



(11) **EP 3 663 544 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.06.2020 Bulletin 2020/24

(51) Int Cl.:
F01L 1/047 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19213925.1**

(22) Date de dépôt: **05.12.2019**

(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
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **RENAULT s.a.s.**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeur: **Millon, Jean-Pierre**
78870 Bailly (FR)

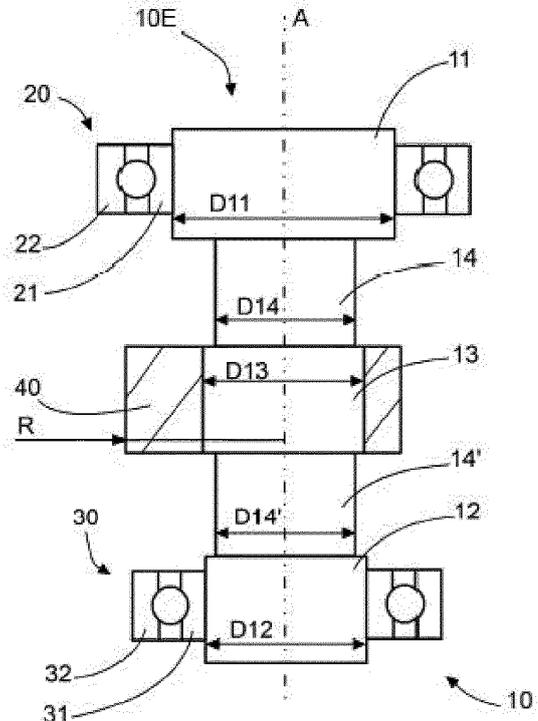
(30) Priorité: **06.12.2018 FR 1872446**

(54) **ARBRE À CAMES DE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ET PROCÉDÉ DE MONTAGE D'UN TEL ARBRE À CAMES**

(57) Procédé de montage d'un arbre à cames de moteur à combustion interne.

L'invention porte sur un arbre à cames (10) pour moteur à combustion interne, caractérisé en ce que l'arbre à cames (10) comprend une première portée (11) d'un premier diamètre (D11) pour recevoir une première bague intérieure (21) d'un premier roulement (20), la première portée (11) étant au niveau d'une première extrémité (10E) de l'arbre à cames (10), une deuxième portée (12) d'un deuxième diamètre (D12) pour recevoir une deuxième bague intérieure (31) d'un deuxième roulement (30), et au moins une portée de came (13) d'un diamètre de réception (D13) pour recevoir au moins une came (40), l'au moins une portée de came (13) étant agencée entre les première et deuxième portées (11, 12), le diamètre de réception (D13) étant inférieur au premier diamètre (D11) ou au deuxième diamètre (D12).

[Fig. 4]



EP 3 663 544 A1

Description

[0001] L'invention concerne un arbre à cames de moteur à combustion interne. L'invention porte aussi sur une culasse comprenant un tel arbre à cames. L'invention porte encore sur un moteur à combustion interne comprenant une telle culasse et/ou un tel arbre à cames. L'invention porte également sur un véhicule comprenant un tel moteur à combustion interne et/ou une telle culasse et/ou un tel arbre à cames. L'invention porte enfin sur un procédé d'obtention d'une telle culasse.

[0002] Un compartiment moteur de véhicule automobile est encombré par de nombreux organes destinés au fonctionnement du ou des moteur(s) présent(s) dans le compartiment moteur et éventuellement d'organes destinés au fonctionnement du véhicule de manière générale. La partie haut moteur d'un moteur à combustion interne est particulièrement volumineuse, en particulier lorsque le moteur comprend un arbre à cames au sein d'une culasse. En outre il est généralement complexe de monter un arbre à cames au sein de la culasse.

[0003] Le but de l'invention est de fournir un arbre à cames et un procédé de montage de cet arbre à cames remédiant aux inconvénients ci-dessus et améliorant les arbres à cames et procédés de montage connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un arbre à cames dont les frottements sont optimisés.

[0004] Pour atteindre cet objectif, l'invention porte sur un arbre à cames pour moteur à combustion interne, l'arbre à cames comprenant :

- une première portée d'un premier diamètre pour recevoir une première bague intérieure d'un premier roulement, la première portée étant au niveau d'une première extrémité de l'arbre à cames,
- une deuxième portée d'un deuxième diamètre pour recevoir une deuxième bague intérieure d'un deuxième roulement, notamment une deuxième portée au niveau d'une extrémité opposée à la première extrémité,
- et au moins une portée de came d'un diamètre de réception pour recevoir au moins une came,

l'au moins une portée de came étant agencée entre les première et deuxième portées, le diamètre de réception étant inférieur au premier diamètre ou au deuxième diamètre.

[0005] Le diamètre de réception peut être inférieur au premier diamètre et le diamètre de réception peut être supérieur ou égal ou sensiblement égal au deuxième diamètre, ou le diamètre de réception peut être inférieur au deuxième diamètre et le diamètre de réception peut être supérieur ou égal ou sensiblement égal au premier diamètre.

[0006] L'arbre à cames peut comprendre au moins deux portions primaires de diamètres primaires pouvant s'étendre de part et d'autre de l'au moins une portée de came, les diamètres primaires pouvant être inférieurs au

diamètre de réception, notamment les diamètres primaires étant égaux ou sensiblement égaux.

[0007] L'arbre à cames peut comprendre une troisième portée de troisième diamètre pour recevoir une troisième bague intérieure d'un troisième roulement, la troisième portée pouvant être au niveau de l'extrémité opposée à la première extrémité de l'arbre à cames, au moins une portée secondaire de came de diamètre de réception secondaire, le troisième diamètre pouvant être inférieur au deuxième diamètre et l'au moins une portée secondaire de came pouvant être agencée entre les deuxième et troisième portées, le diamètre de réception secondaire pouvant être inférieur au deuxième diamètre, notamment le diamètre de réception secondaire pouvant être supérieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre.

[0008] L'arbre à cames peut comprendre des portions secondaires de diamètre secondaire de part et d'autre de l'au moins une portée secondaire de came, le diamètre secondaire pouvant être inférieur au diamètre de réception secondaire.

[0009] L'arbre à cames peut comprendre au moins une portée tertiaire de came de diamètre tertiaire agencée en porte-à-faux au niveau de l'extrémité opposée à la première extrémité de l'arbre à cames, notamment une portée tertiaire de came de diamètre tertiaire inférieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre.

[0010] L'arbre à cames peut comprendre au moins un premier roulement et un deuxième roulement montés respectivement sur la première portée et sur la deuxième portée, ou au moins une première bague intérieure d'un premier roulement et une deuxième bague intérieure d'un deuxième roulement montées respectivement sur la première portée et sur la deuxième portée, et au moins une came montée sur l'au moins une portée de came, éventuellement au moins un troisième roulement monté sur la troisième portée ou au moins une troisième bague intérieure d'un troisième roulement montée sur la troisième portée et au moins une came montée sur l'au moins une portée de came secondaire, éventuellement au moins une came montée sur l'au moins une portée tertiaire de came.

[0011] L'invention porte encore sur une culasse ou un carter d'arbre d'un moteur à combustion interne, la culasse ou le carter d'arbre comprenant un arbre à cames tel que défini précédemment, un premier alésage de premier diamètre intérieur étant apte à recevoir une première bague extérieure d'un premier roulement, et un deuxième alésage de deuxième diamètre intérieur inférieur ou égal au premier diamètre intérieur étant apte à recevoir une deuxième bague extérieure d'un deuxième roulement, l'au moins une came ayant un rayon maximal inférieur à la moitié du premier diamètre intérieur du premier alésage de la culasse ou du carter d'arbre, éventuellement un troisième alésage de troisième diamètre intérieur inférieur ou égal au deuxième diamètre intérieur étant apte à recevoir une troisième bague extérieure d'un troisième roulement.

[0012] L'invention porte encore sur un moteur à combustion interne comprenant une culasse ou un carter d'arbre tel que défini précédemment et/ou un arbre à cames tel que défini précédemment.

[0013] L'invention porte encore sur un véhicule, notamment un véhicule automobile, comprenant un moteur à combustion interne tel que défini précédemment et/ou une culasse ou un carter d'arbre tel que défini précédemment et/ou un arbre à cames tel que défini précédemment.

[0014] L'invention porte encore sur un procédé d'obtention d'une culasse ou d'un carter d'arbre tel que défini précédemment, le procédé comprenant :

- une étape de fourniture d'un arbre, d'au moins une came, d'un premier roulement, et d'un deuxième roulement et d'une partie de culasse ou d'une partie de carter d'arbre,
- une étape d'obtention de l'arbre à cames par insertion sur l'arbre de l'au moins une came sur l'au moins une portée de came, notamment par frettage ou dudgeonnage, suivie de l'insertion d'un premier roulement et d'un deuxième roulement, notamment par insertion d'une première bague intérieure du premier roulement sur la première portée, notamment par frettage ou dudgeonnage, et par insertion d'une deuxième bague intérieure du deuxième roulement sur la deuxième portée, notamment par frettage ou dudgeonnage,
- une étape de montage de l'arbre à came au sein de la partie de culasse ou de la partie de carter, notamment par insertion d'une première bague extérieure du premier roulement dans un premier alésage simultanément ou sensiblement simultanément avec l'insertion d'une deuxième bague extérieure du deuxième roulement dans le deuxième alésage.

[0015] Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante d'un mode de réalisation d'un arbre à cames et de variantes, faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

[fig.1]

La figure 1 est une vue schématique d'un véhicule automobile selon un mode de réalisation de l'invention.

[fig.2]

La figure 2 est une vue en coupe d'une culasse selon un mode de réalisation de l'invention.

[fig.3]

La figure 3 est une vue d'un arbre selon un mode de réalisation de l'invention.

[fig.4]

La figure 4 est une vue d'un arbre à cames selon un mode de réalisation de l'invention.

[fig.5]

La figure 5 est une vue d'un arbre à cames selon

une première variante du mode de réalisation de l'invention.

[fig.6]

La figure 6 est une vue d'un arbre à cames selon une deuxième variante du mode de réalisation de l'invention.

[0016] Un exemple de véhicule, en particulier un véhicule automobile 1, selon un mode de réalisation de l'invention est illustré schématiquement sur la figure 1. Le véhicule comprend au moins un moteur à combustion interne 2 selon un mode de réalisation de l'invention. Le moteur à combustion interne 2 comprend une culasse 50 selon un mode de réalisation de l'invention. Alternativement, ou en complément, le moteur à combustion interne 2 comprend un carter d'arbre 50' selon un mode de réalisation de l'invention. La culasse 50 ou le carter d'arbre 50' comprend un arbre à cames 10 selon un mode de réalisation de l'invention.

[0017] Plus précisément, la culasse 50 ou le carter d'arbre 50' comprend l'arbre à cames 10 et un premier alésage 51 de premier diamètre intérieur d51. Le premier alésage 51 est de préférence apte à recevoir une première bague extérieure 22 d'un premier roulement 20. La culasse 50 ou le carter d'arbre 50' comprend encore un deuxième alésage 52 de deuxième diamètre intérieur d52. Le deuxième diamètre intérieur d52 est par exemple inférieur ou égal au premier diamètre intérieur d51. Le deuxième alésage 52 est de préférence apte à recevoir une deuxième bague extérieure 32 d'un deuxième roulement 30. La culasse 50 ou le carter d'arbre 50' comprend encore au moins une came 40 agencée sur l'arbre à cames 10. Le rayon maximal R de l'au moins une came 40, illustré en particulier sur la figure 4, est inférieur à la moitié du premier diamètre intérieur d51 du premier alésage 51.

[0018] Avantagusement, comme illustré sur la figure 1, la culasse 50 ou le carter d'arbre 50' comprend encore un troisième alésage 53 de troisième diamètre intérieur d53. De préférence, le troisième diamètre intérieur d53 est inférieur ou égal au deuxième diamètre intérieur d52. Le troisième alésage 53 est de préférence apte à recevoir une troisième bague extérieure 62 d'un troisième roulement 60.

[0019] Le premier roulement 20 peut être à billes ou à rouleaux. Le deuxième roulement 30 peut être à billes ou à rouleaux. Le troisième roulement 60 peut être à billes ou à rouleaux. Bien que seuls des modes de réalisation avec deux ou trois roulements soient décrits par la suite, il peut être utilisé davantage de roulements, à billes ou à rouleaux, par exemple quatre ou cinq voire davantage pour un bloc moteur de quatre cylindres en ligne par exemple. Cela peut par exemple être le cas si des fonctions sont ajoutées, par exemple une pompe haute pression à carburant et/ou une pompe à vide à piston. Par exemple en cas d'efforts axiaux sur l'arbre à cames, au moins un roulement est de type à billes.

[0020] Alternativement, ou en complément, un ou des

roulements à aiguilles peuvent être utilisés. De préférence, de tels roulements à aiguilles ont une bague interne avec un important diamètre, voire un insert, de sorte à rattraper le diamètre utile des aiguilles.

[0021] Comme illustré sur la figure 4, l'arbre à cames 10 comprend une première portée 11 d'un premier diamètre D11. La première portée 11 est destinée à recevoir une première bague intérieure 21 du premier roulement 20. Avantageusement, la première portée 11 est au niveau d'une première extrémité 10E de l'arbre à cames 10. De préférence, cette première extrémité 10E correspond au côté d'entraînement en rotation, ou d'accouplement, de l'arbre à cames 10. L'arbre à cames 10 comprend encore une deuxième portée 12 d'un deuxième diamètre D12. La deuxième portée 12 est destinée à recevoir une deuxième bague intérieure 31 du deuxième roulement 30. De préférence, la deuxième portée 12 est agencée à l'extrémité opposée de la première extrémité 10E de l'arbre à came 10. L'arbre à cames 10 comprend encore au moins une portée de came 13 d'un diamètre de réception D13. La portée de cames 13 est destinée à recevoir au moins une came 40. Avantageusement, la portée de came 13 est agencée entre la première portée 11 et la deuxième portée 12. De préférence, le diamètre de réception D13 est inférieur au premier diamètre D11 ou au deuxième diamètre D12.

[0022] En cas de diamètre de réception D13 inférieur au premier diamètre D11, alors le diamètre de réception D13 est supérieur ou égal ou sensiblement égal au deuxième diamètre D12. Alternativement, en cas de diamètre de réception D13 inférieur au deuxième diamètre D12, alors le diamètre de réception D13 est supérieur ou égal ou sensiblement égal au premier diamètre D11.

[0023] Dans le mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustré sur la figure 4, le diamètre de réception D13 est inférieur au premier diamètre D11. De plus, de préférence, le diamètre de réception D13 est égal ou sensiblement égal au deuxième diamètre D12. Ainsi, comme il sera expliqué par la suite, la came 40 peut être insérée sur la portée 13 avant que la bague intérieure 31 du deuxième roulement 30, ou le deuxième roulement 30 complet, ne soit inséré sur la deuxième portée 12.

[0024] De préférence, l'arbre à cames 10 comprend encore au moins deux portions primaires 14, 14' de diamètres primaires respectifs D14, D14'. Ces portions primaires s'étendent de part et d'autre de la portée de came 13. Les diamètres primaires D14, D14' sont inférieurs au diamètre de réception D13. Avantageusement, les diamètres primaires D14, D14' sont égaux ou sensiblement égaux.

[0025] Bien qu'une seule came 40 soit illustrée sur la figure 4, plusieurs cames 40 insérées sur plusieurs portées de cames 13 peuvent être prévues. Avantageusement, une seule portée de came peut supporter plusieurs cames.

[0026] Comme illustré sur les figures 5 et 6, la première et la deuxième variantes du mode réalisation de l'arbre à cames 10 comprend une troisième portée 17 de troi-

sième diamètre D17. La troisième portée 17 est de préférence destinée à recevoir une troisième bague intérieure 61 du troisième roulement 60. La troisième portée 17 est de préférence du côté de l'extrémité opposée à la première extrémité 10E de l'arbre à cames 10. Selon ces variantes, l'arbre à cames 10 comprend au moins une portée secondaire de came 15 de diamètre de réception secondaire D15. De préférence, le troisième diamètre D17 est inférieur au deuxième diamètre D12. La ou les portées secondaires de came 15 sont agencées entre les deuxième et troisième portées 12, 17. De préférence, le diamètre de réception secondaire D15 est inférieur au deuxième diamètre D12. De préférence encore, le diamètre de réception secondaire D15 est supérieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre D17.

[0027] Dans la première variante du mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustrée sur la figure 5, le diamètre de réception secondaire D15 est inférieur au deuxième diamètre D12. De plus, de préférence, le diamètre de réception secondaire D15 est égal ou sensiblement égal au troisième diamètre D17.

[0028] Dans les première et deuxième variantes du mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustrées respectivement sur les figures 5 et 6, l'arbre à cames 10 comprend quatre cames 40 insérées sur quatre portées de came 13 entre la première portée 11 et la deuxième portée 12. Moins de cames 40 et portées de cames 13, ou davantage de cames 40 et portées de cames 13, peuvent convenir également. Là encore, avantageusement, une seule portée de came peut supporter plusieurs cames.

[0029] Dans la première variante du mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustrée sur la figure 5, l'arbre à cames 10 comprend quatre cames 41 insérées sur quatre portées de came 15 entre la deuxième portée 12 et la troisième portée 17. Moins de cames 41 et portées de cames 15, ou davantage de cames 41 et portées de cames 15, peuvent convenir également. Là encore, avantageusement, une seule portée de came peut supporter plusieurs cames.

[0030] Dans la deuxième variante du mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustrée sur la figure 6, l'arbre à cames 10 comprend trois cames 41 insérées sur trois portées de came 15 entre la deuxième portée 12 et la troisième portée 17. Moins de cames 41 et portées de cames 15, ou davantage de cames 41 et portées de cames 15, peuvent convenir également. Là encore, avantageusement, une seule portée de came peut supporter plusieurs cames.

[0031] Dans la deuxième variante du mode de réalisation illustrée sur la figure 6, l'arbre à cames 10 comprend une portée tertiaire de came 18 de diamètre tertiaire D18. La portée tertiaire 18 est agencée en porte-à-faux au niveau de l'extrémité opposée à la première extrémité 10E de l'arbre à cames. En d'autres termes, la portée tertiaire 18 se situe en dehors de l'espace entre la deuxième portée 12 et la troisième portée 17, c'est-à-dire derrière la troisième portée 17 vers l'extrémité opposée à

l'extrémité 10E. Le diamètre tertiaire D18 est de préférence inférieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre D17. Avantageusement, le diamètre tertiaire D18 est égal ou sensiblement égal au troisième diamètre D17 de sorte à faciliter l'usinage de l'arbre 100. Avantageusement encore, le diamètre tertiaire D18, le troisième diamètre D17 et le diamètre de réception secondaire D15 sont égaux ou sensiblement égaux, en particulier pour faciliter les étapes d'usinage de l'arbre 100 et en abaisser les coûts.

[0032] Dans les première et deuxième variantes du mode de réalisation d'arbre à cames 10 illustrées respectivement sur les figures 5 et 6, l'arbre à cames 10 comprend de préférence des portions secondaires 16 de diamètre secondaire D16. Les portions secondaires 16 sont agencées de part et d'autre de la ou des portées secondaires de came 15. Le diamètre secondaire D16 est de préférence inférieur au diamètre de réception secondaire D15 de sorte à faciliter l'insertion d'au moins une came 41 sur la portée secondaire 15. Evidemment des portions primaires 14 ou 14', de diamètre primaire D14, D14', peuvent être agencées de part et d'autres de la ou des portées de came 13 entre la première portée 11 et la deuxième portée 12.

[0033] Alternativement, ou en complément, une même portée de came peut être dimensionnée pour recevoir au moins une came et au moins une portée pour une bague intérieure d'un roulement et/ou comprendre au moins une portion primaire ou secondaire. Ainsi le troisième diamètre D17 peut par exemple être égal ou sensiblement égal au diamètre secondaire D16, lui-même étant par exemple égal ou sensiblement égal au diamètre de réception secondaire D15.

[0034] En résumé, l'arbre à cames 10 selon la deuxième variante comprend le premier roulement 20 et le deuxième roulement 30 montés respectivement sur la première portée 11 et sur la deuxième portée 12. Alternativement, selon le type de roulement, par exemple un roulement à rouleaux conique et/ou à aiguilles, seules la première bague intérieure 21 du premier roulement 20 et la deuxième bague intérieure 31 du deuxième roulement 30 sont montées respectivement sur la première portée 11 et sur la deuxième portée 12. Une ou plusieurs came 40 sont montées sur la ou les portées de came 13. L'arbre à came 10 selon la deuxième variante comprend encore le troisième roulement 60 monté sur la troisième portée 17. Alternativement, selon le type de roulement par exemple, seule la troisième bague intérieure 61 du troisième roulement 60 est montée sur la troisième portée 17. Une ou plusieurs cames 41 sont montées sur la ou les portées de came secondaire 15. L'arbre à came 10 selon la deuxième variante comprend encore au moins une came 42 montée sur la portée tertiaire de came 18.

[0035] En ce qui concerne les première et deuxième variantes, de préférence le diamètre d51 du premier alésage 51 est supérieur ou égal au diamètre d52 du deuxième alésage 52. Le diamètre d52 du deuxième alésage

52 est alors de préférence supérieur ou égal au diamètre d53 du troisième alésage 53. Le diamètre extérieur de la première bague extérieure 22 du premier roulement 20 est alors de préférence supérieur au diamètre extérieur de la deuxième bague extérieure 32 du deuxième roulement 30. Le diamètre extérieur de la deuxième bague extérieure 32 du deuxième roulement 30 est alors de préférence supérieur au diamètre extérieur de la troisième bague extérieure 62 du troisième roulement 60.

[0036] Le rayon maximum R de la ou de chaque came 40 est alors inférieur au premier diamètre d51 divisé par deux. Le rayon maximum de la ou de chaque came 41 est alors inférieur au deuxième diamètre d52 divisé par deux. Le rayon maximum de la ou de chaque came 42 de la deuxième variante est alors inférieur au troisième diamètre d53 divisé par deux.

[0037] Par exemple, le diamètre nominal hors tolérances D11 de la première portée 11 est de 28 mm. Par exemple, les diamètres nominaux hors tolérances D12, D13, D14, D14', D15, D16, D17, D18 sont de l'ordre de 23 mm.

[0038] Un mode d'exécution d'un procédé d'obtention de la culasse 50 ou du carter d'arbre 50' est décrit ci-après.

[0039] Ce mode d'exécution comprend une étape de fourniture d'un arbre 100 illustré sur la figure 3, d'au moins une came 40, du premier roulement 20, et du deuxième roulement 30 ainsi que d'une partie de culasse 55 ou d'une partie de carter d'arbre 55' comme illustrée sur la figure 2.

[0040] Ensuite, on passe à une étape d'obtention de l'arbre à cames 10 par insertion sur l'arbre 100 de l'au moins une came 40 sur l'au moins une portée de came 13. Cette étape est de préférence réalisée par frettage ou dudgeonnage. Ensuite, on passe à l'insertion du premier roulement 20 et du deuxième roulement 30, par exemple par insertion de la première bague intérieure 21 du premier roulement 20 sur la première portée 11, par exemple par frettage ou dudgeonnage, et par insertion de la deuxième bague intérieure 31 du deuxième roulement 30 sur la deuxième portée 12, par exemple par frettage ou dudgeonnage.

[0041] Ensuite, on passe à une étape de montage de l'arbre à came 10 au sein de la partie de culasse 55 ou de la partie de carter 55'. Ce montage se fait de préférence par insertion de la première bague extérieure 22 du premier roulement 20 dans le premier alésage 51 simultanément ou sensiblement simultanément avec l'insertion de la deuxième bague extérieure 32 du deuxième roulement 30 dans le deuxième alésage 52.

[0042] Le mode d'exécution du procédé d'obtention de la culasse 50 ou du carter d'arbre 50' selon la première variante illustrée sur la figure 5 comprend en outre une étape de fourniture d'un troisième roulement 60 et d'une ou plusieurs cames 41 et d'un arbre 100 adapté, c'est-à-dire doté de portées secondaires 15. L'étape d'obtention de l'arbre à cames comprend alors une étape d'insertion de la ou des cames 41 sur la ou les portées se-

condaires 15 par exemple par frettage ou dudgeonnage, et une étape d'insertion du troisième roulement 60, par exemple par insertion de la troisième bague intérieure 61 du troisième roulement 60 sur la troisième portée 17, par exemple par frettage ou dudgeonnage.

[0043] Ensuite, on passe à une étape de montage de l'arbre à came 10 au sein de la partie de culasse 55 ou de la partie de carter 55' adaptée aux première et deuxième variantes, c'est-à-dire dotée d'un troisième alésage 53. Ce montage se fait de préférence par insertion de la première bague extérieure 22 du premier roulement 20 dans le premier alésage 51 simultanément, ou sensiblement simultanément, avec l'insertion de la deuxième bague extérieure 32 du deuxième roulement 30 dans le deuxième alésage 52 simultanément, ou sensiblement simultanément, avec l'insertion de la troisième bague extérieure 62 du troisième roulement 60 dans le troisième alésage 53.

[0044] Le mode d'exécution du procédé d'obtention de la culasse 50 ou du carter d'arbre 50' selon la deuxième variante illustrée sur la figure 6 comprend en outre une étape de fourniture d'un troisième roulement 60 et d'une ou plusieurs cames 41, 42 et d'un arbre 100 adapté c'est-à-dire doté de portées secondaires 15 et d'au moins une portée tertiaire 18. L'étape d'obtention de l'arbre à cames comprend alors une étape d'insertion de la ou des cames 41 sur la ou les portées secondaires 15 par exemple par frettage ou dudgeonnage, et une étape d'insertion du troisième roulement 60, par exemple par insertion de la troisième bague intérieure 61 du troisième roulement 60 sur la troisième portée 17, par exemple par frettage ou dudgeonnage. Ensuite, on passe à une étape d'insertion d'au moins une came 42 sur l'au moins une portée tertiaire 18, par exemple par frettage ou dudgeonnage.

[0045] A noter que le frettage peut être réalisé soit à chaud, soit à froid. On peut procéder à un emmanchement avec effort (tempéré / chauffé / refroidit).

[0046] Dans les exemples des première et deuxième variantes à trois roulements, les choix des différents diamètres, en particuliers les diamètres extérieurs des bagues extérieures 22, 32, 62 des roulements et par conséquent les diamètres correspondant d51, d52, d53 des alésages 51, 52, 53, ont de préférence des diamètres nominaux respectifs décroissants ou croissants. Par exemple, les roulements 20, 30, 60 et les alésages d51, d52, d53 correspondant ont des diamètres nominaux hors tolérances respectifs de 48 mm, 42 mm et 37 mm. Toutefois, deux diamètres, voire les trois diamètres, peuvent être égaux ou sensiblement égaux. Ainsi, par exemple les roulements 20, 30, 60 et les alésages d51, d52, d53 correspondant ont des diamètres nominaux hors tolérances de 48 mm, 42 mm et 42 mm. Ainsi, l'arbre à cames 10 et la partie de culasse ou la partie de carter d'arbre sont par exemple « étagés ».

[0047] L'arbre à cames peut alors être monté en « mode tunnel » dans la partie de culasse 55 ou la partie de carter d'arbre 55'. Par montage en mode tunnel, on entend par exemple que l'arbre à cames d'axe A soit

déplacé en translation suivant cet axe A, c'est-à-dire perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à l'axe ou aux axes du ou des cylindres du moteur, pour son insertion dans la partie de culasse. Par exemple, grâce à ce montage en mode tunnel, la partie de culasse 55 ou la partie de carter d'arbre 55' peut être débouchante que du côté de l'extrémité 10E de l'arbre à came une fois montée.

[0048] En outre, grâce aux choix des diamètres roulements en fonction des rayons R maximums des cames 40, 41, 42, les cames n'interfèrent pas lors de cette insertion en mode tunnel. Dans ce type de montage, il n'y a pas d'éléments comme des chapeaux à fixer au niveau des paliers ce qui facilite l'assemblage. La culasse ou le carter d'arbre se trouve alors dispensé de chapeau de palier, et par conséquent de vis de chapeaux de palier, ce qui représente un gain en terme d'encombrement. Ainsi le haut moteur du moteur à combustion interne est davantage compact.

[0049] L'absence de paliers, de coussinets, de vis de palier abaisse le nombre de pièces et d'usinages pour assurer la liaison pivot de l'arbre à cames et représente une économie.

[0050] La liaison pivot de l'arbre à came dans la culasse ou le carter étant assurée par des roulements, à billes ou à rouleaux, il en résulte une baisse ou réduction du frottement par rapport à des paliers traditionnels exempts de roulements. Une telle baisse de frottement offre un meilleur rendement au moteur à combustion interne ainsi équipé. Il en découle une baisse de la consommation de carburant et une émission de CO₂ moindre. Le procédé de montage de l'arbre à came dans la culasse ou le carter s'en trouve simplifié, ce qui représente en outre un gain de temps.

[0051] A noter que l'arrêt axial de l'arbre à cames est par exemple obtenu par l'intermédiaire du premier roulement à billes 20, par exemple au niveau de sa bague intérieure 21. Une butée est par exemple au contact de la bague intérieure 21 pour créer un arrêt axial dans le sens opposé au sens d'insertion de l'arbre à cames. Une autre butée, par exemple de type jonc, anneau élastique, rondelle de retenue ou entretoise, assure un arrêt axial dans le sens de l'insertion de l'arbre à came dans la culasse.

[0052] En remarque, la solution atteint donc l'objet recherché de réduire le volume d'un haut moteur doté d'un arbre à cames et facilite le montage de l'arbre à cames ce qui est particulièrement intéressant pour un moteur à combustion interne, en particulier pour un véhicule automobile, et présente les avantages suivants :

- Elle est facile à mettre en œuvre et peu onéreuse,
- Elle peut être mise en œuvre pour d'autres véhicules.

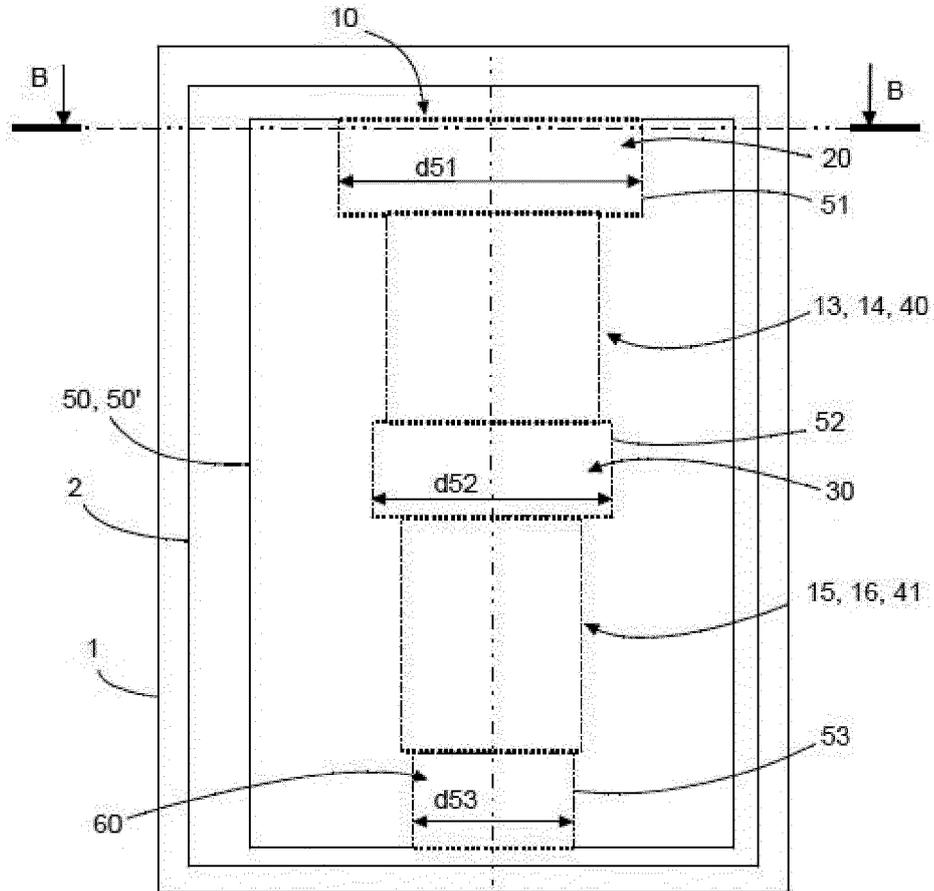
Revendications

1. Arbre à cames (10) pour moteur à combustion interne (2), **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (10) comprend :
- une première portée (11) d'un premier diamètre (D11) pour recevoir une première bague intérieure (21) d'un premier roulement (20), la première portée (11) étant au niveau d'une première extrémité (10E) de l'arbre à cames (10),
 - une deuxième portée (12) d'un deuxième diamètre (D12) pour recevoir une deuxième bague intérieure (31) d'un deuxième roulement (30), notamment une deuxième portée (12) au niveau d'une extrémité opposée à la première extrémité (10E), et
 - au moins une portée de came (13) d'un diamètre de réception (D13) pour recevoir au moins une came (40),
l'au moins une portée de came (13) étant agencée entre les première et deuxième portées (11, 12), le diamètre de réception (D13) étant inférieur au premier diamètre (D11) ou au deuxième diamètre (D12).
2. Arbre à cames (10) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le diamètre de réception (D13) est inférieur au premier diamètre (D11) et le diamètre de réception (D13) est supérieur ou égal ou sensiblement égal au deuxième diamètre (D12), ou **en ce que** le diamètre de réception (D13) est inférieur au deuxième diamètre (D12) et le diamètre de réception (D13) est supérieur ou égal ou sensiblement égal au premier diamètre (D11).
3. Arbre à cames (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend :
- au moins deux portions primaires (14, 14') de diamètres primaires (D14, D14') s'étendant de part et d'autre de l'au moins une portée de came (13),
les diamètres primaires (D14, D14') étant inférieurs au diamètre de réception (D13), notamment les diamètres primaires (D14, D14') sont égaux ou sensiblement égaux.
4. Arbre à cames (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (10) comprend :
- une troisième portée (17) de troisième diamètre (D17) pour recevoir une troisième bague intérieure (61) d'un troisième roulement (60), la troisième portée (17) étant au niveau de l'extrémité opposée à la première extrémité (10E) de l'arbre à cames (10),
- au moins une portée secondaire de came (15) de diamètre de réception secondaire (D15), le troisième diamètre (D17) étant inférieur au deuxième diamètre (D12) et l'au moins une portée secondaire de came (15) étant agencée entre les deuxième et troisième portées (12, 17), le diamètre de réception secondaire (D15) étant inférieur au deuxième diamètre (D12), notamment le diamètre de réception secondaire (D15) étant supérieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre (D17).
5. Arbre à cames (10) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (10) comprend des portions secondaires (16) de diamètre secondaire (D16) de part et d'autre de l'au moins une portée secondaire de came (15), le diamètre secondaire (D16) étant inférieur au diamètre de réception secondaire (D15).
6. Arbre à cames (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (10) comprend au moins une portée tertiaire de came (18) de diamètre tertiaire (D18) agencée en porte-à-faux au niveau de l'extrémité opposée à la première extrémité (10E) de l'arbre à cames (10), notamment une portée tertiaire de came (18) de diamètre tertiaire (D18) inférieur ou égal ou sensiblement égal au troisième diamètre (D17).
7. Arbre à cames (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (10) comprend :
- au moins un premier roulement (20) et un deuxième roulement (30) montés respectivement sur la première portée (11) et sur la deuxième portée (12), ou au moins une première bague intérieure (21) d'un premier roulement (20) et une deuxième bague intérieure (31) d'un deuxième roulement (30) montées respectivement sur la première portée (11) et sur la deuxième portée (12), et
 - au moins une came (40) montée sur l'au moins une portée de came (13), éventuellement au moins un troisième roulement (60) monté sur la troisième portée (17) ou au moins une troisième bague intérieure (61) d'un troisième roulement (60) montée sur la troisième portée (17) et au moins une came (41) montée sur l'au moins une portée de came secondaire (15), éventuellement au moins une came (42) montée sur l'au moins une portée tertiaire de came (18).
8. Culasse (50) ou carter d'arbre (50') d'un moteur à combustion interne (2), **caractérisé en ce que** la culasse (50) ou le carter d'arbre (50') comprend :

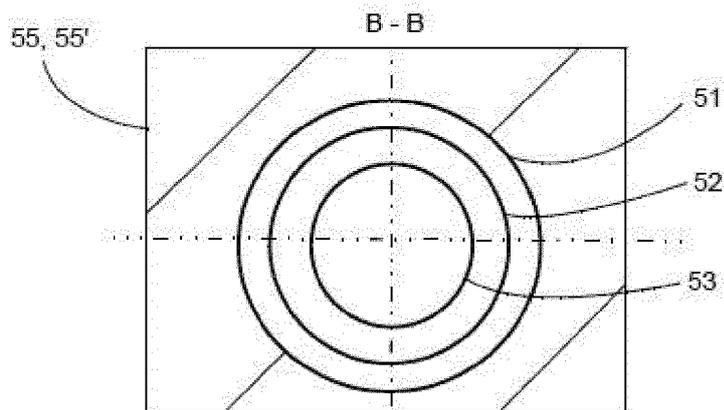
- un arbre à cames (10) selon l'une des revendications précédentes, un premier alésage (51) de premier diamètre intérieur (d51) étant apte à recevoir une première bague extérieure (22) d'un premier roulement (20), et 5
- un deuxième alésage (52) de deuxième diamètre intérieur (d52) inférieur ou égal au premier diamètre intérieur (d51) étant apte à recevoir une deuxième bague extérieure (32) d'un deuxième roulement (30), 10
- l'au moins une came (40, 41, 42) ayant un rayon maximal (R) inférieur à la moitié du premier diamètre intérieur (d51) du premier alésage (51) de la culasse (50) ou du carter d'arbre (50'), 15
- éventuellement un troisième alésage (53) de troisième diamètre intérieur (d53) inférieur ou égal au deuxième diamètre intérieur (d52) apte à recevoir une troisième bague extérieure (62) d'un troisième roulement (60). 20
9. Moteur à combustion interne (2), **caractérisé en ce qu'il** comprend une culasse (50) ou un carter d'arbre (50') selon la revendication précédente et/ou un arbre à cames (10) selon l'une des revendications 1 à 7. 25
10. Véhicule, notamment véhicule automobile (1), **caractérisé en ce qu'il** comprend un moteur à combustion interne (2) selon la revendication précédente et/ou une culasse (50) ou un carter d'arbre (50') selon la revendication 8 et/ou un arbre à cames (10) selon l'une des revendications 1 à 7. 30
11. Procédé d'obtention d'une culasse (50) ou d'un carter d'arbre (50') selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend : 35
- une étape de fourniture d'un arbre (100), d'au moins une came (40), d'un premier roulement (20), et d'un deuxième roulement (30) et d'une partie de culasse (55) ou d'une partie de carter d'arbre (55'), 40
- une étape d'obtention de l'arbre à cames (10) par insertion sur l'arbre (100) de l'au moins une came (40) sur l'au moins une portée de came (13), notamment par frettage ou dudgeonnage, suivie de l'insertion d'un premier roulement (20) et d'un deuxième roulement (30), notamment par insertion d'une première bague intérieure (21) du premier roulement (20) sur la première portée (11), notamment par frettage ou dudgeonnage, et par insertion d'une deuxième bague intérieure (31) du deuxième roulement (30) sur la deuxième portée (12), notamment par frettage ou dudgeonnage, 45
- une étape de montage de l'arbre à came (10) au sein de la partie de culasse (55) ou de la partie de carter (55'), notamment par insertion 50

d'une première bague extérieure (22) du premier roulement (20) dans un premier alésage (51) simultanément ou sensiblement simultanément avec l'insertion d'une deuxième bague extérieure (32) du deuxième roulement (30) dans le deuxième alésage (52).

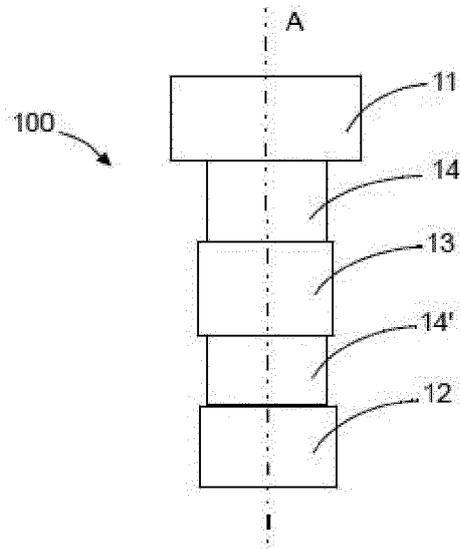
[Fig. 1]



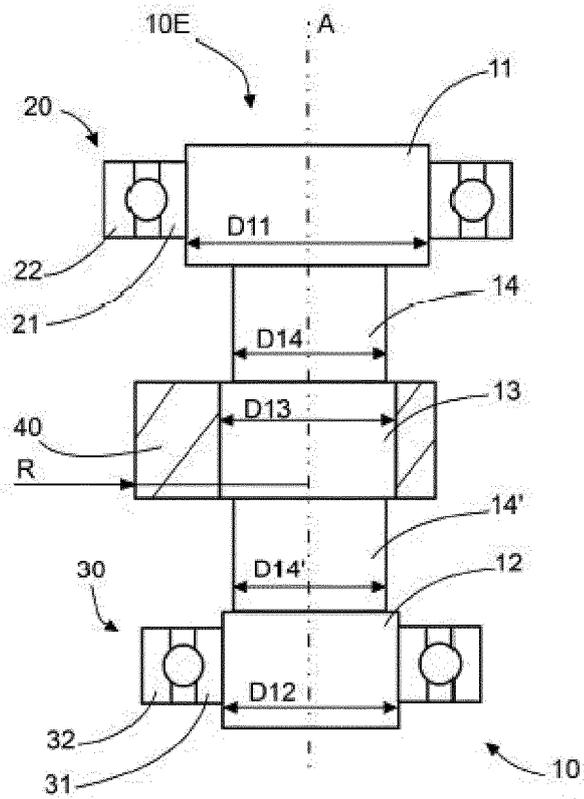
[Fig. 2]



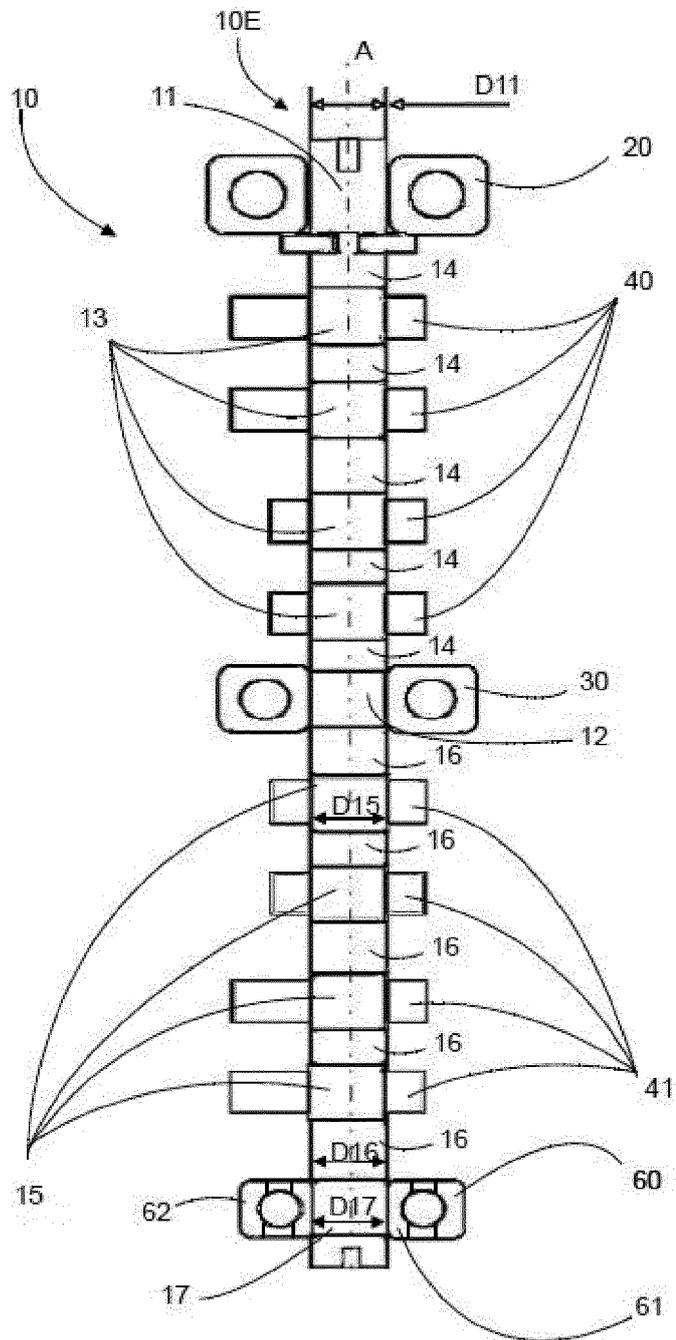
[Fig. 3]



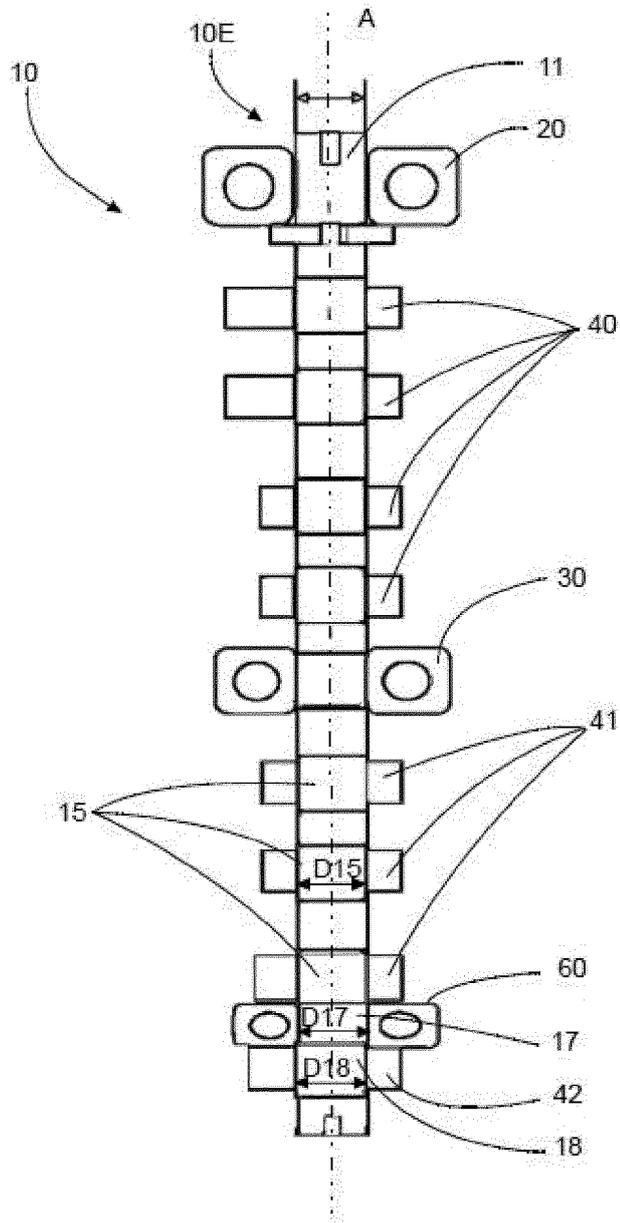
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 19 21 3925

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 9 574 464 B2 (MAHLE INT GMBH [DE]) 21 février 2017 (2017-02-21) * revendications; figure 5 * -----	1,2,7-11	INV. F01L1/047
A	CN 206 346 789 U (GUANGZHOU JITINGXING MOTORCYCLE CO LTD) 21 juillet 2017 (2017-07-21) * abrégé; figures * -----	1-11	
A	US 2015/308299 A1 (DAUTEL FRANK [DE] ET AL) 29 octobre 2015 (2015-10-29) * le document en entier * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 26 mars 2020	Examineur Klinger, Thierry
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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04/C02)

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

EP 19 21 3925

5 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.

26-03-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 9574464 B2	21-02-2017	DE 102012217456 A1	27-03-2014
		EP 2713018 A1	02-04-2014
		JP 6198546 B2	20-09-2017
		JP 2014066246 A	17-04-2014
		US 2014083382 A1	27-03-2014

CN 206346789 U	21-07-2017	AUCUN	

US 2015308299 A1	29-10-2015	CN 104121053 A	29-10-2014
		DE 102013207573 A1	30-10-2014
		JP 6335611 B2	30-05-2018
		JP 2014214749 A	17-11-2014
		US 2015308299 A1	29-10-2015

EPO FORM P0460

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