

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 décembre 2012 (27.12.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2012/176037 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
*F02B 75/04* (2006.01) *F16D 3/10* (2006.01)  
*F02B 75/22* (2006.01) *F16C 33/66* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/IB2012/001193

(22) Date de dépôt international :  
15 juin 2012 (15.06.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
91831 24 juin 2011 (24.06.2011) LU

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : VAN AVERMAETE, Gilbert [BE/LU]; Rue  
de Zouffigen 2A, L-3333 Hellange (LU).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avec revendications modifiées (art. 19.1))

(54) Title : INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A VARIABLE TRANSMISSION

(54) Titre : MOTEUR A COMBUSTION INTERNE AVEC TRANSMISSION A CALAGE VARIABLE

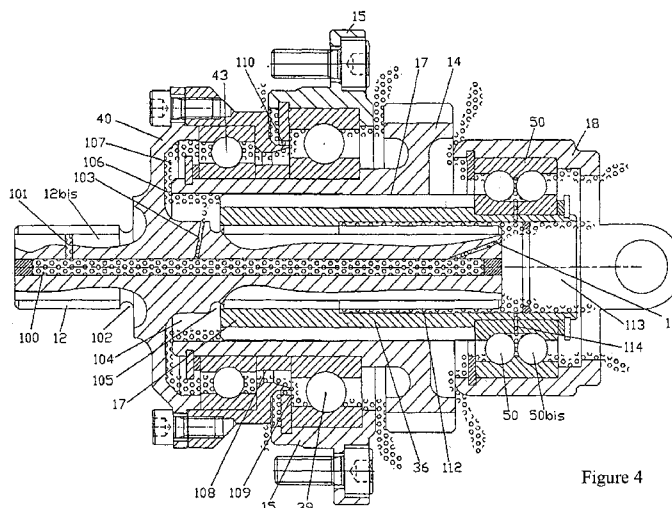


Figure 4

(57) Abstract : The invention relates to an internal combustion engine including a cylinder casing part (1) having a first series of cylinders (2) and a second series of cylinders (3), pistons (6, 8), two lines of crankshafts capable of being coupled together, at a single speed of rotation, via a gear train (14, 16) and a variable transmission (10), characterised in that the variable transmission (10) comprises a system of channels and/or passages connected directly and/or indirectly to the inner channel of the coupling shaft in order to convey lubricant to the inner race (50) extending between the attachment part (18) and the sliding tube (17), as well as in one or more channels extending between the coupling shaft (12) and a portion of the sliding tube (17).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/176037 A1



---

Moteur à combustion interne comprenant une pièce carter cylindre (1) présentant une première série de cylindres (2) et une deuxième série de cylindres (3), des pistons (6,8), deux lignes d'arbres vilebrequins adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et une transmission à calage variable (10), caractérisé en ce que la transmission à calage variable (10) comporte un système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement (12) et une partie du tube coulissant (17).

Moteur à combustion interne avec transmission à calage variable

L'invention a pour objet un moteur à combustion interne du type décrit dans le document WO2007/082355.

5

Par le document WO2007/082355, on connaît un aménagement de la transmission à calage variable d'un moteur à rapport volumétrique variable pour perfectionner le dispositif de commande de l'angle de phase entre un premier et deuxième vilebrequins. Ce moyen est défini par une nouvelle forme d'espacement entre les  
10 deux vilebrequins, de manière à engendrer le débordement de l'accouplement de la transmission à calage variable à côté du volant du moteur. La commande de la transmission à calage variable est pourvue d'un vérin de pilotage en prise directe pour contrôler l'angle de phase entre le vilebrequin à petite course et le vilebrequin à grande course. Des moyens sont prévus pour permettre la réduction, voir de  
15 préférence la suppression des transferts d'efforts de couple moteur non régularisés par le petit vilebrequin sur la ligne d'arbre du grand vilebrequin. D'autres moyens sont aussi prévus dans le carter cylindre par une nouvelle disposition des deux cylindres groupés permettant de constituer à leur point mort haut une chambre de combustion commune à ces deux cylindres. Egalement, cette nouvelle disposition  
20 des deux cylindres groupés dans le carter cylindre autorise le désencombrement des deux attelages des deux vilebrequins, ce moyen permettant la standardisation de l'entraxe tête pied de bielle sur l'attelage du grand vilebrequin.

Ce document décrit une combinaison nouvelle d'un moteur à chambre de combustion  
25 à volume variable à quatre temps. Le moteur comprend avantageusement une chaîne cinématique où les arbres des deux vilebrequins sont accouplés à même vitesse de rotation au moyen de la transmission à calage variable. La course de décalage angulaire entre les deux vilebrequins réalisée entre le début et la fin de course de la transmission à calage variable est agencée par un rapport approprié entre les deux  
30 cylindrées des deux cylindres groupés et entre le volume de ces derniers et l'espace

mort, ce qui permet de moduler le rapport volumétrique du moteur par le déplacement linéaire du piston du petit cylindre par rapport aux phases du moteur.

Par définition, le principe de la suralimentation des moteurs à pistons est d'augmenter les masses d'air sans augmenter la cylindrée. Il en résulte pour les moteurs à taux de

5 compression fixe une augmentation de la pression de combustion et une plus grande puissance volumétrique (puissance par litre de cylindrée). Cependant, quand la pression de suralimentation est augmentée, les contraintes d'efforts mécaniques et thermiques s'accroissent sur les organes du moteur. Cet inconvénient majeur provient du fait que le rapport volumétrique, engendré par la chambre de combustion et la  
10 course du piston, est non modifiable, ne pouvant s'adapter aux variations de pressions et températures de l'air d'admission et des vitesses et températures du moteur.

Dès lors, les motoristes respectent certaines règles de conception en déterminant, d'une part, une limite à l'amplitude des variations de pressions à l'admission, et d'autre part, en réalisant un rapport de compression moyen entre la pression  
15 d'aspiration atmosphérique et la pression de suralimentation. Comme la détermination du rapport de compression moyen est un compromis conciliant au mieux les différents régimes du moteur, le régime d'aspiration atmosphérique est situé à de trop basses pressions et températures, et le régime de pressions de suralimentation est situé à de trop hautes pressions et températures

20

L'invention a pour objet un moteur à combustion interne du type décrit dans le document WO2007/082355, à savoir un moteur à quatre temps comprenant au moins une phase d'aspiration, une phase de compression, une phase de détente et une phase d'échappement, ledit moteur fonctionnant par autoinflammation ou par allumage  
25 commandé comprenant:

- une pièce carter cylindre présentant une première série de cylindres (2) présentant chacun un axe et un diamètre et une deuxième série de cylindres (3) présentant chacun un axe et un diamètre, les cylindres (2) de la première série présentant une cylindrée et un diamètre plus grands que la cylindrée et le diamètre  
30 des cylindres (3) de la deuxième série, - des pistons (6,8), chaque piston étant adapté

pour être animé d'un mouvement alternatif dans un cylindre et étant associé à une bielle,

- deux lignes d'arbres vilebrequins présentant des axes de rotation parallèles entre eux, une première ligne (4) présentant une manivelle avec une grande course, tandis que la deuxième ligne (5) présente une manivelle avec une petite course inférieure à la grande course de la manivelle de la première ligne d'arbre vilebrequin, lesdits arbres vilebrequins (4,5) étant adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et d'une transmission à calage variable (10);

10 dans lequel chaque piston étant associé à une bielle (7,9) est opéré avec une manivelle d'un vilebrequin, la manivelle de petite course de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5) opérant la bielle (9) du piston (8) se déplaçant dans le petit cylindre (3), tandis que la manivelle de grande course de la première ligne d'arbre vilebrequin (4) opère la bielle (7) du piston (6) se déplaçant dans le grand cylindre (2),

15 dans lequel la première série de cylindres (2) est disposée au-dessus de la première ligne d'arbre vilebrequin (4), tandis que la deuxième série de cylindres (3) est disposée au-dessus de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5), et

20 dans lequel chaque cylindre (2) de la première série communique avec au moins un cylindre (3) de la deuxième série via un espace mort de manière à former un

groupe de deux cylindres (2,3) communiquant entre eux pour permettre aux gaz de passer d'un cylindre à l'autre indépendamment de la position des pistons (6,8) se déplaçant dans lesdits cylindres (2,3).

Dans le moteur selon ce document, la pièce carter cylindre présente avantageusement une face le long de laquelle les cylindres sont ouverts avantageusement le long de la face du plan de joint de culasse, des canaux et passages étant formés dans la face du carter cylindre faisant face au plan de joint de la culasse pour former au moins un passage ou canal distinct pour chaque groupe de cylindre, un canal ou passage d'un groupe s'étendant entre un cylindre de la première série et un cylindre de la deuxième série, ledit canal présentant une largeur moyenne et/ou minimale (déterminée dans le

25

30

plan de joint de culasse) comprise entre 0,25 et 2 fois, avantageusement entre 0,3 et 1 fois, de préférence entre 0,5 et 0,8 fois la moyenne des diamètres des cylindres reliés par le canal ou passage considéré.

- 5 La figure 4 de ce document représente une vue en plan du carter cylindre de la figure 3. On peut voir en perspective les 4 groupes de deux cylindres (2,3). Le crevé partiel permet de voir la transmission à calage variable (10) ainsi que les engrenages (14,16) des deux vilebrequins (4,5) sans les deux engrenages de liaison intermédiaires (non représentés). Les pistons (6,8) sont positionnés en phase d'échappement pour  
10 représenter les intervalles entre les deux attelages des vilebrequins (4,5) et les parois latérales du carter cylindre (1). On peut réaliser le dégagement entre la transmission à calage variable (10) et le volant du moteur (26) en fonction de l'ouverture angulaire des deux cylindres groupés (2,3) axés en forme de V inversé asymétrique située à 24 degrés. Les axes des cylindres (2,3) ne sont pas perpendiculaires au plan de joint de  
15 culasse. Par rapport à une droite perpendiculaire au plan de joint de culasse, l'axe du grand cylindre (2) est avantageusement moins incliné que l'axe du petit cylindre (3). La figure 5 représente une vue en coupe parallèle à l'axe de la transmission à calage variable. On peut voir sur l'extrémité de l'arbre (12) les cannelures externes de la transmission à calage variable.
- 20 La figure 6 de ce document représente une vue en coupe partielle de la transmission à calage variable dont l'arbre d'accouplement (12) est intégré à l'arbre du vilebrequin à petite course (5).

La figure 7 de ce document est une vue en coupe et en perspective de la transmission à calage variable intégrée à l'arbre du vilebrequin à petite course où l'on peut  
25 distinguer les canaux de lubrification.

La transmission à calage variable (10) selon ce document (voir figures 1 à 3 ci-jointes, qui correspondent aux figures 5 à 7 du document WO2007/082355) est formée de trois éléments concentriques superposés: le premier élément est constitué  
30 par l'arbre de transmission (35) situé dans la partie interne, le deuxième élément est

constitué par le manchon (36) de l'engrenage (14) situé dans la partie externe et le troisième élément est constitué par le tube coulissant (17) situé dans la partie intermédiaire entre les deux autres éléments précités. Le dit manchon (36) est maintenu dans un palier applique (15) au moyen d'un roulement (39) à une rangée appropriée entre le palier applique (15) et le manchon (36). Le dit palier applique (15) est fixé au carter cylindre (1) de manière que la transmission à calage variable (10) puisse constituer un ensemble séparé de l'arbre (13) du vilebrequin à petite course (5). A cet effet, le vilebrequin à petite course (5) et la transmission à calage variable (10) sont réalisés en liaison avec leur arbre respectif (12) et (13). La transmission à calage variable (10) est dotée d'un palier applique (15) qui se fixe par centrage dans un orifice prévu dans le carter cylindre (1). Les cannelures droites internes de l'arbre (12) situées dans le tourillon du palier (20) sont appariées avec les cannelures droites externes de l'arbre (13), afin de présenter les qualités de rigidité suffisantes de l'axe de la transmission à calage variable et un encombrement réduit de l'accouplement entre les deux arbres (12,13) ; cette disposition permettant le démontage de la transmission à calage variable hors du bloc moteur (1) sans devoir procéder au démontage du vilebrequin à petite course (5).

On a remarqué maintenant que le fonctionnement de la transmission à calage variable de ce document peut être amélioré, avec moins de frottement, en particulier pendant de longues périodes de temps, permettant ainsi un contrôle optimal du taux de compression désiré en fonction par exemple du vérin de commande.

L'invention a donc pour objet un moteur à combustion interne à quatre temps comprenant au moins une phase d'aspiration, une phase de compression, une phase de détente et une phase d'échappement, ledit moteur fonctionnant par auto-inflammation ou par allumage commandé. Ce moteur du type décrit dans le document WO2007/082355 est caractérisé en ce que la transmission à calage variable (10) comporte un système de canaux et/ou de passages reliés directement

et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement et une partie du tube coulissant.

5 Des particularités de ce moteur sont données dans les revendications attachées au présent mémoire.

L'invention a également pour objet un engin ou appareil ou machine comportant au moins un moteur suivant l'invention, et encore une transmission à calage variable tel que définie dans l'une quelconque des revendications.

10

Des détails et particularités de l'invention ressortiront de la description suivante, dans laquelle il est fait références aux dessins ci-annexés.

Dans ces dessins,

15 - les figures 1 à 3 correspondent aux figures 5 à 7 du document WO2007/082355, et

- la figure 4 est une vue en coupe transversale d'une transmission à calage variable selon l'invention destinée à être montée sur un moteur du type décrit dans le document WO2007/082355.

20

Le contenu de la demande WO2007/082355 est incorporé ici par référence, en particulier en ce qui concerne les pièces constitutives d'un moteur. Les signes de référence utilisés dans le présent mémoire correspondent à ceux utilisés dans le document WO2007/082355, pour représenter des éléments ou pièces similaires ou  
25 identiques. Certaines pièces ou éléments du moteur de l'invention ne seront pas représentées dans les dessins du présent mémoire, car représentées à titre d'exemple de réalisation dans une ou des figures du document WO2007/082355.

Le moteur à combustion interne à quatre temps selon l'invention comprend au moins  
30 une phase d'aspiration, une phase de compression, une phase de détente et une phase

d'échappement, ledit moteur fonctionnant par auto-inflammation ou par allumage commandé comprenant :

- une pièce carter cylindre (1) présentant une première série de cylindres (2) présentant chacun un axe et un diamètre et une deuxième série de cylindres (3) présentant chacun un axe et un diamètre, les cylindres (2) de la première série présentant une cylindrée et un diamètre plus grands que la cylindrée et le diamètre des cylindres (3) de la deuxième série,
- des pistons (6,8), chaque piston étant adapté pour être animé d'un mouvement alternatif dans un cylindre et étant associé à une bielle,
- deux lignes d'arbres vilebrequins présentant des axes de rotation parallèles entre eux, une première ligne (4) présentant une manivelle avec une grande course, tandis que la deuxième ligne (5) présente une manivelle avec une petite course inférieure à la grande course de la manivelle de la première ligne d'arbre vilebrequin, lesdits arbres vilebrequins (4,5) étant adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et d'une transmission à calage variable (10).

Chaque piston est associé à une bielle (7,9) opérée avec une manivelle d'un vilebrequin, la manivelle de petite course de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5) opérant la bielle (9) du piston (8) se déplaçant dans le petit cylindre (3), tandis que la manivelle de grande course de la première ligne d'arbre vilebrequin (4) opère la bielle (7) du piston (6) se déplaçant dans le grand cylindre (2).

La première série de cylindres (2) est disposée au dessus de la première ligne d'arbre vilebrequin (4), tandis que la deuxième série de cylindres (3) est disposée au-dessus de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5).

Chaque cylindre (2) de la première série communique avec au moins un cylindre (3) de la deuxième série via un espace mort de manière à former un groupe de deux cylindres (2,3) communiquant entre eux pour permettre aux gaz de passer d'un cylindre à l'autre indépendamment de la position des pistons (6,8) se déplaçant dans lesdits cylindres (2,3).

Le moteur comporte un aménagement pour la transmission à calage variable (10), ledit aménagement étant adapté pour recevoir au moins partiellement un dispositif de commande de la différence d'angle de phase entre les première et deuxième lignes d'arbre vilebrequin, la première et la deuxième ligne d'arbre vilebrequin étant associées respectivement à une première roue d'entraînement et à une deuxième roue d'entraînement, tandis qu'un moyen d'entraînement s'étend entre lesdites roues.

La transmission à calage variable (10) comprend un ensemble séparé de l'arbre (13) du vilebrequin à manivelle à petite course (5), la transmission à calage variable (10) étant dotée d'un palier applique (15) qui se fixe par centrage dans un orifice prévu dans le carter cylindre (1), la transmission à calage variable comprenant un arbre (12) comprenant des moyens d'accouplement pour accoupler ledit arbre (12) à l'arbre du vilebrequin à petite course (5) ou à l'arbre vilebrequin à grande course, une extrémité dudit arbre (12) présentant des cannelures externes, tandis que l'arbre (13) est associé à un élément (20) ou présente une portion présentant un évidement avec des cannelures internes adaptées pour coopérer avec les cannelures externes de l'arbre (12) pour assurer un accouplement des arbres (12,13) entre eux, tout en permettant un déplacement axial entre eux. La transmission à calage variable comporte en outre un tube ou arbre coulissant (17) axialement par rapport à l'axe de rotation de l'arbre vilebrequin des pistons des cylindres de la première ou deuxième série, et des moyens de butées pour limiter la course du mouvement de la transmission à calage variable entre un début et une fin de course.

L'arbre d'accouplement (12) présente un canal interne 100 pour amener au moins un lubrifiant entre ledit arbre (12) et le manchon (36).

La transmission à calage variable (10) selon l'invention comporte un système de canaux et/ou de passages 100, 101, etc. reliés directement et/ou indirectement au canal interne 100 de l'arbre d'accouplement 12 pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement 12 et une partie du tube coulissant 17.

Le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement comprend un ou des passages permettant au lubrifiant de s'échapper hors de la transmission à calage variable (10) après le passage de lubrifiant au moins par la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17).

En particulier, le système de canaux et/ou de passages 100, 101 reliés directement et/ou indirectement au canal interne 100 de l'arbre d'accouplement 12 est agencé pour assurer l'écoulement de lubrifiant par la force centrifuge créée par la rotation de l'arbre d'accouplement (12).

Le système de canaux et/ou de passages comprend les canaux suivants :

- un canal central 100 s'étendant dans l'arbre 12 entre ses deux extrémités, l'extrémité du canal 100 adjacente de la pièce d'attache 18 étant obturée ;
- un canal 101 (avantageusement radial) s'étendant entre le canal central 100 et une ou des cannelures de l'extrémité d'accouplement 12bis de l'arbre 12 ;
- une gorge 102 s'étendant entre la pièce d'accouplement 12bis et le pallier 40, cette gorge étant apte à recevoir le lubrifiant poussé hors des cannelures lors d'un mouvement axial avec l'évidement avec cannelure d'une extrémité d'un arbre cannelé ;
- un canal 103 pour amener du lubrifiant du canal central 100 vers l'extrémité du tube coulissant 17 tournée vers l'arbre à came du moteur, ce canal amenant en fait du lubrifiant dans une chambre torique 104 présentant une gorge torique 105 située au moins partiellement à un niveau cylindrique par rapport à l'axe de l'arbre 12 situé sous la face cylindrique intérieure du tube 17 ;
- un canal 106 reliant la chambre torique 105 à une chambre torique 107 destinée à amener du lubrifiant au niveau du roulement 43 ;
- un canal de forme évasée 108 qui donne au lubrifiant une vitesse accrue reliant le roulement 43 à une chambre de distribution 109 distribuant du lubrifiant au

niveau des roulements 39 du palier applique 15, la chambre de distribution 109 présentant une sortie d'évacuation 110 amenant du lubrifiant entre une portion du palier applique 15 et une portion du palier 40, du lubrifiant pouvant s'échapper du roulement 39 entre le palier applique 15 et l'engrenage 14 ;

5           - un canal 111 reliant le canal central 100 à un creux 112 s'étendant entre le tube 17 et la face extérieure de l'arbre 12, ce canal amène également du lubrifiant dans une chambre 113 de la pièce d'attache 18 ;

          - un canal 114 s'étendant dans la bague intérieure des roulements 50 entre la chambre 113 et la face intérieure des roulements, ce canal amenant du lubrifiant  
10   entre les paires de roulements 50, 50bis, le lubrifiant pouvant alors s'échapper des roulements 50, 50bis.

Le lubrifiant est amené dans le canal central 100 sous pression ou sous légère pression. Ensuite lors de la rotation de l'arbre 12, le lubrifiant s'écoule dans les  
15   différents canaux et chambres par la force centrifuge. Grâce à l'écoulement du lubrifiant dans la transmission à calage variable, et à son évacuation par la force centrifuge, les différentes pièces mobiles de la transmission à calage variable sont lubrifiées et nettoyées, assurant ainsi un glissement amélioré. Le lubrifiant est  
20   montré à la figure 4 par des petites bulles distantes les unes des autres, dans sa position atteinte lors de la rotation de l'arbre 12 (le lubrifiant étant soumis à une force centrifuge).

Avantageusement, comme décrit dans le document WO2007/082355, la substitution d'un accouplement sans support entre le vilebrequin à petite course (5) et  
25   la transmission à calage variable (10) par un accouplement avec support par le palier (20) du tourillon du vilebrequin à petite course (5) a pour avantage de limiter le roulement (39) à une seule rangée appropriée entre le palier applique (15) et le manchon (36).

L'arbre (35) et le manchon (36) sont avantageusement maintenus concentriquement et axialement l'un par rapport à l'autre au moyen d'un palier (40) solidaire de l'arbre (35). Le palier (40) est doté d'un roulement (43) à butée axiale et radiale permettant la rotation libre de l'arbre (35) indépendamment du manchon (36). Le palier (40) fait  
5 partie intégrante de l'arbre (35) à l'endroit où se limitent les cannelures droites (12) et (47). Le palier (40) et le manchon (36) sont situés à l'intérieur du carter moteur (1). Le palier (40) est réalisé sous la forme d'un disque régulièrement transpercé d'orifices permettant le boulonnage d'une bague (41) située sur la face du côté où se limitent les cannelures droites (47) de l'arbre (35). L'application de la bague (41) sur le palier  
10 (40) est mise à profit pour former un logement permettant la fixation de la bague extérieure (42) du roulement (43) à efforts axial et radial, tandis que la bague intérieure (44) du roulement (43) est fixée sur le manchon (36) contre une entretoise (45) en forme de bague entourant le manchon (36), l'entretoise (45) est destinée à rattraper l'espace de séparation entre la bague intérieure (44) du roulement (43) et la  
15 bague intérieure (37) du roulement (39), cette dernière étant maintenue axialement contre un épaulement prévu sur le manchon (36) par la fixation de toutes les pièces précitées au moyen d'un écrou (51) sur le manchon (36).

L'engrenage (14) du manchon (36) est situé à l'extérieur du carter moteur (1)  
20 accouplé à même vitesse de rotation avec le vilebrequin à grande course (4) au moyen d'un engrenage (16) solidaire à ce dernier et de deux engrenages intermédiaires (non représentés) entre les deux engrenages précités (14,16).

L'arbre de transmission (35) comprend du côté du palier (40) faisant face au palier  
25 applique (15), des cannelures droites (47) sur lesquelles vient s'emmancher le tube coulissant (17). Ce tube coulissant (17) comporte sur sa périphérie interne des cannelures (48) appariées aux cannelures droites (47), de manière que le tube coulissant (17) puisse coulisser axialement sur l'arbre de transmission (35).

Le manchon (36) comporte sur sa périphérie interne des cannelures hélicoïdales (49) appariées aux cannelures hélicoïdales externes (52) du tube coulissant (17), de manière que ce dernier puisse coulisser hélicoïdalement dans le manchon (36) et permettre le décalage angulaire entre les dits deuxième et troisième éléments en même temps que le coulisement droit entre les premier et troisième éléments précités. Le manchon (36) est fixé solidairement en rotation avec l'arbre (17) lorsque le tube coulissant (17) n'est pas en translation axiale.

La longueur du tube coulissant (17) est préétablie à l'intérieur du manchon (36) lorsque l'extrémité du dit tube coulissant (17) se situe à la limite d'arrêt définie par l'obstruction du palier (40). L'autre extrémité du tube coulissant (17) est dégagée à l'extérieur du manchon (36) au travers de l'engrenage (14) hors du bloc moteur (1) pour permettre, par des moyens appropriés, la fixation de la bague intérieure du roulement (50) à deux rangées à contact oblique. La dite bague intérieure du roulement (50) est rendue solidaire avec le mouvement de rotation du tube coulissant (17), tandis que la bague extérieure du roulement (50), sans mouvement de rotation, est solidarisée avec la pièce d'attache (18).

Une mémoire de décision du programme des taux de compression agissant par un système de commande hydraulique permet le déplacement de la pièce d'attache (18) et du tube coulissant (17) pour modifier le calage entre les deux vilebrequins (4 et 5). Le début de course de la transmission à calage variable est agencé de telle sorte que le tube coulissant (17) soit à la position de butée de sortie prévue sur vérin (non représentée) correspond au minimum d'avance angulaire de la manivelle du vilebrequin à petite course (5) par rapport à la manivelle du vilebrequin à grande course (4).

La fin de course de la transmission à calage variable est agencée de telle sorte que le tube coulissant (17) soit à la position de butée également prévu sur le vérin (non représentée) correspondant au maximum d'avance angulaire de la manivelle du vilebrequin à petite course (5) par rapport à la manivelle du vilebrequin à grande course (4).

La distribution est assurée au moins par un arbre à cames (non représenté) en prise à demi- vitesse avec le vilebrequin à grande course (4). Les soupapes d'admission et d'échappement dans la culasse (non représenté), mettant en communication périodique le groupe des deux cylindres (2,3) avec les conduites d'admission et d'échappement (non représenté) à des moments précis du cycle à quatre temps.

Le rapport entre la cylindrée du cylindre (3) et la cylindrée du cylindre (2) se situe au moins entre 1/10 et 9/10 de préférence entre 1/5 et 3/5 permettant d'adapter le rapport volumétrique du moteur en fonction du taux de la pression de suralimentation.

La transmission à calage variable (10) est dotée d'un palier applique (15) qui se fixe au carter cylindre (1), de manière que la transmission à calage variable (10) puisse constituer un ensemble séparé de l'arbre (13) du vilebrequin à manivelle à petite course (5). A cet effet, la transmission à calage variable (10) et le vilebrequin à manivelle à petite course (5) sont réalisés chacun avec leur arbre respectif (12,13). L'extrémité à cannelures externes de l'arbre (12) de la transmission à calage variable (10) est réalisée de manière à faire correspondre les cannelures internes situées dans le tourillon du palier (20) et dans l'arbre (13). L'accouplement entre les deux parties jointives est prévu par un glissement axial au moment de l'application du palier applique (15) dans un orifice prévu dans le carter cylindre (1). Le palier applique (15) est axé sur l'arbre (13) du vilebrequin à manivelle à petite course (5), de manière à permettre le centrage de l'arbre (12) dans le tourillon (20) et dans ledit arbre (13), ce dernier servant avantageusement de palier rigide à l'arbre (12) lors de l'application du palier applique (15) sur le carter cylindre (1); ce moyen permettant le démontage de la transmission à calage variable (10) hors du carter cylindre et hors du carter d'accouplement(1) sans devoir procéder au démontage du vilebrequin à manivelle à petite course (5).

L'extrémité jointive mâle de l'arbre (12) de la transmission à calage variable (10) et l'extrémité jointive femelle façonnée dans l'arbre (13) au niveau du tourillon (20) du vilebrequin à manivelle à petite course (5) apportent l'avantage de diminuer l'encombrement de l'accouplement de la transmission à calage variable dans le carter moteur (1).

Suivant une forme préférée de l'invention le moteur comprend des moyens pour renforcer la rigidité axiale entre le vilebrequin à petite course (5) et la transmission à calage variable (10), les arbres (12 et 13) sont fusionnés en un seul arbre de manière à permettre que l'arbre de transmission (35) comprenant le disque (40) et les cannelures droites (47) s'associent au vilebrequin à petite course (5). La distance de séparation entre les supports de fixation du disque (40) et le palier (15) est réalisée à la même distance de séparation entre la fixation du carter cylindre (1) du palier (15) et le support de fixation du disque (40) lorsque l'arbre du vilebrequin à petite course est inséré dans les paliers (20) du carter cylindre (1). Il découle de cet assemblage une fixation axiale de l'arbre du vilebrequin à petite course (5) par le roulement (39) et une fixation radiale du manchon (36) par les paliers du vilebrequin à petite course (5).

Suivant une forme préférée de l'invention, dans le carter d'accouplement (31) il est prévu deux engrenages d'accouplement intermédiaires (non représentés) entre les engrenages (14) du vilebrequin à petite course (5) et un deuxième engrenage (16) fixé à l'entretoise (19) solidaire du volant du moteur (26) et du vilebrequin à grande course (4) de façon à obtenir des sens de rotation inverses à même vitesse des deux vilebrequins (4,5).

La transmission à calage variable (10) comprend un tube coulissant (17) du côté faisant face à l'engrenage (14), la partie externe du tube coulissant comporte sur sa périphérie externe des cannelures hélicoïdales appariées aux cannelures hélicoïdales (non représenté) de l'engrenage (14). Le tube coulissant (17) comprend également des cannelures droites internes (non représentées) appariées aux cannelures externes solidaires de l'arbre (12) (non représentées) sur lesquelles vient s'emmancher le tube coulissant (17), de manière que le dit tube (17) en coulissant puisse réaliser le décalage angulaire entre l'arbre de transmission (12) et l'engrenage (14).

Une mémoire de décision du programme des taux de compression agissant sur le vérin de commande (non représenté) fixé sur la pièce d'attache (18) et le tube

coulissant (17) afin de modifier le calage angulaire entre les deux arbres des deux vilebrequins (4,5).

Le début et la fin de course de la transmission à calage variable peuvent être agencés de telle sorte que le tube coulissant (17) ne puisse coulisser au-delà des positions de butées qui sont prévues sur le vérin de commande (non représenté). Le dit vérin de commande étant fixé sur un support prévu sur le couvercle de fermeture (23) du carter d'accouplement (31) situé à côté du volant moteur (26). Le démontage du couvercle de fermeture (23) permettant de rendre accessible l'entretien ou le démontage de la transmission à calage variable (10) sans le démontage du carter d'accouplement (31). Suivant l'invention et suivant cette disposition, l'axe du dit vérin de commande est avantageusement fixé à la pièce d'attache (18) de la commande de la transmission à calage variable (10).

Selon une forme préférée de l'invention, les rapports volumétriques minimal et maximal sélectionnés pour le type de moteur à concevoir, sont réalisés en fonction des dimensions des différents éléments du moteur, à savoir d'une part, le rapport entre la cylindrée des deux cylindres groupés (2 et 3) et d'autre part, le rapport formé par le volume total des deux cylindrées de ces cylindres (2,3) avec le volume formé par l'espace mort (24), ces derniers rapports sont agencés de telle manière, que l'avance angulaire maximale de la manivelle du vilebrequin à petite course (5) par rapport à la manivelle du vilebrequin à grande course (4), définie par la position de fin de course de la transmission à calage variable, fasse correspondre, en phase fin de compression (point mort haut du piston 6), le positionnement du piston (8) avec l'espace additionnel nécessaire à l'espace mort (24) pour définir le dit rapport volumétrique minimal du moteur avec un angle d'au moins 90° entre la bielle (9) et la manivelle du vilebrequin à petite course (5).

La transmission à calage variable selon l'invention est adaptée pour le moteur décrit dans le document WO2007/082355, mais peut également être utilisée avec d'autres moteurs comportant :

16

- une pièce carter cylindre (1) présentant une première série de cylindres (2) présentant chacun un axe et un diamètre et une deuxième série de cylindres (3) présentant chacun un axe et un diamètre, les cylindres (2) de la première série présentant une cylindrée et un diamètre plus grands que la cylindrée et le diamètre des cylindres (3) de la deuxième série,  
5
- des pistons (6,8), chaque piston étant adapté pour être animé d'un mouvement alternatif dans un cylindre et étant associé à une bielle, et
- deux lignes d'arbres vilebrequins présentant des axes de rotation parallèles entre eux, une première ligne (4) présentant une manivelle avec une grande course, tandis  
10 que la deuxième ligne (5) présente une manivelle avec une petite course inférieure à la grande course de la manivelle de la première ligne d'arbre vilebrequin, lesdits arbres vilebrequins (4,5) étant adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et d'une transmission à calage variable (10)

15

**Revendications**

1. Moteur à combustion interne à quatre temps comprenant au moins une phase d'aspiration, une phase de compression, une phase de détente et une phase d'échappement, ledit moteur fonctionnant par auto-inflammation ou par allumage commandé comprenant :
- une pièce carter cylindre (1) présentant une première série de cylindres (2) présentant chacun un axe et un diamètre et une deuxième série de cylindres (3) présentant chacun un axe et un diamètre, les cylindres (2) de la première série présentant une cylindrée et un diamètre plus grands que la cylindrée et le diamètre des cylindres (3) de la deuxième série,
  - des pistons (6,8), chaque piston étant adapté pour être animé d'un mouvement alternatif dans un cylindre et étant associé à une bielle,
  - deux lignes d'arbres vilebrequins présentant des axes de rotation parallèles entre eux, une première ligne (4) présentant une manivelle avec une grande course, tandis que la deuxième ligne (5) présente une manivelle avec une petite course inférieure à la grande course de la manivelle de la première ligne d'arbre vilebrequin, lesdits arbres vilebrequins (4,5) étant adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et d'une transmission à calage variable (10) ;
- dans lequel chaque piston étant associé à une bielle (7,9) est opéré avec une manivelle d'un vilebrequin, la manivelle de petite course de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5) opérant la bielle (9) du piston (8) se déplaçant dans le petit cylindre (3), tandis que la manivelle de grande course de la première ligne d'arbre vilebrequin (4) opère la bielle (7) du piston (6) se déplaçant dans le grand cylindre (2), dans lequel la première série de cylindres (2) est disposée au dessus de la première ligne d'arbre vilebrequin (4), tandis que la deuxième série de cylindres (3) est disposée au-dessus de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5), dans lequel chaque cylindre (2) de la première série communique avec au moins un cylindre (3) de la deuxième série via un espace mort de manière à former un groupe

- de deux cylindres (2,3) communiquant entre eux pour permettre aux gaz de passer d'un cylindre à l'autre indépendamment de la position des pistons (6,8) se déplaçant dans lesdits cylindres (2,3),
- lequel moteur comporte un aménagement pour la transmission à calage variable (10),
- 5 ledit aménagement étant adapté pour recevoir au moins partiellement un dispositif de commande de la différence d'angle de phase entre les première et deuxième lignes d'arbre vilebrequin, la première et la deuxième ligne d'arbre vilebrequin étant associées respectivement à une première roue d'entraînement et à une deuxième roue d'entraînement, tandis qu'un moyen d'entraînement s'étend entre lesdites roues,
- 10 dans lequel la transmission à calage variable (10) comprend un ensemble séparé de l'arbre (13) du vilebrequin à manivelle à petite course (5), la transmission à calage variable (10) étant dotée d'un palier applique (15) qui se fixe par centrage dans un orifice prévu dans le carter cylindre (1), la transmission à calage variable comprenant un arbre (12) comprenant des moyens d'accouplement pour accoupler ledit arbre (12)
- 15 à l'arbre du vilebrequin à petite course (5) ou à l'arbre vilebrequin à grande course, une extrémité dudit arbre (12) présentant des cannelures externes, tandis que l'arbre (13) est associé à un élément (20) ou présente une portion présentant un évidement avec des cannelures internes adaptées pour coopérer avec les cannelures externes de l'arbre (12) pour assurer un accouplement des arbres (12,13) entre eux, tout en
- 20 permettant un déplacement axial entre eux, la transmission à calage variable comportant en outre un tube ou arbre coulissant (17) axialement par rapport à l'axe de rotation de l'arbre vilebrequin des pistons des cylindres de la première ou deuxième série, et des moyens de butées pour limiter la course du mouvement de la transmission à calage variable entre un début et une fin de course ;
- 25 dans lequel l'arbre d'accouplement (12) présente un canal interne pour amener au moins un lubrifiant entre ledit arbre (12) et le manchon (36),
- caractérisé en ce que la transmission à calage variable (10) comporte un système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant

entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement et une partie du tube coulissant.

2. Moteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement comprend un ou des passages permettant au lubrifiant de s'échapper  
5 hors de la transmission à calage variable (10) après le passage de lubrifiant au moins par la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17).

3. Moteur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le système de canaux  
10 et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement est agencé pour assurer l'écoulement de lubrifiant par la force centrifuge créée par la rotation de l'arbre d'accouplement (12).

4. Moteur suivant l'une des revendication 1 à 3, dans lequel pour chaque groupe de cylindres reliés entre eux par un canal, l'axe d'un cylindre de la première série du  
15 groupe considéré forme avec une droite parallèle à l'axe de rotation d'une ligne d'arbre vilebrequin un premier plan, tandis que l'axe du cylindre de la deuxième série du groupe considéré forme avec une droite parallèle à l'axe de rotation d'une ligne d'arbre vilebrequin un deuxième plan, caractérisé en ce que lesdits plans définissent entre eux un angle compris entre  $1^\circ$  et  $60^\circ$ , avantageusement entre  $10^\circ$  et  $50^\circ$ , de  
20 préférence entre  $15^\circ$  et  $45^\circ$ , les axes des cylindres de chaque groupe de cylindres se coupant avantageusement sensiblement en un point appartenant à une même droite.

5. Moteur suivant la revendication 4 ou 5, dans lequel un plan est défini par les deux axes de rotation des deux lignes d'arbre vilebrequin, et dans lequel un plan médian ou une droite médiane défini entre lesdits premier et deuxième plans ou entre lesdits  
25 axes de rotation, caractérisé en ce que le plan médian ou la droite médiane d'un groupe de cylindres est sensiblement perpendiculaire audit plan défini par les deux axes de rotation des deux lignes d'arbre vilebrequin.

6. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un arbre à cames en prise à demi-vitesse avec la première ligne  
30 d'arbre vilebrequin (4) pour assurer la communication périodique des groupes de

deux cylindres (2,3) avec des conduites d'admission et d'échappement au moyen de soupapes d'admission et d'échappement à des moments prédéterminés du cycle à quatre temps.

7. Moteur suivant la revendication 6 dans lequel un volant moteur est monté sur l'axe de l'arbre vilebrequin à grande course (4), tandis que la transmission à calage variable (10) est monté sur l'axe de l'arbre vilebrequin à petite course (5), caractérisé en ce que les axes des deux vilebrequins (4,5) sont adaptés de manière à ce que la transmission à calage variable (10) se situe à côté du volant du moteur (26), la commande de la transmission à calage variable (10) comprenant avantageusement un vérin de pilotage en prise directe, pour contrôler la différence d'angle de phase entre l'arbre vilebrequin à petite course (5) et l'arbre vilebrequin à grande course (4).

8. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre (13) est associé à un tourillon de palier (20) présentant des cannelures internes coopérant avec les cannelures externes de l'arbre (12), et caractérisé en ce qu'avantageusement pour renforcer la rigidité axiale entre le vilebrequin à petite course (5) et la transmission à calage variable (10), les arbres (12,13) sont fusionnés en un seul arbre de manière à permettre que l'arbre de transmission (35) comprenant le disque (40) et les cannelures droites (47) s'associent au vilebrequin à petite course (5), la distance de séparation entre les supports de fixation du disque (40) et le palier (15) étant avantageusement réalisée à la même distance de séparation entre la fixation du carter cylindre (1) du palier (15) et le support de fixation du disque (40) lorsque l'arbre du vilebrequin à petite course est inséré dans les paliers du carter cylindre.

9. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, en ce qu'il comprend un volant moteur (26) axé et fixé sur l'extrémité de l'arbre vilebrequin (4) des pistons des cylindres de la première série, ledit volant moteur se situant avantageusement dans un carter d'accouplement (31), la transmission à calage variable (10) étant avantageusement axée sur l'extrémité de l'arbre du petit vilebrequin (5) à côté du volant du moteur (26), tandis que le moteur comporte de préférence dans le carter d'accouplement (31), une transmission avec train

d'engrenages entre l'arbre vilebrequin (5) des pistons de la deuxième série et le volant du moteur (26) via la transmission à calage variable (10).

10. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un vérin de commande commandant le déplacement axial du tube ou de l'arbre coulissant (17), ledit vérin étant associé à des moyens de butées pour limiter le déplacement entre ledit début et fin de course, ledit vérin de commande étant avantageusement fixé sur un support prévu sur un couvercle de fermeture (23) du carter d'accouplement (31) situé à côté du volant moteur (26).

11. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les arbres des deux vilebrequins (4,5) sont associés à des engrenages (14,16) en prise directe, les arbres tournant en sens de rotation inverse et à même vitesse, les arbres des deux vilebrequins (4,5) étant avantageusement accouplés l'un à l'autre par un train de deux engrenages d'accouplement intermédiaires disposé entre les deux engrenages (14,16) montés sur les arbres afin que ces derniers tournent en sens de rotation inverse et à même vitesse, tandis que les deux engrenages intermédiaires situés entre les engrenages (14,16) montés sur les arbres sont de préférence disposés et accouplés chacun de part et d'autre d'un plan passant par les axes des deux arbres vilebrequins (4,5).

12. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la transmission à calage variable comprend un système de canaux et/ou de passages comprenant un ou des canaux suivants, avantageusement plusieurs des canaux ou passages suivants :

- un canal central (100) s'étendant dans l'arbre (12) entre ses deux extrémités, l'extrémité du canal (100) adjacente de la pièce d'attache (18) étant obturée ; et/ou
- un canal (101) (avantageusement radial) s'étendant entre le canal central (100) et une ou des cannelures de l'extrémité d'accouplement (12bis) de l'arbre (12) ; et/ou
- une gorge (102) s'étendant entre la pièce d'accouplement (12bis) et le pallier (40), cette gorge étant apte à recevoir le lubrifiant poussé hors des cannelures

lors d'un mouvement axial avec l'évidement avec cannelure d'une extrémité d'un arbre à came ; et/ou

5                   - un canal (103) pour amener du lubrifiant du canal central (100) vers l'extrémité du tube coulissant (17) tournée vers l'arbre à came du moteur, ce canal amenant en fait du lubrifiant dans une chambre torique (104) présentant une gorge torique (105) située au moins partiellement à un niveau cylindrique par rapport à l'axe de l'arbre (12) situé sous la face cylindrique intérieure du tube (17) ; et/ou

                  - un canal (106) reliant la chambre torique (105) à une chambre torique (107) destinée à amener du lubrifiant au niveau du roulement (43) ; et/ou

10               - un canal de forme évasée (108) qui donne au lubrifiant une vitesse accrue reliant le roulement (43) à une chambre de distribution (109) distribuant du lubrifiant au niveau des roulements (39) du palier applique (15), la chambre de distribution (109) présentant une sortie d'évacuation (110) amenant du lubrifiant entre une portion du pallier applique (15) et une portion du palier (40), du lubrifiant pouvant  
15 s'échapper du roulement (39) entre le palier applique (15) et l'engrenage (14) ; et/ou

                  - un canal (111) reliant le canal central (100) à un creux (112) s'étendant entre le tube (17) et la face extérieure de l'arbre (12), ce canal amène également du lubrifiant dans une chambre (113) de la pièce d'attache (18) ; et/ou

                  - un canal (114) s'étendant dans la bague intérieure des roulements (50) entre  
20 la chambre (113) et la face intérieure des roulements, ce canal amenant du lubrifiant entre les paires de roulements (50, 50bis), le lubrifiant pouvant alors s'échapper des roulements (50, 50bis).

13. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la transmission à calage variable comprend un système de canaux et/ou de  
25 passages comprenant au moins les canaux ou passages suivants :

                  - un canal central (100) s'étendant dans l'arbre (12) entre ses deux extrémités, l'extrémité du canal (100) adjacente de la pièce d'attache (18) étant obturée ; et

                  - un canal (101) (avantageusement radial) s'étendant entre le canal central (100) et une ou des cannelures de l'extrémité d'accouplement (12bis) de l'arbre  
30 (12) ; et

- une gorge (102) s'étendant entre la pièce d'accouplement (12bis) et le pallier (40), cette gorge étant apte à recevoir le lubrifiant poussé hors des cannelures lors d'un mouvement axial avec l'évidement avec cannelure d'une extrémité d'un arbre cannelé ; et

5           - un canal (103) pour amener du lubrifiant du canal central (100) vers l'extrémité du tube coulissant (17) tournée vers l'arbre à came du moteur, ce canal amenant en fait du lubrifiant dans une chambre torique (104) présentant une gorge torique (105) située au moins partiellement à un niveau cylindrique par rapport à l'axe de l'arbre (12) situé sous la face cylindrique intérieure du tube (17) ; et/ou

10           - un canal (106) reliant la chambre torique (105) à une chambre torique (107) destinée à amener du lubrifiant au niveau du roulement (43) ; et

              - un canal de forme évasée (108) qui donne au lubrifiant une vitesse accrue reliant le roulement (43) à une chambre de distribution (109) distribuant du lubrifiant au niveau des roulements (39) du palier applique (15), la chambre de distribution  
15 (109) présentant une sortie d'évacuation (110) amenant du lubrifiant entre une portion du palier applique (15) et une portion du palier (40), du lubrifiant pouvant s'échapper du roulement (39) entre le palier applique (15) et l'engrenage (14) ; et/ou

              - un canal (111) reliant le canal central (100) à un creux (112) s'étendant entre le tube (17) et la face extérieure de l'arbre (12), ce canal amène également du  
20 lubrifiant dans une chambre (113) de la pièce d'attache (18) ; et

              - un canal (114) s'étendant dans la bague intérieure des roulements (50) entre la chambre (113) et la face intérieure des roulements, ce canal amenant du lubrifiant entre les paires de roulements (50, 50bis), le lubrifiant pouvant alors s'échapper des roulements (50, 50bis).

25 14. Engin ou appareil ou machine comportant au moins un moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13.

15. Transmission à calage variable tel que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 13, pour un moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13.

## REVENDICATIONS MODIFIÉES

reçues par le Bureau international le 12 novembre 2012 (12.11.2012)

1. Moteur à combustion interne à quatre temps comprenant au moins une phase d'aspiration, une phase de compression, une phase de détente et une phase d'échappement, ledit moteur fonctionnant par auto-inflammation ou par allumage commandé comprenant :
- une pièce carter cylindre (1) présentant une première série de cylindres (2) présentant chacun un axe et un diamètre et une deuxième série de cylindres (3) présentant chacun un axe et un diamètre, les cylindres (2) de la première série présentant une cylindrée et un diamètre plus grands que la cylindrée et le diamètre des cylindres (3) de la deuxième série,
  - des pistons (6,8), chaque piston étant adapté pour être animé d'un mouvement alternatif dans un cylindre et étant associé à une bielle,
  - deux lignes d'arbres vilebrequins présentant des axes de rotation parallèles entre eux, une première ligne (4) présentant une manivelle avec une grande course, tandis que la deuxième ligne (5) présente une manivelle avec une petite course inférieure à la grande course de la manivelle de la première ligne d'arbre vilebrequin, lesdits arbres vilebrequins (4,5) étant adaptés pour être accouplés à même vitesse de rotation au moyen d'un train d'engrenages (14,16) et d'une transmission à calage variable (10) ;
- dans lequel chaque piston étant associé à une bielle (7,9) est opéré avec une manivelle d'un vilebrequin, la manivelle de petite course de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5) opérant la bielle (9) du piston (8) se déplaçant dans le petit cylindre (3), tandis que la manivelle de grande course de la première ligne d'arbre vilebrequin (4) opère la bielle (7) du piston (6) se déplaçant dans le grand cylindre (2),
- dans lequel la première série de cylindres (2) est disposée au dessus de la première ligne d'arbre vilebrequin (4), tandis que la deuxième série de cylindres (3) est disposée au-dessus de la deuxième ligne d'arbre vilebrequin (5),
- dans lequel chaque cylindre (2) de la première série communique avec au moins un cylindre (3) de la deuxième série via un espace mort de manière à former un groupe de deux cylindres (2,3) communiquant entre eux pour permettre aux gaz de passer

d'un cylindre à l'autre indépendamment de la position des pistons (6,8) se déplaçant dans lesdits cylindres (2,3),

lequel moteur comporte un aménagement pour la transmission à calage variable (10), ledit aménagement étant adapté pour recevoir au moins partiellement un  
5 dispositif de commande de la différence d'angle de phase entre les première et deuxième lignes d'arbre vilebrequin, la première et la deuxième ligne d'arbre vilebrequin étant associées respectivement à une première roue d'entraînement et à une deuxième roue d'entraînement, tandis qu'un moyen d'entraînement s'étend entre lesdites roues,

10 dans lequel la transmission à calage variable (10) comprend un ensemble séparé de l'arbre (13) du vilebrequin à manivelle à petite course (5), la transmission à calage variable (10) étant dotée d'un palier applique (15) qui se fixe par centrage dans un orifice prévu dans le carter cylindre (1), la transmission à calage variable comprenant un arbre (12) comprenant des moyens d'accouplement pour accoupler  
15 ledit arbre (12) à l'arbre du vilebrequin à petite course (5) ou à l'arbre vilebrequin à grande course, une extrémité dudit arbre (12) présentant des cannelures externes, tandis que l'arbre (13) est associé à un élément (20) ou présente une portion présentant un évidement avec des cannelures internes adaptées pour coopérer avec les cannelures externes de l'arbre (12) pour assurer un accouplement des arbres  
20 (12,13) entre eux, tout en permettant un déplacement axial entre eux, la transmission à calage variable comportant en outre un tube ou arbre coulissant (17) axialement par rapport à l'axe de rotation de l'arbre vilebrequin des pistons des cylindres de la première ou deuxième série, des moyens de butées pour limiter la course du mouvement de la transmission à calage variable entre un début et une fin  
25 de course, une pièce d'attache (18) pour attacher le tube ou arbre coulissant (17) à un vérin de commande, et une bague interne (50) avec une paire de roulements (50,50bis) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17) ; ledit tube ou arbre coulissant (17) coulissant dans un manchon (36) qui comporte sur sa périphérie interne des cannelures hélicoïdales (49) appariées aux cannelures  
30 hélicoïdales externes (52) du tube coulissant (17), dans lequel l'arbre d'accouplement (12) présente un canal interne pour amener au moins un lubrifiant entre ledit arbre d'accouplement (12) et le manchon (36),

caractérisé en ce que la transmission à calage variable (10) comporte un système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne (100) de l'arbre d'accouplement (12) pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que  
5 dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement (12) et une partie du tube coulissant (17),

en ce que le canal interne est un canal central (100) s'étendant dans l'arbre (12) entre ses deux extrémités, l'extrémité du canal central (100) adjacente de la pièce d'attache (18) étant obturée ;

10 en ce qu'un canal (111) reliant le canal central (100) à un creux (112) s'étendant entre le tube coulissant (17) et la face extérieure de l'arbre (12), ce canal (111) amenant également du lubrifiant dans une chambre (113) de la pièce d'attache (18) ;  
en ce qu'un canal (114) s'étendant dans la bague intérieure des roulements (50) entre la chambre (113) et la face intérieure des roulements, ce canal amenant du  
15 lubrifiant entre les paires de roulements (50, 50bis), le lubrifiant pouvant alors s'échapper des roulements (50, 50bis),

en ce que le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne (100) de l'arbre d'accouplement (12) comprend un ou des passages permettant au lubrifiant de s'échapper hors de la transmission à  
20 calage variable (10) après le passage de lubrifiant au moins par la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), et

en ce que le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement est agencé pour assurer l'écoulement de lubrifiant par la force centrifuge créée par la rotation de l'arbre  
25 d'accouplement (12).

2. Moteur suivant la revendication 1 , dans lequel pour chaque groupe de cylindres reliés entre eux par un canal, l'axe d'un cylindre de la première série du groupe considéré forme avec une droite parallèle à l'axe de rotation d'une ligne d'arbre vilebrequin un premier plan, tandis que l'axe du cylindre de la deuxième série du  
30 groupe considéré forme avec une droite parallèle à l'axe de rotation d'une ligne d'arbre vilebrequin un deuxième plan, caractérisé en ce que lesdits plans définissent entre eux un angle compris entre 1° et 60°, avantageusement entre 10° et 50°, de

préférence entre 15° et 45°, les axes des cylindres de chaque groupe de cylindres se coupant avantageusement sensiblement en un point appartenant à une même droite.

3. Moteur suivant la revendication 2, dans lequel un plan est défini par les deux axes de rotation des deux lignes d'arbre vilebrequin, et dans lequel un plan médian ou une droite médiane défini entre lesdits premier et deuxième plans ou entre lesdits axes de rotation, caractérisé en ce que le plan médian ou la droite médiane d'un groupe de cylindres est sensiblement perpendiculaire audit plan défini par les deux axes de rotation des deux lignes d'arbre vilebrequin.

4. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un arbre à cames en prise à demi-vitesse avec la première ligne d'arbre vilebrequin (4) pour assurer la communication périodique des groupes de deux cylindres (2,3) avec des conduites d'admission et d'échappement au moyen de soupapes d'admission et d'échappement à des moments prédéterminés du cycle à quatre temps.

5. Moteur suivant la revendication 4 dans lequel un volant moteur est monté sur l'axe de l'arbre vilebrequin à grande course (4), tandis que la transmission à calage variable (10) est monté sur l'axe de l'arbre vilebrequin à petite course (5), caractérisé en ce que les axes des deux vilebrequins (4,5) sont adaptés de manière à ce que la transmission à calage variable (10) se situe à côté du volant du moteur (26), la commande de la transmission à calage variable (10) comprenant avantageusement un vérin de pilotage en prise directe, pour contrôler la différence d'angle de phase entre l'arbre vilebrequin à petite course (5) et l'arbre vilebrequin à grande course (4).

6. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre (13) est associé à un tourillon de palier (20) présentant des cannelures internes coopérant avec les cannelures externes de l'arbre (12), et caractérisé en ce qu'avantageusement pour renforcer la rigidité axiale entre le vilebrequin à petite course (5) et la transmission à calage variable (10), les arbres (12,13) sont fusionnés en un seul arbre de manière à permettre que l'arbre de transmission (35) comprenant le disque (40) et les cannelures droites (47) s'associent au vilebrequin à petite course (5), la distance de séparation entre les supports de fixation du disque (40) et le palier (15) étant avantageusement réalisée à

la même distance de séparation entre la fixation du carter cylindre (1) du palier (15) et le support de fixation du disque (40) lorsque l'arbre du vilebrequin à petite course est inséré dans les paliers du carter cylindre.

7. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, en ce qu'il comprend un volant moteur (26) axé et fixé sur l'extrémité de l'arbre vilebrequin (4) des pistons des cylindres de la première série, ledit volant moteur se situant avantageusement dans un carter d'accouplement (31), la transmission à calage variable (10) étant avantageusement axée sur l'extrémité de l'arbre du petit vilebrequin (5) à côté du volant du moteur (26), tandis que le moteur comporte de préférence dans le carter d'accouplement (31), une transmission avec train d'engrenages entre l'arbre vilebrequin (5) des pistons de la deuxième série et le volant du moteur (26) via la transmission à calage variable (10).

8. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un vérin de commande commandant le déplacement axial du tube ou de l'arbre coulissant (17), ledit vérin étant associé à des moyens de butées pour limiter le déplacement entre ledit début et fin de course, ledit vérin de commande étant avantageusement fixé sur un support prévu sur un couvercle de fermeture (23) du carter d'accouplement (31) situé à côté du volant moteur (26).

9. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les arbres des deux vilebrequins (4,5) sont associés à des engrenages (14,16) en prise directe, les arbres tournant en sens de rotation inverse et à même vitesse, les arbres des deux vilebrequins (4,5) étant avantageusement accouplés l'un à l'autre par un train de deux engrenages d'accouplement intermédiaires disposé entre les deux engrenages (14,16) montés sur les arbres afin que ces derniers tournent en sens de rotation inverse et à même vitesse, tandis que les deux engrenages intermédiaires situés entre les engrenages (14,16) montés sur les arbres sont de préférence disposés et accouplés chacun de part et d'autre d'un plan passant par les axes des deux arbres vilebrequins (4,5).

10. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la transmission à calage variable comprend un système de canaux et/ou de passages comprenant un ou des canaux suivants, avantageusement plusieurs des canaux ou passages suivants :

- un canal (101) (avantageusement radial) s'étendant entre le canal central (100) et une ou des cannelures de l'extrémité d'accouplement (12bis) de l'arbre (12) ; et/ou

5       - une gorge (102) s'étendant entre la pièce d'accouplement (12bis) et le pallier (40), cette gorge étant apte à recevoir le lubrifiant poussé hors des cannelures lors d'un mouvement axial avec l'évidement avec cannelure d'une extrémité d'un arbre canelé ; et

10       - un canal (103) pour amener du lubrifiant du canal central (100) vers l'extrémité du tube coulissant (17) tournée vers l'arbre à came du moteur, ce canal amenant en fait du lubrifiant dans une chambre torique (104) présentant une gorge torique (105) située au moins partiellement à un niveau cylindrique par rapport à l'axe de l'arbre (12) situé sous la face cylindrique intérieure du tube (17) ; et/ou

      - un canal (106) reliant la chambre torique (105) à une chambre torique (107) destinée à amener du lubrifiant au niveau du roulement (43) ; et/ou

15       - un canal de forme évasée (108) qui donne au lubrifiant une vitesse accrue reliant le roulement (43) à une chambre de distribution (109) distribuant du lubrifiant au niveau des roulements (39) du palier applique (15), la chambre de distribution (109) présentant une sortie d'évacuation (110) amenant du lubrifiant entre une portion du pallier applique (15) et une portion du palier (40), du lubrifiant  
20       pouvant s'échapper du roulement (39) entre le palier applique (15) et l'engrenage (14).

11. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la transmission à calage variable comprend un système de canaux et/ou de passages comprenant au moins les canaux ou passages suivants :

25       - un canal (101) (avantageusement radial) s'étendant entre le canal central (100) et une ou des cannelures de l'extrémité d'accouplement (12bis) de l'arbre (12) ; et

      - une gorge (102) s'étendant entre la pièce d'accouplement (12bis) et le pallier (40), cette gorge étant apte à recevoir le lubrifiant poussé hors des cannelures  
30       lors d'un mouvement axial avec l'évidement avec cannelure d'une extrémité d'un arbre à came ; et

- un canal (103) pour amener du lubrifiant du canal central (100) vers l'extrémité du tube coulissant (17) tournée vers l'arbre à came du moteur, ce canal amenant en fait du lubrifiant dans une chambre torique (104) présentant une gorge torique (105) située au moins partiellement à un niveau cylindrique par rapport à l'axe de l'arbre (12) situé sous la face cylindrique intérieure du tube (17) ; et/ou

- un canal (106) reliant la chambre torique (105) à une chambre torique (107) destinée à amener du lubrifiant au niveau du roulement (43) ; et

- un canal de forme évasée (108) qui donne au lubrifiant une vitesse accrue reliant le roulement (43) à une chambre de distribution (109) distribuant du lubrifiant au niveau des roulements (39) du palier applique (15), la chambre de distribution (109) présentant une sortie d'évacuation (110) amenant du lubrifiant entre une portion du palier applique (15) et une portion du palier (40), du lubrifiant pouvant s'échapper du roulement (39) entre le palier applique (15) et l'engrenage (14) .

12. Engin ou appareil ou machine comportant au moins un moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Transmission à calage variable tel que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 11, pour un moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, ladite transmission (10) dotée d'un palier applique (15) adapté pour se fixer par centrage dans un orifice prévu dans un carter cylindre (1) comprenant un arbre (12) comprenant des moyens d'accouplement pour accoupler ledit arbre (12) à l'arbre du vilebrequin à petite course (5) ou à l'arbre vilebrequin à grande course d'un moteur, une extrémité dudit arbre (12) présentant des cannelures externes, tandis que l'arbre (13) est associé à un élément (20) ou présente une portion présentant un évidement avec des cannelures internes adaptées pour coopérer avec les cannelures externes de l'arbre (12) pour assurer un accouplement des arbres (12,13) entre eux, tout en permettant un déplacement axial entre eux, la transmission à calage variable comportant en outre un tube ou arbre coulissant (17) axialement par rapport à l'axe de rotation de l'arbre vilebrequin des pistons des cylindres de la première ou deuxième série, des moyens de butées pour limiter la course du mouvement de la transmission à calage variable entre un début et une fin de course, une pièce d'attache (18) pour attacher le tube ou arbre coulissant (17) à

un verin de commande, et une bague interne (50) avec une paire de roulements (50,50bis) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17) ; ledit tube ou arbre coulissant (17) coulissant dans un manchon (36) qui comporte sur sa périphérie interne des cannelures hélicoïdales (49) appariées aux cannelures hélicoïdales externes (52) du tube coulissant (17),

5 dans lequel l'arbre d'accouplement (12) présente un canal interne pour amener au moins un lubrifiant entre ledit arbre d'accouplement (12) et le manchon (36), caractérisé en ce que la transmission à calage variable (10) comporte un système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne (100) de l'arbre d'accouplement (12) pour amener du lubrifiant à la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), ainsi que dans un ou des canaux s'étendant entre l'arbre d'accouplement (12) et une partie du tube coulissant (17),

10 en ce que le canal interne est un canal central (100) s'étendant dans l'arbre (12) entre ses deux extrémités, l'extrémité du canal central (100) adjacente de la pièce d'attache (18) étant obturée ;

15 en ce qu'un canal (111) reliant le canal central (100) à un creux (112) s'étendant entre le tube coulissant (17) et la face extérieure de l'arbre (12), ce canal (111) amenant également du lubrifiant dans une chambre (113) de la pièce d'attache (18) ;

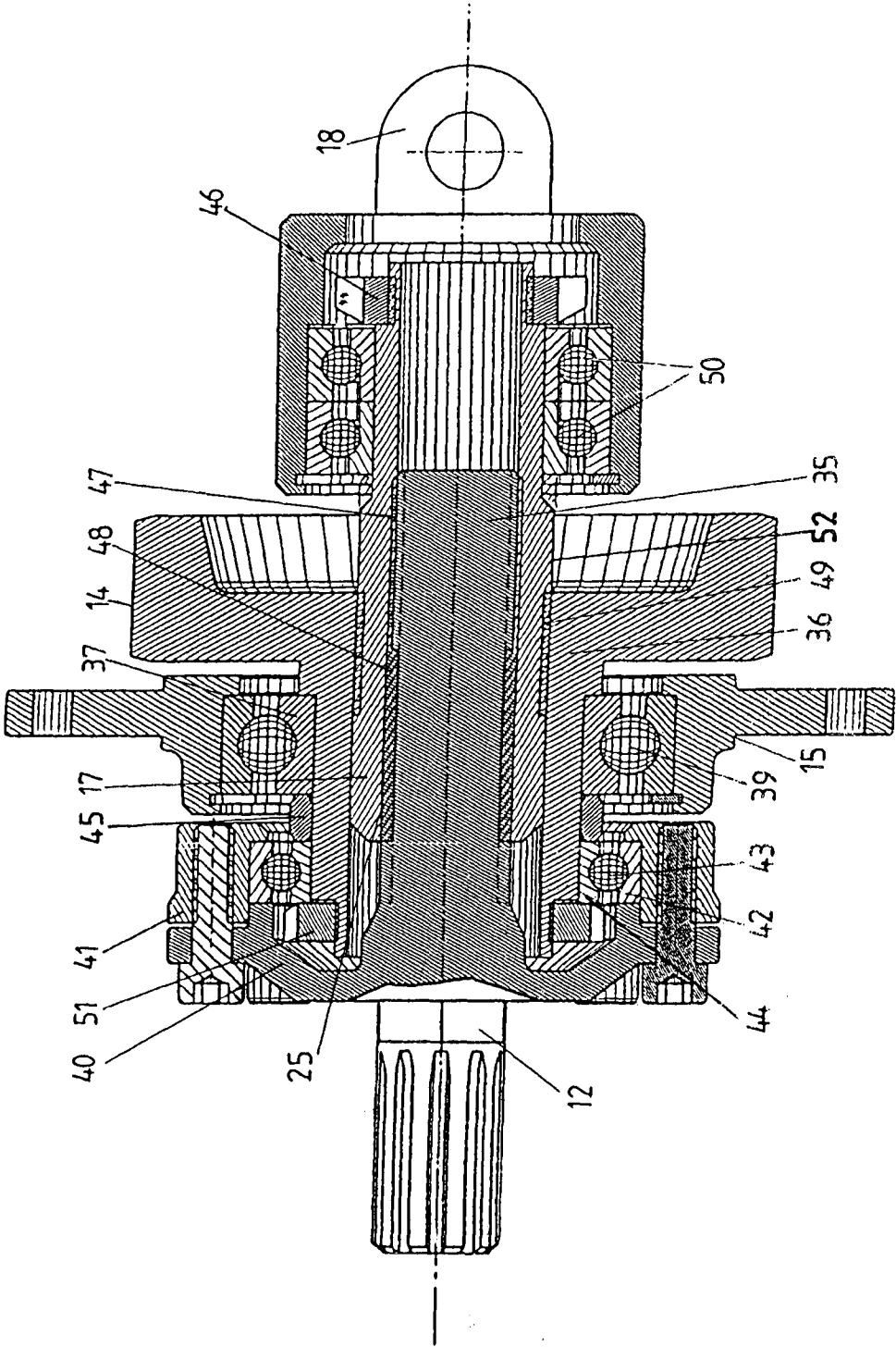
20 en ce qu'un canal (114) s'étendant dans la bague intérieure des roulements (50) entre la chambre (113) et la face intérieure des roulements, ce canal amenant du lubrifiant entre les paires de roulements (50, 50bis), le lubrifiant pouvant alors s'échapper des roulements (50, 50bis),

25 en ce que le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne (100) de l'arbre d'accouplement (12) comprend un ou des passages permettant au lubrifiant de s'échapper hors de la transmission à calage variable (10) après le passage de lubrifiant au moins par la bague interne (50) s'étendant entre la pièce d'attache (18) et le tube coulissant (17), et

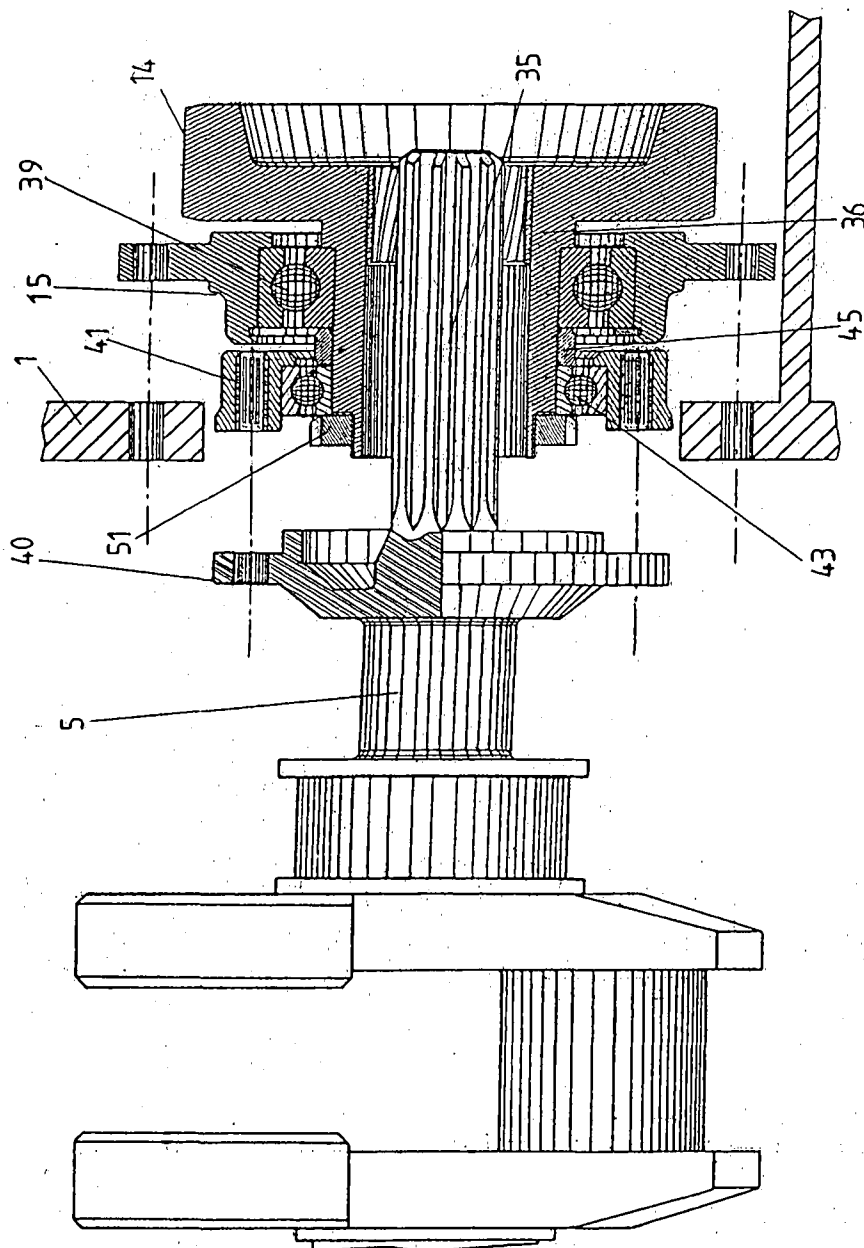
30 en ce que le système de canaux et/ou de passages reliés directement et/ou indirectement au canal interne de l'arbre d'accouplement (12) est agencé pour assurer l'écoulement de lubrifiant par la force centrifuge créée par la rotation de l'arbre d'accouplement (12).

I/IV

Figure 1

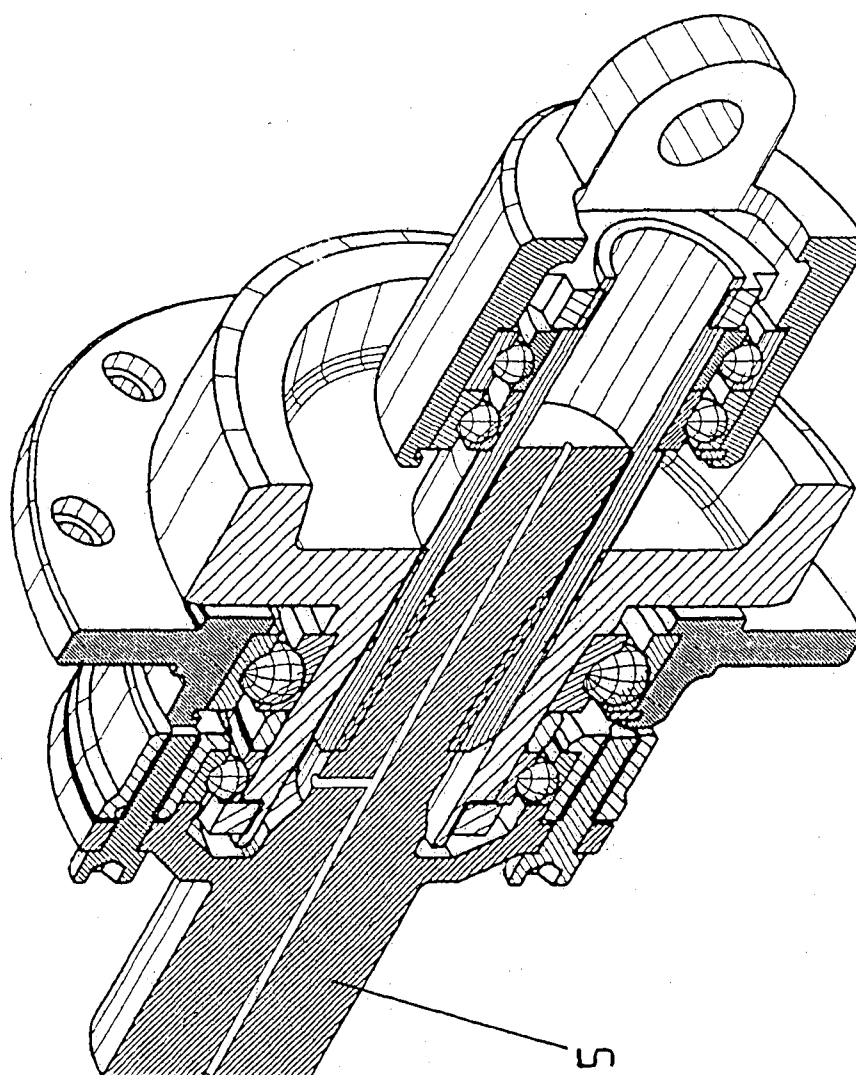


II/IV  
Figure 2



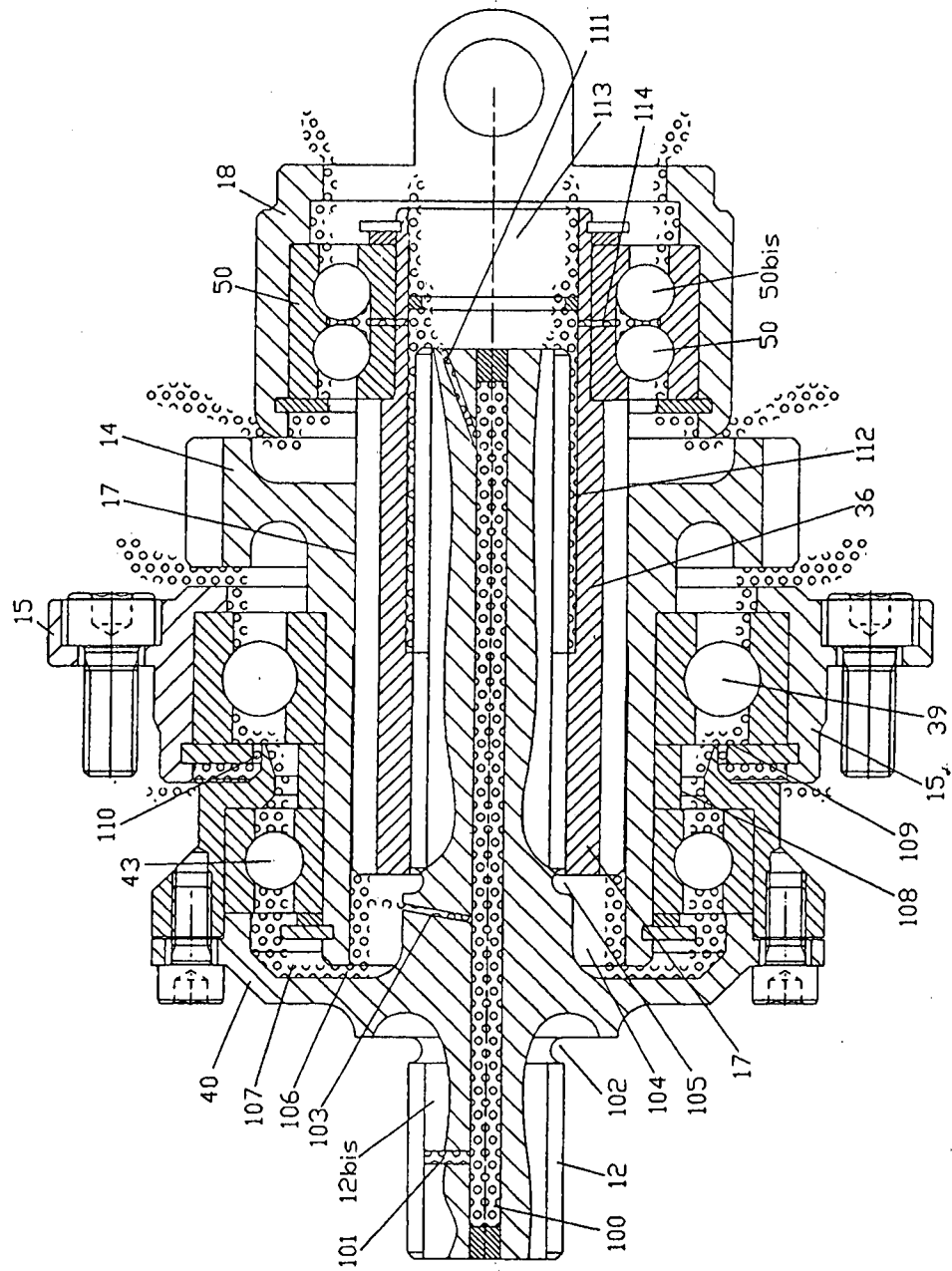
III/IV

Figure 3



IV/IV

Figure 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2012/001193

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. F02B75/04 F02B75/22 F16D3/10 F16C33/66<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>F02B F01L F16D F16C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EP0-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                           | Relevant to claim No.                                                                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WO 2007/082355 A1 (VAN AVERMAETE GILBERT LUCIEN C [LU]) 26 July 2007 (2007-07-26)<br>cited in the application<br>the whole document<br>----- | 1-15                                                                                                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | US 4 334 720 A (SIGNER HANS R)<br>15 June 1982 (1982-06-15)<br>abstract<br>figures                                                           | 1-15                                                                                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -----<br>US 6 409 464 B1 (FISHER KENNETH LEE [US] ET AL) 25 June 2002 (2002-06-25)<br>abstract<br>figures<br>-----                           | 1-15                                                                                                                          |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div> |                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| Date of the actual completion of the international search<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">20 September 2012</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              | Date of mailing of the international search report<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">27/09/2012</div> |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                              | Authorized officer<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Matray, J</div>                                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2012/001193

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date         |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| WO 2007082355                             | A1                  | 26-07-2007                 | BE 1016961 A3 06-11-2007    |
|                                           |                     |                            | CN 101371019 A 18-02-2009   |
|                                           |                     |                            | EP 1977097 A1 08-10-2008    |
|                                           |                     |                            | ES 2341301 T3 17-06-2010    |
|                                           |                     |                            | US 2009020103 A1 22-01-2009 |
|                                           |                     |                            | WO 2007082355 A1 26-07-2007 |
| -----                                     |                     |                            |                             |
| US 4334720                                | A                   | 15-06-1982                 | NONE                        |
| -----                                     |                     |                            |                             |
| US 6409464                                | B1                  | 25-06-2002                 | NONE                        |
| -----                                     |                     |                            |                             |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2012/001193

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. F02B75/04 F02B75/22 F16D3/10 F16C33/66<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>F02B F01L F16D F16C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                    | no. des revendications visées                                                                                                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 2007/082355 A1 (VAN AVERMAETE GILBERT LUCIEN C [LU])<br>26 juillet 2007 (2007-07-26)<br>cité dans la demande<br>le document en entier<br>----- | 1-15                                                                                                                                        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 4 334 720 A (SIGNER HANS R)<br>15 juin 1982 (1982-06-15)<br>abrégé<br>figures<br>-----                                                         | 1-15                                                                                                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 6 409 464 B1 (FISHER KENNETH LEE [US] ET AL)<br>25 juin 2002 (2002-06-25)<br>abrégé<br>figures<br>-----                                        | 1-15                                                                                                                                        |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div> |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">20 septembre 2012</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">27/09/2012</div> |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                   | Fonctionnaire autorisé<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Matray, J</div>                                            |

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2012/001193

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication      |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| WO 2007082355                                   | A1                     | 26-07-2007                              | BE 1016961 A3 06-11-2007    |
|                                                 |                        |                                         | CN 101371019 A 18-02-2009   |
|                                                 |                        |                                         | EP 1977097 A1 08-10-2008    |
|                                                 |                        |                                         | ES 2341301 T3 17-06-2010    |
|                                                 |                        |                                         | US 2009020103 A1 22-01-2009 |
|                                                 |                        |                                         | WO 2007082355 A1 26-07-2007 |
| -----                                           |                        |                                         |                             |
| US 4334720                                      | A                      | 15-06-1982                              | AUCUN                       |
| -----                                           |                        |                                         |                             |
| US 6409464                                      | B1                     | 25-06-2002                              | AUCUN                       |
| -----                                           |                        |                                         |                             |