

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 058 493**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **16 60738**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 16 H 3/62** (2017.01), B 64 C 27/12, F 01 D 1/00

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 PORTE-SATELLITES POUR UN REDUCTEUR DE VITESSE A TRAIN EPICYCLOIDAL.

②2 Date de dépôt : 07.11.16.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 11.05.18 Bulletin 18/19.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 16.11.18 Bulletin 18/46.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SAFRAN TRANSMISSION  
SYSTEMS — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *LEFEBVRE MAXIME, DI GIOVANNI  
JEAN-CHARLES, MICHEL, PIERRE, PELTIER  
JORDANE, EMILE, ANDRÉ et PTASZYNSKI  
PATRICE, JULIEN.*

⑦3 Titulaire(s) : *SAFRAN TRANSMISSION SYSTEMS.*

⑦4 Mandataire(s) : *GEVERS & ORES Société  
anonyme.*

**FR 3 058 493 - B1**



## PORTE-SATELLITES POUR UN RÉDUCTEUR DE VITESSE A TRAIN ÉPICYCLOÏDAL

### DOMAINE TECHNIQUE

- 5 [0001] La présente invention concerne un porte-satellites pour réducteur à train épicycloïdal, en particulier pour une turbomachine d'aéronef.

### ÉTAT DE LA TECHNIQUE

- 10 [0002] Un réducteur mécanique a pour but de modifier le rapport de vitesse et/ou le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.

- 15 [0003] De manière classique, les turbomachines à double flux, notamment celles ayant un haut taux de dilution, comportent un réducteur mécanique à train épicycloïdal 10 (voir figure 1) pour entraîner l'arbre 12 d'une soufflante (non représentée). De manière usuelle, le réducteur à train épicycloïdal 10 a pour but de transformer la vitesse de rotation dite rapide de l'arbre d'une turbine de puissance 14 en une vitesse de rotation plus lente pour l'arbre 12 entraînant la soufflante.

- 20 [0004] De manière classique, un réducteur à train épicycloïdal 10 comporte (par rapport à l'axe longitudinal A de la turbomachine autour duquel tourne notamment l'arbre de la turbine de puissance 14) :

- 25 - un pignon solaire 16, sous la forme d'une roue dentée qui est montée par une liaison cannelée sur l'arbre de turbine 14, ce pignon solaire 16 tournant dans un sens de rotation en entraînant le réducteur 10,
- un porte-satellites 18 portant des satellites 20 par l'intermédiaire de paliers, de manière à tourner autour d'axes Y parallèles à l'axe longitudinal A, les satellites 20 étant formés par des roues dentées s'engrenant autour du pignon solaire 16, et le porte-satellites 18 pouvant être fixé à un stator,
- 30 - une couronne externe dentée 22, qui s'engrène avec les satellites 20 et qui peut être maintenue fixe par rapport à la structure de la turbomachine (un stator).

**[0005]** En particulier, le porte-satellites 18 est une des pièces centrales du réducteur 10, supportant les axes paliers ainsi que les satellites 20. Il a notamment pour fonction d'assurer de bonnes conditions de support pour les satellites 20 du réducteur épicycloïdal 10. Une des exigences majeures lié à un porte-satellites 18 est de maintenir les satellites 20 alignés, malgré les déformations subies par la le porte-satellite 18 qui est fortement sollicité, et également de ne pas rompre en cas de charge ultime. Un désalignement des satellites 20 peut notamment provoquer une usure prématurée des engrenages et du réducteur de vitesse 10.

10

**[0006]** Le porte-satellites 18 est classiquement une pièce en acier massive et donc lourde.

**[0007]** Ainsi, l'objectif de la présente demande est de proposer un porte-satellites 18 capable de supporter les charges appliquées tout en maintenant les satellites 20 alignés, le plus léger possible.

## **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

**[0008]** L'invention propose à cet effet un porte-satellites pour un réducteur de vitesse à train épicycloïdal, comportant un organe de transmission de couple d'axe longitudinal A et une cage annulaire s'étendant autour de l'axe A et reliée à une extrémité longitudinale de l'organe, ladite cage comprenant deux flancs s'étendant sensiblement radialement par rapport à l'axe A et reliés par des pontets, des sièges s'étendant axialement entre les flancs et étant destinés à supporter des satellites montés de façon rotative autour des sièges, caractérisé en ce que lesdits pontets comprennent des barres qui sont chacune inclinées par rapport à un plan longitudinal passant par l'axe A et sensiblement par la barre correspondante.

**[0009]** Cette structure peut permettre un gain de masse de 20 % par rapport aux porte-satellites de l'état de la technique. Cette structure peut aussi permettre de réaliser un gain sur le désalignement radial des satellites de - 45% par rapport aux porte-satellites classiques de l'état de la technique.

5 **[0010]** Cette structure peut également permettre une meilleure accessibilité pour l'usinage et pour la maintenance. Comme l'architecture de la cage est plus ouverte par rapport aux porte-satellites de l'état de la technique dont, ceci permet entre autres des contrôles endoscopiques plus simples. Les contraintes maximales et le désalignement tangentiel restent équivalents à ceux des porte-satellites classiques connus de l'état de la technique.

10 **[0011]** Le porte-satellites selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- chaque pontet comprend au moins deux barres entrecroisées,
- les deux barres de chaque pontet s'entrecroisent dans une zone située à proximité de l'un des flancs,
- ladite zone est située à proximité du flanc situé du côté opposé audit organe  
15 de transmission,
- chaque pontet a une forme générale de X,
- au moins l'un des flancs comprend, entre deux sièges adjacents, au moins un évidement,
- chaque évidement est aligné avec un pontet selon un plan passant par l'axe  
20 A,
- chaque évidement a une forme générale en U ou V dont l'ouverture est orientée radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A,
- les flancs et les pontets sont formés d'une seule pièce.

25 **[0012]** L'invention concerne également un réducteur de vitesse à train épicycloïdal comportant un porte-satellites comme évoqué ci-dessus. L'invention concerne encore une turbomachine, en particulier d'aéronef, comportant un réducteur à train épicycloïdal comme évoqué ci-dessus.

### 30 **BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

**[0013]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'exemples de réalisation ci-après, en référence aux figures annexées qui représentent, respectivement :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un réducteur à train épicycloïdal classique,
- la figure 2 est une vue en perspective d'un porte-satellites selon l'invention,
- les figures 3 et 4 sont une vue de dessus d'une cage de porte-satellites  
5 selon l'invention,
- la figure 5 est une vue de face d'un réducteur à train épicycloïdal selon l'invention,
- la figure 6 est une vue de derrière d'un réducteur à train épicycloïdal selon l'invention,

10

### **DESCRIPTION DETAILLÉE D'UN MODE DE RÉALISATION**

**[0014]** Comme mentionné ci-dessus, la figure 1 illustre la structure générale d'un réducteur de vitesse à train épicycloïdal 10. Lors du fonctionnement du train épicycloïdal 10, le couple transmis au travers du réducteur 10 étant important,  
15 ceci peut provoquer une déformation du portes-satellites 18 et mener à un désalignement des axes des satellites 20. Par ailleurs, les forces centrifuges peuvent également générer une déformation du porte-satellites 20, pouvant là encore causer un désalignement des satellites 20. Comme indiqué précédemment, il est indispensable que le porte-satellites 18 maintienne le bon  
20 positionnement des satellites 20, malgré les déformations subies par le porte-satellites 18 en fonctionnement.

**[0015]** Comme visible sur la figure 2, le porte-satellites 18 selon l'invention s'étend le long de l'axe A et comporte deux parties : un organe de transmission de couple  
25 d'axe 24 longitudinal A et une cage annulaire 26 s'étendant autour de l'axe A. La cage annulaire 26 est reliée à une extrémité longitudinale de l'organe de couple 24. L'organe de transmission de couple 24 est tubulaire et s'étend axialement (selon l'axe A). Il a une forme générale cylindrique ou tronconique, dont une extrémité longitudinale est prolongée par une partie de liaison annulaire et  
30 destinée à faire le lien avec l'arbre de turbine 14 (voir figure 1). Ainsi, l'extrémité longitudinale avant de l'organe 24 est reliée à la cage 26 de l'extrémité arrière qui comporte une denture 27 destinée à être engrainée avec l'arbre de turbine 14.

**[0016]** L'avant est défini comme étant du côté de la soufflante et l'arrière est défini comme étant du côté de la tuyère d'échappement de la turbomachine.

**[0017]** La cage annulaire 26 comporte deux flancs 28, 30 s'étendant sensiblement radialement par rapport à l'axe A, respectivement un flanc avant 28 et un flanc arrière 30. Le flanc avant 28 est défini comme le flanc situé du côté opposé de l'organe de transmission 24 et le flanc arrière 30 est défini comme celui solidaire de l'organe 24. Les deux flancs 28, 30 sont reliés entre eux par des pontets 32. Comme illustré sur les figures 2, 3 et 4, chaque pontet 32 comprend au moins deux barres entrecroisées 33, 34 et présente donc une forme générale de X. Chaque barre 33, 34 est ainsi découpée en deux parties correspondantes 33a, 33b, 34a, 34b sensiblement alignées et s'étendant de part et d'autre du croisement (ou zone de croisement) du X. Dans l'exemple représenté, les deux barres correspondantes 33, 34 de chaque pontet 32 s'entrecroisent dans une zone située à proximité de l'un des flancs 28, 30, le flanc avant 28 en l'occurrence.

**[0018]** Selon le mode de réalisation présenté, les flancs 28, 30 et les pontets 32 sont formés d'une seule pièce. Ceci permet que le porte-satellites 18 forme un seul ensemble structurel, éliminant de fait les problèmes liés à l'assemblage de plusieurs pièces par l'intermédiaire d'organes de liaison additionnels. Ceci permet notamment d'éviter les problèmes liés au balourd généré par les tolérances d'assemblage, les problèmes de montage ou encore la masse supplémentaire due à la multiplication des pièces.

25

**[0019]** Comme illustré sur les figures 2 et 6, les flancs avant 28 et arrière 30 comportent chacun des trous 36 servant chacun au montage d'une extrémité d'un arbre de satellite 20 et formant ainsi siège 36 pour un satellite 20. Ces sièges 36 s'étendent ainsi axialement (selon l'axe A) entre les flancs 28, 30 et sont destinés à supporter les satellites 20 montés de façon rotative autour des sièges 36.

30

**[0020]** Comme visible sur les figures 2 et 6, au moins l'un des flancs 28, 30, en l'occurrence le flanc avant 28 comprend, entre deux sièges 36 adjacents, au

moins un évidement 38 aligné avec un pontet 32 selon un plan passant par l'axe A (voir figure 6). Chaque évidement 38 est situé entre les barres correspondantes 33, 34 de chaque pontet 32 et présente une forme générale en U ou V dont l'ouverture est orientée radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A.

5

**[0021]** De manière connue en soi, lors du fonctionnement du train réducteur 10, un premier chemin d'efforts traverse le flanc arrière 30 (partant des extrémités correspondantes des sièges 36 des satellites 20) puis l'organe de transmission de couple 24. Un second chemin d'efforts traverse le flanc avant 30 (des extrémités correspondantes des sièges 36 des satellites 24 jusqu'aux zones de liaison entre le flanc avant 28 et les pontets 32), les pontets 32 puis l'organe de transmission de couple 24.

15

**[0022]** La cage 26 qui supporte les axes paliers (selon l'axe Y) et donc les satellites 20 a ainsi été conformée avec les barres 33, 34 entrecroisées pour obtenir des « treillis » ou « croisillons ». Ceci permet le bon passage des efforts nécessaires au fonctionnement du train réducteur 10 avec un minimum de matière. La présente invention présente donc une solution qui optimise la masse du train de réduction 10 sans gêner le passage des efforts entre les flancs 28, 30 et en limitant le désalignement des satellites 20.

20

**[0023]** Cette optimisation est obtenue grâce à l'inclinaison particulière des barres 33, 34 des pontets 32. En effet, les barres 33, 34 des pontets 32 sont chacune découpées en deux parties : une partie arrière (proche du flanc arrière 30) et une partie avant (proche du flanc avant 28). Les parties arrière 33a, 34a et avant 33b, 34b de chaque barre 33, 34 se rejoignent au croisement du X formé par chaque pontet 32. La particularité de l'invention est que, de même que les barres correspondantes 33, 34 entre elles, les parties arrière 33a, 34a et avant 33b, 34b de chaque barre 33, 34 de chaque pontet 32 ne s'étendent pas dans le même plan et forment un angle différent de 0 entre elles. Ainsi, chaque pontet 32 comprend des barres 33, 34 qui sont chacune inclinées par rapport à un premier plan longitudinal passant par l'axe A et sensiblement par la barre 33, 34 correspondante et donc chaque partie 33a, 34a est inclinée par rapport à un

25

30

second plan longitudinal passant par A et sensiblement par la partie de barre correspondante 33b, 34b. Cette différence d'inclinaison des barres 33, 34 entre elles et des différentes parties 33a, 34a, 33b, 34b entre elles permet de rigidifier le porte-satellites 26 en torsion autour de l'axe A lors du fonctionnement de la

5 turbomachine.

**[0024]** Par ailleurs, cette structure du train 10 permet de réaliser les opérations de fraisage principales depuis l'extérieur du train 10, ce qui n'est pas possible sur les trains 10 de l'état de l'art.

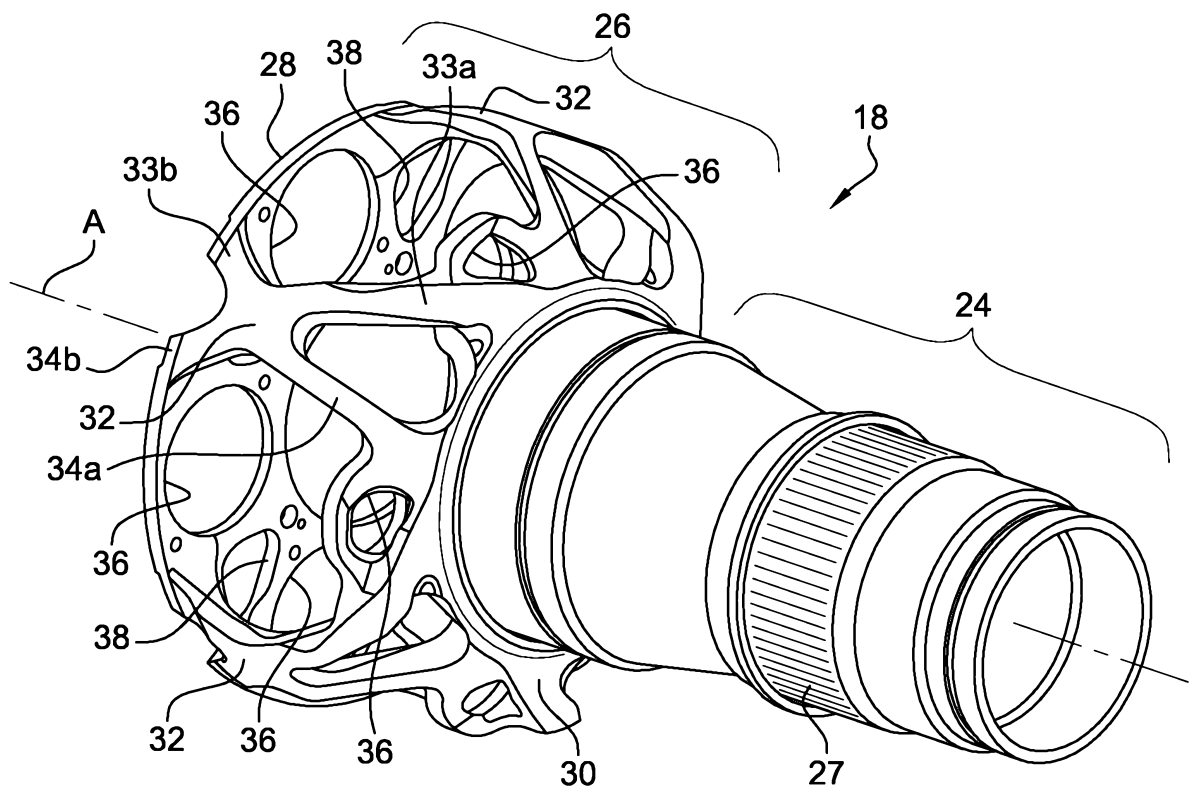
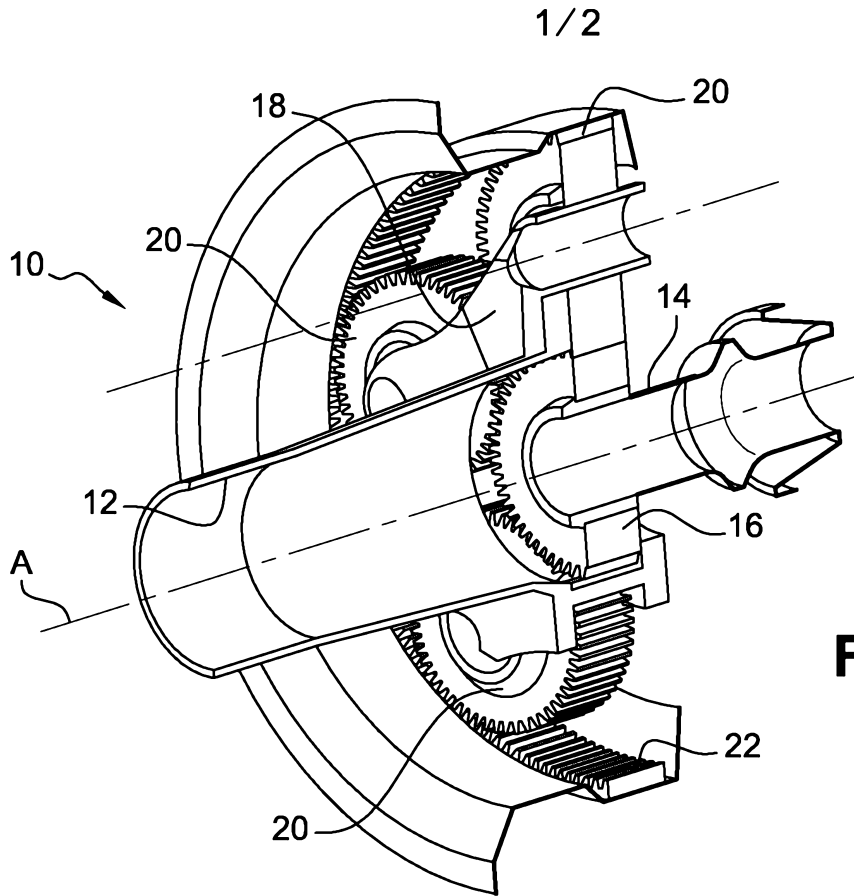
10

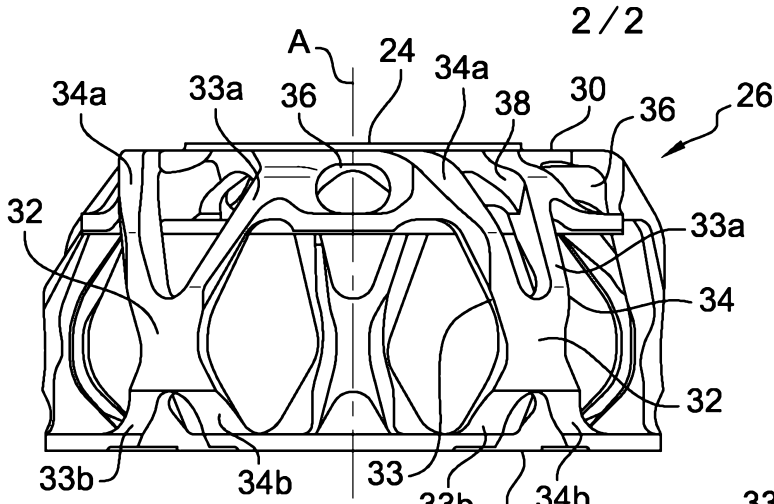


## REVENDICATIONS

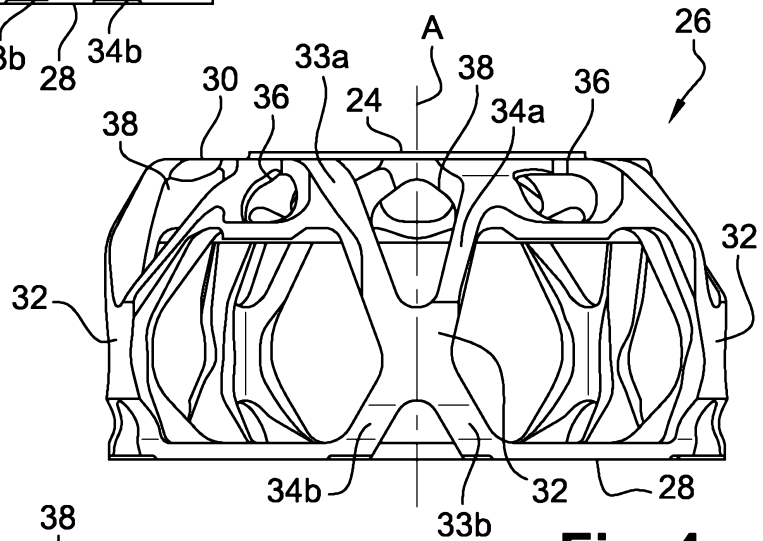
1. Porte-satellites (18) pour un réducteur de vitesse à train épicycloïdal (10),  
5 comportant un organe de transmission de couple (24) d'axe longitudinal A et  
une cage annulaire (26) s'étendant autour de l'axe A et reliée à une extrémité  
longitudinale de l'organe (24), ladite cage (26) comprenant deux flancs (28, 30)  
s'étendant sensiblement radialement par rapport à l'axe A et reliés par des  
pontets (32), des sièges (36) s'étendant axialement entre les flancs (28, 30) et  
10 étant destinés à supporter des satellites (20) montés de façon rotative autour  
des sièges (36), caractérisé en ce que les dits pontets (32) comprennent des  
barres (33, 34) qui sont chacune inclinées par rapport à un plan longitudinal  
passant par l'axe A et sensiblement par la barre (33, 34) correspondante.
- 15 2. Porte-satellites (18) selon la revendication précédente, dans lequel chaque  
pontet (32) comprend au moins deux barres (33, 34) entrecroisées.
3. Porte-satellites (18) selon la revendication précédente, dans lequel les deux  
barres (33, 34) de chaque pontet (32) s'entrecroisent dans une zone située à  
20 proximité de l'un des flancs (28, 30).
4. Porte-satellites (18) selon la revendication précédente, dans lequel ladite zone  
est située à proximité du flanc (28) situé du côté opposé audit organe de  
transmission (24).  
25
5. Porte-satellites (18) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel  
chaque pontet (32) a une forme générale de X.
6. Porte-satellites (18) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au  
30 moins l'un des flancs (28, 30) comprend, entre deux sièges (36) adjacents, au  
moins un évidement (38).

7. Porte-satellites (18) selon la revendication précédente, dans lequel chaque évidement (38) est aligné avec un pontet (32) selon un plan passant par l'axe A.
- 5 8. Porte-satellites (18) selon la revendication 6 ou 7, dans lequel chaque évidement (38) a une forme générale en U ou V dont l'ouverture est orientée radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A.
9. Porte-satellites (18) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel  
10 les flancs (28, 30) et les pontets (32) sont formés d'une seule pièce.
10. Réducteur de vitesse à train épicycloïdal (10) comportant un porte-satellites (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- 15 11. Turbomachine, en particulier d'aéronef, comportant un réducteur à train épicycloïdal (10) selon la revendication précédente.

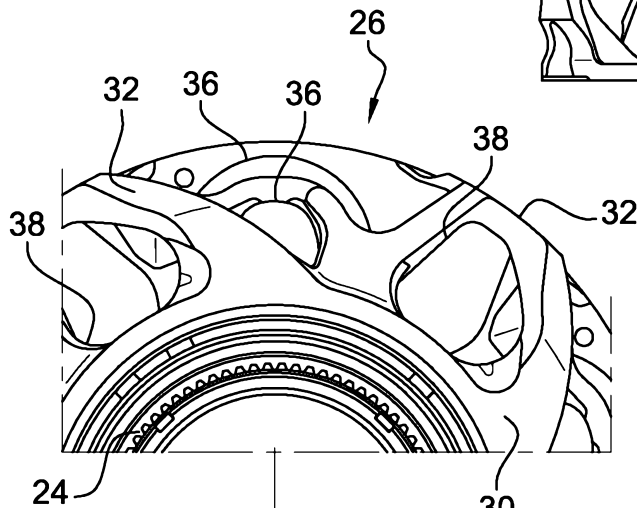




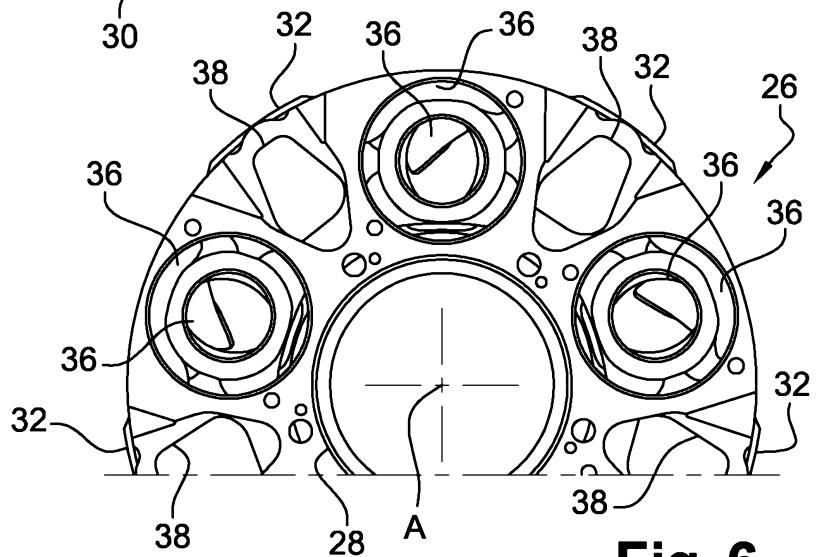
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 2 677 209 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])  
25 décembre 2013 (2013-12-25)

EP 1 186 804 A1 (FRIEDR FLENDER GMBH A [DE])  
13 mars 2002 (2002-03-13)

EP 1 482 210 A2 (FLENDER A F & CO [DE])  
1 décembre 2004 (2004-12-01)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT