté de l'assemblage des pièces à riveter. Néanmoins, ce système ne permet parfois pas de supprimer entièrement les déformations des pièces à assembler, et s'avère surtout encombrant. Ce dernier inconvénient est très problématique lorsque les zones d'accès aux pièces sont restreintes, comme cela est par exemple le cas pour la fixation des nervures intérieures transversales de volets mobiles de bord d'attaque pour aéronefs, sur les revêtements aérodynamiques de ces volets.

### EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0006] L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0007] Pour ce faire, l'invention a pour objet un procédé de rivetage de pièces superposées à l'aide d'un rivet à tête, comprenant une étape de multi-frappes du rivet à l'aide d'un dispositif multi-frappes sollicitant la tête du rivet, et d'un dispositif de contre-frappe en appui contre l'extrémité du rivet opposée à sa tête, étape durant laquelle le dispositif de contre-frappe est déplacé de manière contrôlée de sorte qu'il applique une force d'appui

prédéterminée contre l'extrémité du rivet.

[0008] L'invention est donc remarquable en ce qu'elle prévoit, contrairement aux réalisations de l'art antérieur, un déplacement du dispositif de contre-frappe durant la frappe du rivet. Ce dispositif de contre-frappe accompagne donc la déformation du pied du rivet, et limite, voire éradique entièrement la déformation des pièces à assembler, sans nécessiter l'adjonction d'un système de presse-tôles. Le procédé peut ainsi aisément être mis en oeuvre dans des zones difficiles d'accès, puisque l'outillage requis reste peu encombrant.

[0009] La force d'appui prédéterminée, également dénommée force d'appui cible du dispositif de contre-frappe contre le pied du rivet, est préférentiellement constante durant l'étape de multi-frappes, mais pourrait alternativement être évolutive, sans sortir du cadre de l'invention.

[0010] De préférence, le procédé de rivetage comprend, antérieurement à ladite étape de multi-frappes, les étapes successives suivantes :

- mise en place du rivet à tête dans un orifice traversant les pièces à riveter, avec la tête du rivet en appui contre un épaulement prévu dans ledit orifice ;
- déplacement d'une tête du dispositif multi-frappes de manière à l'amener en appui contre la tête du rivet ; et
- déplacement du dispositif de contre-frappe de manière à l'amener en appui contre l'extrémité du rivet opposée à sa tête, avec une seconde force d'appui inférieure à une première force d'appui du dispositif multi-frappes contre la tête de rivet.

[0011] Les dispositifs multi-frappes et de contre-frappe permettent ainsi d'effectuer le clamage des pièces à assembler, avant l'étape de multi-frappes.

[0012] Dans ce cas de figure, on prévoit de préférence que le déplacement du dispositif de contre-frappe est effectué de manière à l'amener en appui contre l'extrémité du rivet opposée à sa tête avec une première force d'appui de valeur identique à celle de ladite force d'appui prédéterminée. Néanmoins, la force d'appui appliquée pour le clamage pourrait être différente de la force d'appui durant l'étape de multi-frappes, sans sortir du cadre de l'invention.

[0013] De préférence, le rapport entre les valeurs des première et seconde forces d'appui est compris entre 1,8 et 2,2. Lorsque ce rapport de valeurs de forces est conservé durant l'étape de multi-frappes, cela permet d'obtenir un écrasement satisfaisant du rivet, le rendant parfaitement affleurant. En effet, des essais réalisés ont permis de montrer que la tête de rivet ne présentait qu'une protubérance de l'ordre de 40  $\mu\text{m}$  par rapport à la surface des pièces assemblées.

[0014] De préférence, la valeur de la première force d'appui est comprise entre 100 et 200 N, et la valeur de la seconde force d'appui est comprise entre 50 et 100 N.

[0015] De préférence, l'étape de multi-frappes est réalisée à une fréquence comprise entre 30 et 60 Hz, pen-

dant une durée comprise entre 0,3 et 1 s. Cette période longue, combinée à des forces d'appui relativement faibles, permet d'obtenir une déformation satisfaisante du pied du rivet, qui se transforme en un « bouton » durant l'étape de multi-frappes. Des essais réalisés ont permis de montrer que ce bouton pouvait adopter un diamètre plus important que ceux rencontrés dans l'art antérieur, avec une augmentation de l'ordre de 0,1 mm, au profit d'une diminution de la hauteur du bouton de l'ordre de 0,06 mm.

**[0016]** De préférence, le dispositif de contre-frappe est monté sur un vérin d'un système de contre-frappe. Ce vérin, de préférence pneumatique, contribue à l'amortissement des effets de frappe et s'avère tout à fait adapté à l'application d'une force d'appui constante, quelque soit l'étendue de sortie du piston de vérin.

**[0017]** Par ailleurs, l'invention a également pour objet un système de contre-frappe pour la mise en oeuvre d'un procédé de rivetage décrit ci-dessus, comprenant un bras portant à l'une de ses extrémités un connecteur pour son raccordement sur un robot, et portant à l'autre de ses extrémités, de manière articulée, un ensemble intégrant un vérin ainsi que ledit dispositif de contre-frappe monté sur le vérin.

**[0018]** L'introduction de ce degré de liberté de mouvement entre le vérin et l'extrémité du bras permet de disposer d'un système de contre-frappe dont la capacité à s'insérer dans des endroits confinés est améliorée. Ce type d'endroits à accès limité est notamment rencontré lors de la fixation des nervures intérieures transversales de volets mobiles de bord d'attaque pour aéronefs, sur les revêtements aérodynamiques de ces volets, qui constitue une application préférée de la présente invention.

**[0019]** De plus, cette capacité du système de contre-frappe à s'adapter aux conditions environnantes d'encombrement se traduit également par une plus grande facilité de positionnement de l'axe du vérin par rapport à l'axe de l'orifice logeant le rivet, la position habituellement souhaitée étant parallèle ou confondue. Il en résulte une meilleure réaction de frappe, qui s'avère donc plus performante.

**[0020]** En outre, le vérin portant le dispositif de contre-frappe n'étant pas directement porté par le robot, mais par un bras lui-même monté sur le robot, sa dimension peut être réduite, et, avantageusement, sa précision accrue.

**[0021]** Enfin, les forces d'appui mises en oeuvre par le système de contre-frappe étant relativement faibles, ce sont tous les éléments constitutifs de ce système qui peuvent être de dimensionnement réduit, ce qui lui confère un encombrement global faible particulièrement adapté à une utilisation dans des endroits à accès limité.

**[0022]** D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

## BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

**[0023]** Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- 5 - les figures 1a et 1b représentent des vues en perspective d'une installation pour la mise en oeuvre d'un procédé de rivetage selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- 10 - les figures 2a à 2f montrent schématiquement différentes étapes de ce procédé de rivetage ;
- les figures 3a et 3b représentent des vues en perspective d'un système de contre-frappe utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de rivetage schématisé sur les figures précédentes, le système de contre-frappe se présentant sous la forme d'un mode de réalisation préféré ; et
- 15 - les figures 4a à 4d représentent des vues en coupe d'un système de contre-frappe se présentant sous la forme d'un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, dans différentes positions et configuration par rapport aux pièces à riveter.
- 20

## EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

**[0024]** En référence tout d'abord aux figures 1a et 1b, il est représenté une installation 1 pour la mise en oeuvre d'un procédé de rivetage selon un mode de réalisation préféré de l'invention, destinée à assembler entre elles au moins deux pièces constitutives d'un volet mobile de bord d'attaque 2 pour voilure d'aéronef. Cette installation comprend principalement un châssis 4 définissant un rail sur lequel coulisse une structure de support 6 du volet mobile 2. De plus, de part et d'autre du châssis 4 sont disposés deux robots 8, 10, respectivement destinés à venir de part et d'autre des pièces à riveter. Des moyens de commande 12 des robots et de la translation de la structure de support 6 équipent également l'installation 1.

30 **[0025]** Sur les figures 2a à 2f, il a été représenté différentes étapes successives d'un procédé de rivetage de deux pièces 2a, 2b du volet mobile 2, ces deux pièces étant superposées et définissant conjointement un orifice 14 les traversant, centré sur un axe 16.

35 **[0026]** Tout d'abord, le procédé est initié en mettant en place un rivet 20 à tête 22 dans l'orifice 14 défini par les deux pièces superposées 2a, 2b. Cette mise en place est réalisée de manière à ce que la tête 22, disposant d'une section élargie par rapport au corps cylindrique du rivet se terminant par un pied 24, soit positionnée en appui contre un épaulement 26 prévu dans l'orifice 14, à une extrémité de celui-ci. De façon connue, la tête 22 et son épaulement 26 présentent des formes tronconiques complémentaires.

40 **[0027]** L'étape de mise en place du rivet est réalisée après que celui-ci ait été revêtu d'un mastic d'étanchéité, connu en soit. C'est le robot 8 pourvu d'un outillage interchangeable approprié qui est utilisé pour réaliser cette

étape de mise en place du rivet. Une fois celle-ci achevée, la tête de rivet 22 fait saillie sur une très faible distance par rapport à la surface extérieure de la pièce supérieure 2a, tandis que le pied 24 fait saillie de la surface extérieure de la pièce inférieure 2b sur une distance beaucoup plus importante.

**[0028]** Ensuite, le robot 8 procède à un changement d'outillage de manière à porter un dispositif multi-frappes dont la conception permet d'effectuer des chocs à répétition sur la tête du rivet, selon une fréquence donnée. Ce dispositif multi-frappes, porté de façon amovible par un poignet du robot, est également dénommé effecteur.

**[0029]** Une fois monté sur le robot, ce dispositif multi-frappes 30 est déplacé par ce même robot de manière à ce que sa surface 32 de frappe du rivet, correspondant à l'extrémité de l'effecteur, se situe en regard et à une distance donnée de la tête 22, par exemple une distance d'environ 15 mm, considérée selon la direction de l'axe 16 de l'orifice.

**[0030]** Parallèlement, l'autre robot 10 porte sur un poignet un système de contre-frappe 34 pourvu à son extrémité libre, c'est-à-dire celle opposée à l'extrémité servant au raccordement sur le poignet du robot, d'un dispositif de contre-frappe 36 également appelé enclume. Ce robot 10 est piloté de manière à amener le système de contre-frappe 34 au regard du pied 24 du rivet 20, de sorte que l'enclume se situe à une distance donnée de ce pied, par exemple 5 mm, toujours selon la direction de l'axe 16.

**[0031]** Une fois le déplacement des deux robots réalisé, l'installation se trouve dans la configuration schématisée représentée sur la figure 2a. A partir de cet instant, et durant toute la mise en oeuvre du procédé jusqu'à la fin de l'étape de multi-frappes, les robots sont maintenus en position, seuls le dispositif multi-frappes 30 et le système de contre-frappe 34 étant actionnés par les moyens de contrôle 12.

**[0032]** Ces deux entités 30, 34 sont ici utilisées pour réaliser le clamage des deux pièces 2a, 2b, aucun autre élément du type presse-tôles n'étant requis pour la réalisation de ce procédé de rivetage. Le clamage des pièces 2a, 2b est tout d'abord réalisé de manière à ce que la surface d'appui 32 du dispositif multi-frappes 30 vienne au contact de la partie en saillie de la tête 22, en exerçant une première force d'appui de préférence comprise entre 100 et 200 N. Le déplacement de la tête 38 du dispositif 30, définissant la surface d'appui 32, est réalisé à l'aide d'un vérin 40 dont le cylindre 44 reste fixe par rapport au robot, et dont le piston mobile 42 porte fixement la tête 38. Le déplacement de cette tête 38 par rapport au cylindre 44 est donc contrôlé de sorte qu'elle applique une force d'appui prédéterminée contre la tête du rivet 22, ce contrôle s'effectuant à l'aide de toute technique connue de l'homme du métier. Il peut par exemple s'agir d'une jauge de contraintes, ou bien d'un pilotage de la pression d'une capacité d'air de volume très important communiquant avec la chambre du vérin 40, qui est donc de préférence pneumatique. A cet égard, il est noté que la figure

2b montre la tête 38 en appui contre le rivet 22.

**[0033]** Ensuite, c'est au tour du système de contre-frappe 34 de voir son dispositif 36 déplacé en direction du pied 24 du rivet 20, d'une manière analogue à celle exposée ci-dessus, en exerçant une seconde force d'appui inférieure à la première, et de préférence comprise entre 50 et 100 N.

**[0034]** Le déplacement du dispositif 36, définissant la surface d'appui contre le pied 24, est réalisé à l'aide d'un vérin 41 dont le cylindre 45 reste fixe par rapport au robot, et dont le piston mobile 43 porte fixement l'enclume 36. Le déplacement de celle-ci par rapport au cylindre 45 est donc contrôlé de sorte qu'elle applique, continûment, une force d'appui prédéterminée contre le pied 24 du rivet, ce contrôle s'effectuant à l'aide de toute technique connue de l'homme du métier, comme pour le vérin 40.

**[0035]** Afin d'améliorer la frappe réalisée ultérieurement, les axes des pistons 42, 43 sont préférentiellement parallèles ou confondus avec l'axe 16 de l'orifice 14, correspondant également à l'axe du rivet 22 logé dans cet orifice.

**[0036]** A la fin de l'étape de déplacement du dispositif de contre-frappe 36, le clamage des pièces 2a, 2b est achevé, celles-ci étant soumises à une force correspondant à la différence entre la valeur de la première force et celle de la seconde force. Cet état dans lequel le clamage est réalisé, avant l'étape de multi-frappes, est schématisé sur la figure 2c.

**[0037]** Ensuite, il est donc mis en oeuvre l'étape de multi-frappes schématisée sur la figure 2d, durant laquelle le dispositif 30 est tel que sa tête d'appui 38 est animée d'un mouvement de va-et-vient à une fréquence comprise entre 50 et 60 Hz, ce qui lui permet d'effectuer des chocs répétés sur la tête 22 du rivet. A cet égard, il est noté que des moyens appropriés, connus de l'homme du métier, équipent le dispositif 30, comme par exemple une masselotte (non représentée) permettant de solliciter de manière répétée la tête 38, également dénommée bouterolle. Néanmoins, il est noté que durant cette étape de multi-frappes, la première force d'appui de la surface 32 contre la tête 22 du rivet reste sensiblement identique à celle exercée pour le clamage.

**[0038]** Il en est de même pour la seconde force d'appui de l'enclume 36 sur le pied 24 du rivet, étant cependant précisé que l'une des particularités de l'invention réside dans le fait de déplacer de manière contrôlée cette enclume 36 durant l'étape de multi-frappes, de manière à ce qu'elle applique une force d'appui prédéterminée, qui est préférentiellement fixée à la valeur de la seconde force d'appui précitée, c'est-à-dire la force d'appui exercée sur le pied 24 pour le clamage des pièces à riveter.

**[0039]** La conséquence de ce déplacement de l'enclume 36 durant l'étape de multi-frappes est que celle-ci accompagne la déformation du rivet 22, comme cela est montré schématiquement sur la figure 2e.

**[0040]** En effet, ce déplacement spécifique de l'enclume 36, obtenu par la sortie du piston 43, permet de limiter voire d'éradiquer entièrement les risques de déformation

des pièces 2a, 2b durant l'étape de multi-frappes, qui conduit à l'obtention d'un bouton 46 au niveau du pied du rivet, ce bouton assurant le maintien ferme en position de ce dernier dans l'orifice 14. A titre indicatif, il est noté que l'étape de multi-frappes est réalisée pendant une période comprise entre 0,3 et 1 seconde.

**[0041]** À la fin de l'étape de multi-frappes, lorsque le bouton 46 a été réalisé et que la tête du rivet devient parfaitement affleurante à la surface extérieure de la pièce supérieure 2a, la bouterolle 38 est rétractée par le vérin 40 tandis que l'enclume 36 est rétractée par le vérin 41, comme cela est montré sur la figure 2f.

**[0042]** L'installation se trouve alors dans une configuration lui permettant de mettre en oeuvre une nouvelle opération de rivetage, sensiblement analogue à celle qui vient d'être décrite.

**[0043]** En référence à présent aux figures 3a et 3b, on peut apercevoir un système de contre-frappe 34 selon un mode de réalisation préféré, comprenant tout d'abord un bras 50 dont l'une de ses extrémités 50a, à savoir l'extrémité basse sur la figure 3a, est pourvue d'un connecteur (non représenté) pour son raccordement sur un poignet du robot 10. A l'opposé de cette extrémité basse 50a, le bras 50 présente une extrémité haute 50b, sur laquelle est articulé un ensemble intégrant le vérin 41 portant le dispositif de contre-frappe 36. Dans ce mode de réalisation préféré, l'ensemble comprend un support de vérin 52 monté de manière articulée sur l'extrémité 50b du bras 50. Ce support 52 porte donc fixement le cylindre du vérin 41 dont le piston porte quant à lui fixement l'enclume 36, de préférence réalisée dans un alliage de tungstène, et présentant une masse de l'ordre de 1 kg afin d'offrir une réaction inertielle appropriée pour le contre-choc de formage du bouton du rivet. Le pivotement du support 52 par rapport au bras 50, qui s'effectue selon une direction sensiblement orthogonale à la direction selon laquelle s'étend ce même bras 50, peut être réalisé à l'aide d'un vérin commandé 51, de préférence pneumatique, dont le cylindre est monté de manière articulée sur le bras 50, et l'extrémité libre de son piston monté articulé sur le support 52, selon un axe parallèle et distinct de l'axe d'articulation du support 52 sur le bras 50.

**[0044]** Sur la figure 3b, il est montré à titre d'exemple indicatif la position du système de contre-frappe 34 en appui contre un plat 2b d'une nervure transversale 54 de volet mobile de bras d'attaque, ce plat 2b étant lui-même en appui contre un revêtement aérodynamique 2a formant intrados. Sur cette figure, pour des raisons de clarté, le système de contre-frappe 34 a été montré sans le robot destiné à le porter.

**[0045]** Les figures 4a et 4d représentent elles un système de contre-frappe 34 selon un autre mode de réalisation préféré, dont la différence réside dans le fait que l'ensemble articulé sur le bras 50 ne se compose pas uniquement du support de vérin 52 et de l'enclume 36, mais présente un bras intermédiaire 58 monté articulé à l'une de ses extrémités sur l'extrémité 50b du bras 50,

et monté articulé à son autre extrémité sur le support de vérin 52. Ici, les deux axes d'articulation sont de préférence parallèles, et permettent d'ajouter un degré de liberté de déplacement supplémentaire par rapport au système de contre-frappe 34 montré sur les figures 3a et 3b.

**[0046]** A titre d'exemple indicatif, sur ces figures 4a à 4d, le système de contre-frappe 34 a été représenté dans différentes positions et dans différentes configurations, qui lui permettent d'accéder aisément à l'ensemble des zones à riveter entre le plat d'une nervure transversale intérieure 54 et le revêtement aérodynamique extérieur du volet mobile 2. Sur ces figures, il a également été représenté le connecteur 56 porté par l'extrémité 50a du bras 50, ce connecteur femelle étant destiné à coopérer avec un connecteur mâle du poignet du robot 10. Ainsi, à titre d'exemples, la figure 4a montre une configuration dans laquelle le bras 50, le bras intermédiaire 58 et le support de vérin 52 sont sensiblement alignés, permettant ainsi d'appliquer l'enclume 36 contre une partie de la nervure intérieure 54 en appui sur une portion arrière du revêtement aérodynamique formant extrados. Sur la figure 4b, le bras intermédiaire 58 et le support de vérin 52 restent alignés, mais le bras intermédiaire 58 est incliné par rapport au bras 50. Cette configuration permet à l'enclume 36 d'appliquer un effort sur une partie de la nervure 54 en appui contre une portion médiane du revêtement extérieur formant extrados. La figure 4c montre une autre configuration dans laquelle aucun alignement n'est conservé entre les éléments 50, 52, 58 du système de contre-frappe, cette configuration étant retenue pour assurer le rivetage de la partie du revêtement extérieur aérodynamique située à proximité de son bord d'attaque. Enfin, dans le dernier exemple schématisé sur la figure 4d, le bras 50 et le bras intermédiaire 58 sont alignés, tandis que le support de vérin 52 est incliné par rapport au bras intermédiaire 58, cette configuration étant préférentiellement adoptée pour fixer le plat de la nervure intérieure 54 contre la partie du revêtement aérodynamique extérieur formant intrados.

**[0047]** La mise en rotation des éléments 50, 52, 58 les uns par rapport aux autres peut être réalisée à l'aide de moyens connus de l'homme du métier, comme par exemple à l'aide de vérins du type de celui montré sur les figures 3a et 3b correspondant à l'autre mode de réalisation préféré du dispositif de contre-frappe.

**[0048]** Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

## Revendications

1. Procédé de rivetage de pièces superposées (2a, 2b) à l'aide d'un rivet (20) à tête (22), comprenant une étape de multi-frappes du rivet à l'aide d'un dispositif multi-frappes (30) sollicitant la tête du rivet, et d'un

- dispositif de contre-frappe (36) en appui contre l'extrémité du rivet (24) opposée à sa tête, étape durant laquelle le dispositif de contre-frappe est déplacé de manière contrôlée de sorte qu'il applique une force d'appui prédéterminée contre l'extrémité du rivet (24). 5
2. Procédé de rivetage selon la revendication 1, comprenant, antérieurement à ladite étape de multi-frappes, les étapes successives suivantes : 10
- mise en place du rivet à tête (22) dans un orifice (14) traversant les pièces à riveter, avec la tête du rivet (22) en appui contre un épaulement (26) prévu dans ledit orifice ; 15
  - déplacement d'une tête (38) du dispositif multi-frappes (30) de manière à l'amener en appui contre la tête du rivet (22) ; et
  - déplacement du dispositif de contre-frappe (36) de manière à l'amener en appui contre l'extrémité du rivet (24) opposée à sa tête (22), avec une seconde force d'appui inférieure à une première force d'appui du dispositif multi-frappes contre la tête de rivet. 20
- 25
3. Procédé de rivetage selon la revendication 2, dans lequel le déplacement du dispositif de contre-frappe (34) est effectué de manière à l'amener en appui contre l'extrémité du rivet (24) opposée à sa tête avec une première force d'appui de valeur identique à celle de ladite force d'appui prédéterminée. 30
4. Procédé de rivetage selon la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le rapport entre les valeurs des première et seconde forces d'appui est compris entre 1,8 et 2,2. 35
5. Procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel la valeur de la première force d'appui est comprise entre 100 et 200 N, et la valeur de la seconde force d'appui est comprise entre 50 et 100 N. 40
6. Procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de multi-frappes est réalisée à une fréquence comprise entre 30 et 60 Hz, pendant une durée comprise entre 0,3 et 1 s. 45
7. Procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de contre-frappe est monté sur un vérin d'un système de contre-frappe. 50
8. Système de contre-frappe (34) pour la mise en oeuvre d'un procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un bras (50) portant à l'une de ses extrémités (50a) un connecteur (56) pour son raccordement sur un robot, et portant à l'autre de ses extrémités (50b), de manière articulée, un ensemble intégrant un vérin (41) ainsi que ledit dispositif de contre-frappe (36) monté sur le vérin (41) . 55

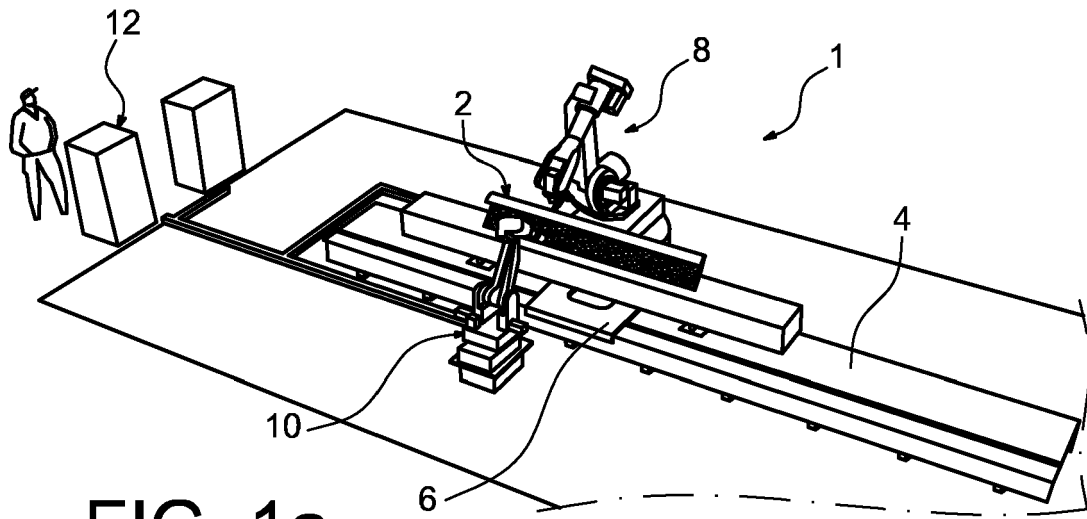


FIG. 1a

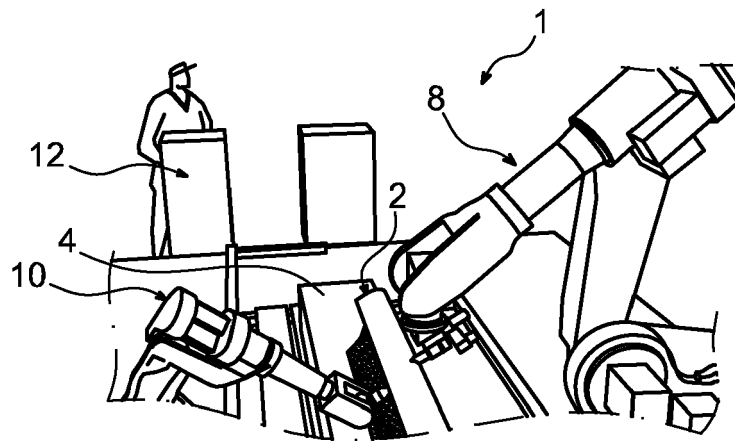


FIG. 1b

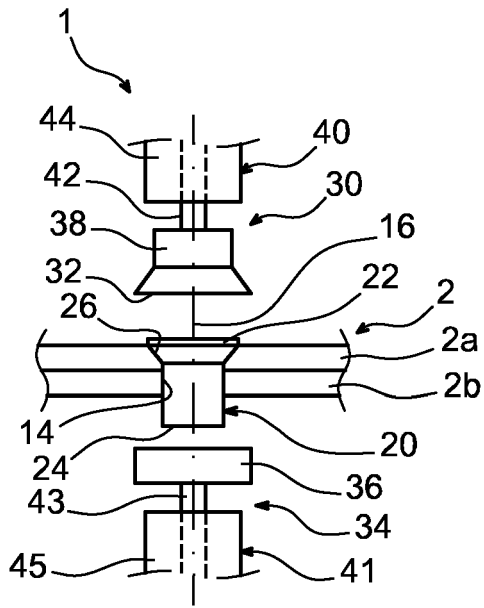


FIG. 2a

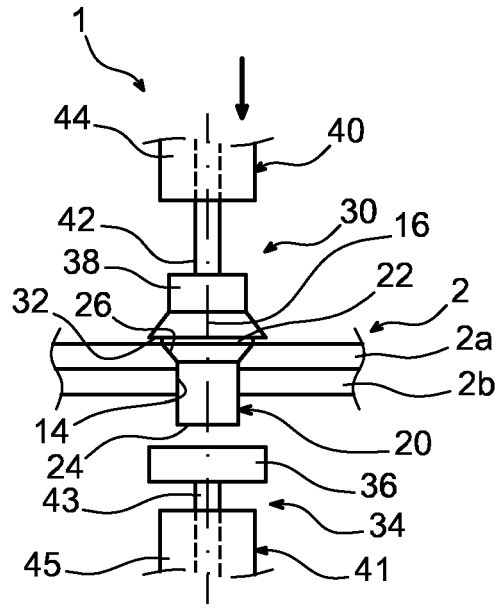


FIG. 2b

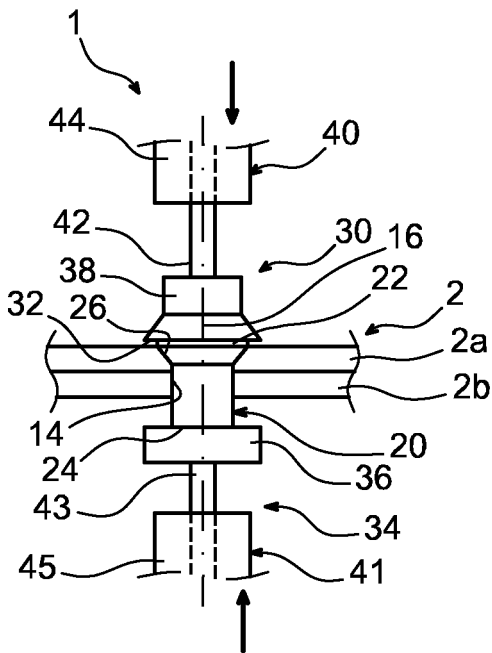


FIG. 2c

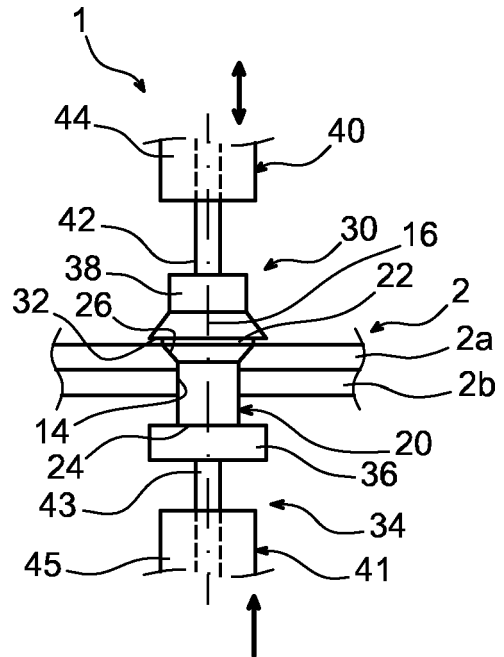


FIG. 2d

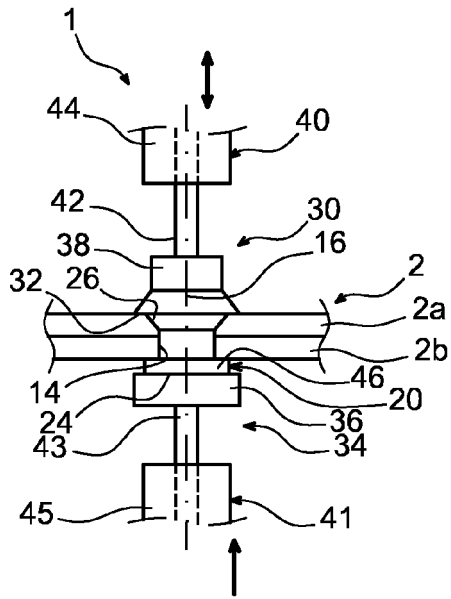


FIG. 2e

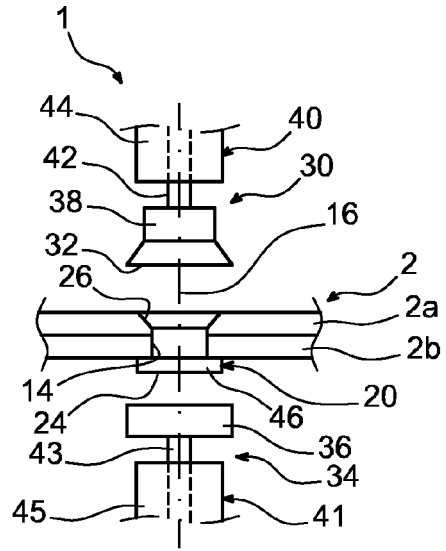


FIG. 2f

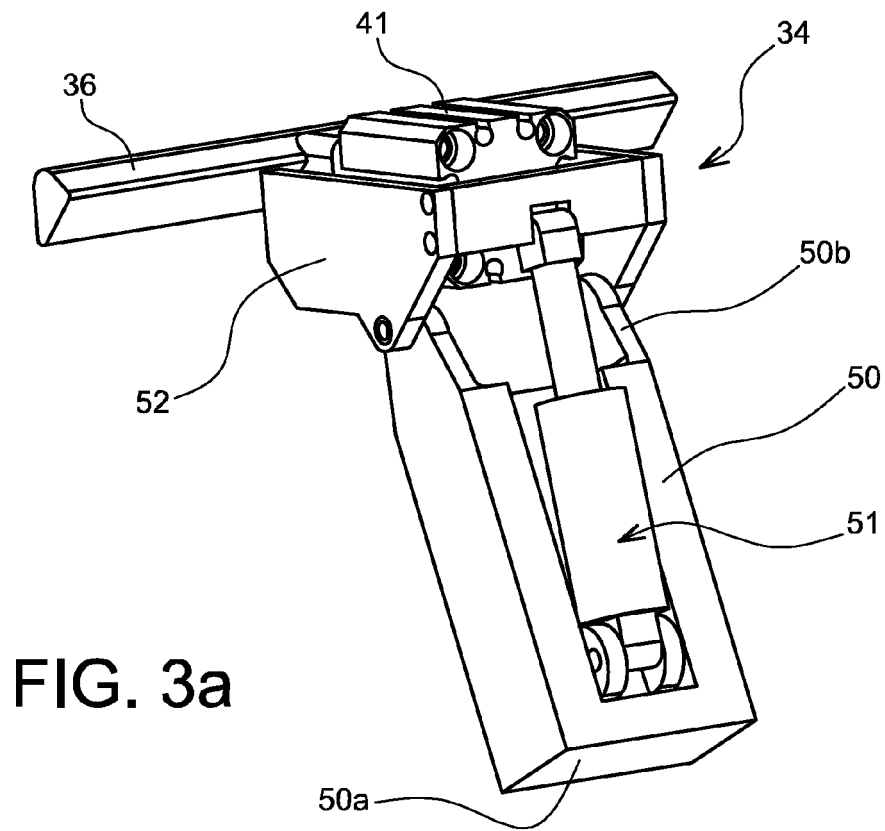


FIG. 3a

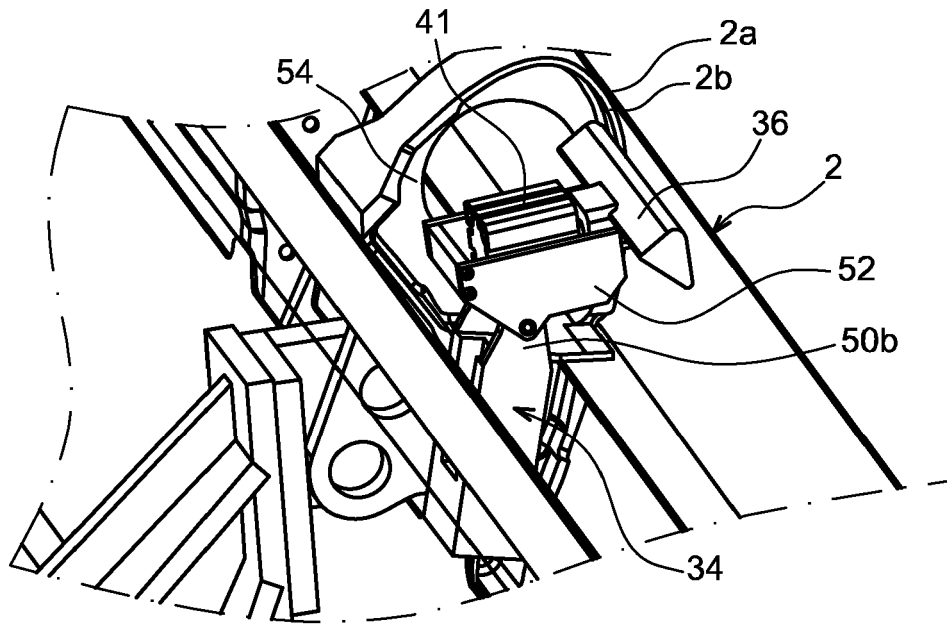


FIG. 3b

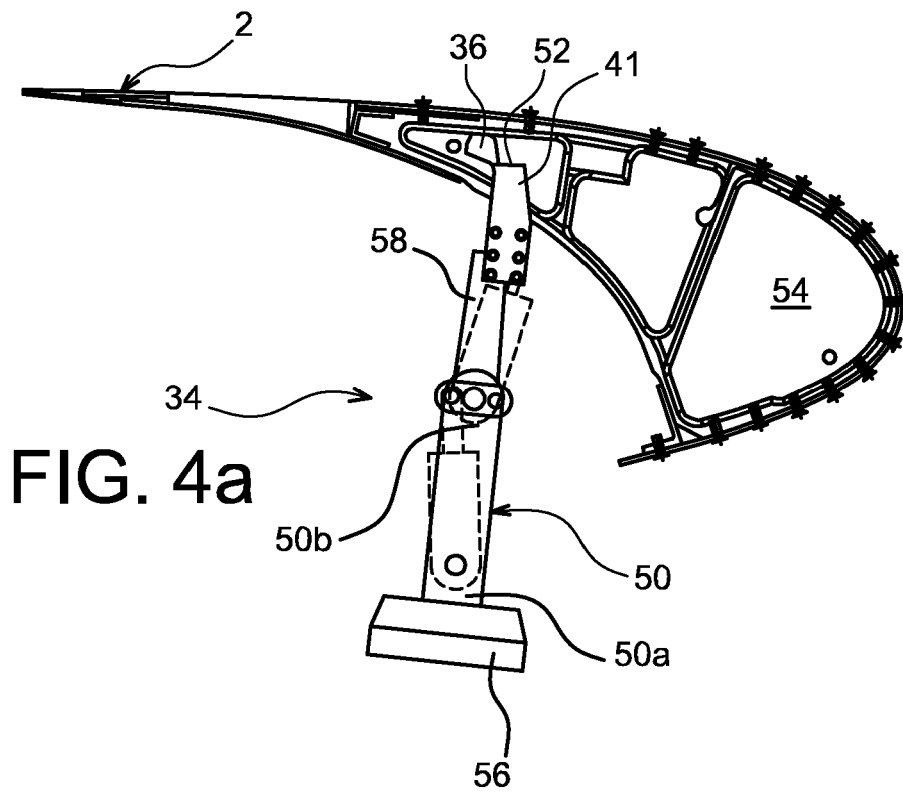


FIG. 4a

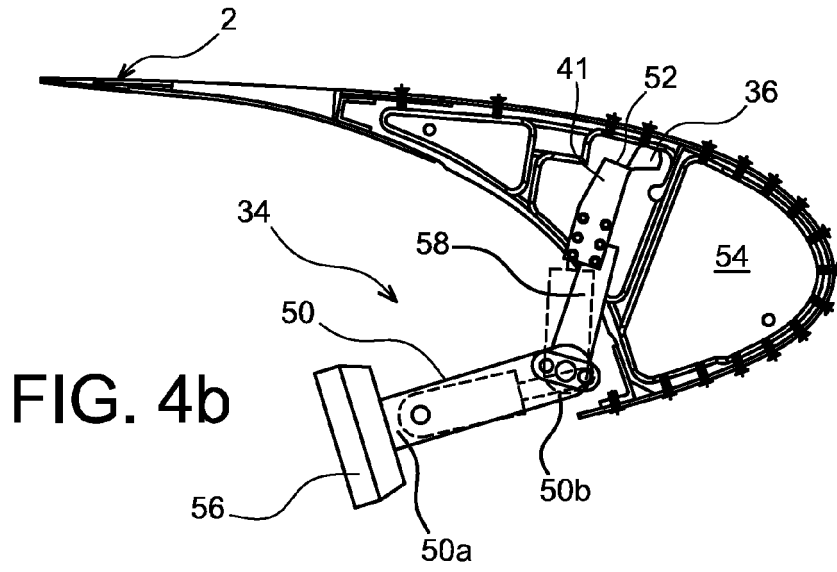


FIG. 4b

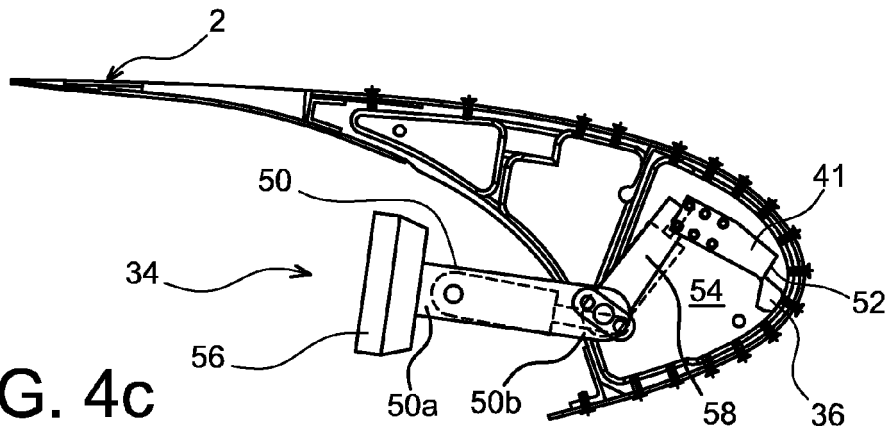


FIG. 4c

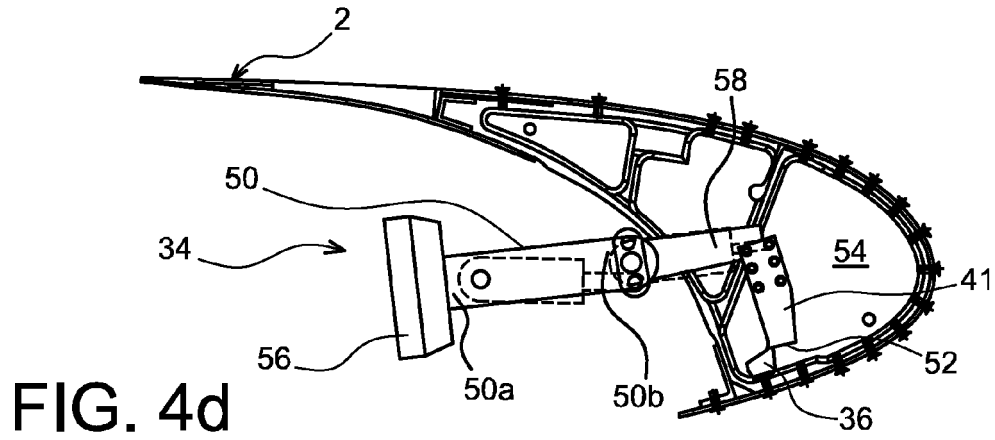


FIG. 4d



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 11 15 4286

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 6 088 897 A (BANKS DAVID P [US] ET AL) 18 juillet 2000 (2000-07-18) * colonne 12, ligne 34-41; figures 13a-13c * * colonne 16, ligne 9-35 * * colonne 19, ligne 6-25 * -----	1-8	INV. B21J15/02 B21J15/10 B21J15/14 B21J15/28
X	DE 24 941 C (F. J. ROWAN) 16 février 1883 (1883-02-16) * page 1, colonne 2 - alinéa 2; figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B21J
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>15 avril 2011</b>	Examineur <b>Augé, Marc</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 15 4286

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-04-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6088897	A	18-07-2000	AUCUN	
-----				
DE 24941	C		AUCUN	
-----				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82