

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 24.06.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.12.05 Bulletin 05/52.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN Société anonyme — FR et MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE SA — CH.

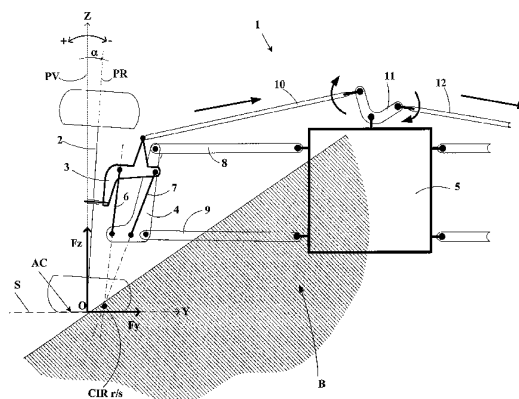
72) Inventeur(s) : SERRA LOIC.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN.

54) DISPOSITIF DE SUSPENSION.

57) L'invention concerne un dispositif de suspension pour véhicule comportant des moyens de carrossage (3, 6, 7) qui confèrent aux roues (2) de rayon "R" un degré de liberté de carrossage par rapport aux éléments de suspension (4, 8, 9), les roues étant liées aux éléments de suspension de manière à ce que le mouvement de carrossage de chaque roue admette, autour d'une position moyenne de la roue, un centre instantané de rotation (CIR r/s), ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de liaison en carrossage (10, 11, 12) permettant de lier les mouvements de carrossage d'une roue avec ceux de l'autre roue et qu'il est configuré en outre de manière à ce que, Y et Z étant respectivement les abscisse et ordonnée de la position instantanée dudit centre instantané de rotation dans le plan de carrossage, ladite position instantanée vérifie, pour un carrossage nul de la roue, la condition (B) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.12158 * R$.



FR 2 872 089 - A1



-1-

La présente invention concerne la liaison au sol des véhicules, en particulier les dispositifs de suspension, et plus particulièrement le guidage des roues.

La demande internationale WO 01/72572 décrit un dispositif de support de roue permettant un
5 degré de liberté de carrossage de la roue par rapport aux éléments de suspension. Ce degré de liberté est contrôlé soit de manière active, par exemple par un vérin en fonctions de paramètres de roulage du véhicule, soit de manière passive par les efforts qui s'exercent sur la roue. Les demandes de brevet EP1247663 et EP1275534 décrivent d'autres principes mécaniques d'un dispositif de suspension et de support de roue permettant un fonctionnement similaire.

10

On appelle "plan de roue" le plan, lié à la roue, qui est perpendiculaire à l'axe de la roue et qui passe par le milieu du pneumatique. La position angulaire du plan de roue par rapport à la caisse du véhicule est définie par deux angles, l'angle de carrossage et l'angle de braquage. L'angle de carrossage d'une roue est l'angle qui sépare, dans un plan transversal
15 perpendiculaire au sol, le plan de roue du plan médian du véhicule. Cet angle est positif lorsque la partie supérieure de la roue s'écarte du plan médian vers l'extérieur du véhicule, on parle alors couramment de "carrossage" ou de "carrossage positif". A l'inverse, lorsque cet angle est négatif, on parle de "contre-carrossage" ou de "carrossage négatif". On emploiera indifféremment « carrossage » ou « angle de carrossage » par la suite.

20

L'angle de braquage d'une roue est l'angle qui sépare, dans un plan horizontal parallèle au sol, le plan de roue du plan médian du véhicule.

Le plan de carrossage est le plan dans lequel s'effectue le carrossage. C'est le plan vertical,
25 transversal par rapport au véhicule et passant par le centre de l'aire de contact statique. Lorsque la roue a un angle de braquage nul, le plan de carrossage contient l'axe de la roue.

Dans la demande WO 01/72572 qui expose également le contexte général de l'invention, il est proposé, pour les systèmes passifs, que le centre instantané de rotation du mouvement de
30 carrossage de la roue par rapport aux éléments de suspension soit situé sous le plan du sol afin que les efforts transversaux qui agissent dans l'aire de contact génèrent un couple tendant à incliner le plan de la roue dans le sens souhaité (ce centre instantané de rotation est désigné "premier centre instantané de rotation" dans le document WO 01/72572). Cependant, bien que les efforts transversaux génèrent, sous cette condition, un couple suivant l'axe de carrossage
35 qui tend à incliner la roue dans le sens souhaité, l'efficacité en terme de variation de carrossage

-2-

est très différente selon les configurations mises en œuvre. Pourtant dans la pratique, la sensibilité des variations de carrossage en fonction des efforts transmis dans l'aire de contact est un critère important. En effet, on recherche généralement à concevoir un système de suspension tel que la variation passive de carrossage soit prévisible, stable et satisfaisante en termes d'inclinaison maximale. Ceci est particulièrement important pour les véhicules très performants destinés en particulier à la compétition automobile. Pour ces véhicules, la recherche de la performance absolue passe par une optimisation de l'adhérence longitudinale et transversale. Cette optimisation n'est possible que si l'angle de carrossage de la roue est à tout moment proche de l'idéal pour le fonctionnement du pneumatique. Un carrossage idéal en matière d'adhérence du pneumatique est un carrossage permettant d'optimiser l'homogénéité de la répartition de pression dans l'aire de contact, c'est à dire permettant par exemple de compenser l'effet, sur la répartition de pression dans l'aire de contact, qu'ont les déformations latérales du pneumatique lorsqu'il est en dérive (typiquement au cours d'un virage).

Un objectif de l'invention est donc un dispositif de suspension à carrossage variable dont le fonctionnement passif soit amélioré.

L'invention propose pour cela un dispositif de suspension pour véhicule comportant des moyens de carrossage qui confèrent aux roues de rayon "R" un degré de liberté de carrossage par rapport aux éléments de suspension, les roues étant liées aux éléments de suspension de manière à ce que le mouvement de carrossage de chaque roue admette, autour d'une position moyenne de la roue, un centre instantané de rotation, ledit dispositif comportant des moyens de liaison en carrossage permettant de lier les mouvements de carrossage d'une roue avec ceux de l'autre roue et étant configuré en outre de manière à ce que, Y et Z étant respectivement les abscisse et ordonnée de la position instantanée dudit centre instantané de rotation dans le plan de carrossage, ladite position instantanée vérifie, pour un carrossage nul de la roue, la condition suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.12158 * R$.

De préférence, le dispositif de suspension de l'invention est configuré de manière à ce que ladite condition est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -1°, de préférence encore de 0° à -2°, de préférence encore de 0° à -3°, de préférence encore de 0° à -3°, de préférence encore de 0° à -4°, de préférence encore de 0° à -5° et ainsi de suite dans la mesure du débattement de carrossage visé.

35

-3-

De préférence, le dispositif est configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -1° , vérifie en outre la condition suivante:
 $Z \leq 0.75 * Y - 0.1562 * R$.

- 5 De préférence, le dispositif est configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -2° , vérifie en outre la condition suivante:
 $Z \leq 0.75 * Y - 0.1908 * R$.

- 10 De préférence, le dispositif est configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -3° , vérifie en outre la condition suivante:
 $Z \leq 0.75 * Y - 0.2255 * R$.

- 15 De préférence, le dispositif est configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -4° , vérifie en outre la condition suivante:
 $Z \leq 0.75 * Y - 0.2601 * R$.

- 20 De préférence, le dispositif est configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -5° , vérifie en outre la condition suivante:
 $Z \leq 0.75 * Y - 0.2947 * R$.

- 25 En effet, il est apparu de manière surprenante que le déplacement du centre instantané de rotation au cours du mouvement de carrossage doit être contenu dans des limites d'autant plus réduites que la course de carrossage utile visée est importante.

- 30 De préférence, le dispositif de suspension selon l'invention est configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage nul de la roue, ledit centre instantané de rotation se situe sensiblement au niveau du sol et à une distance "d" du plan de roue vers l'intérieur du véhicule. De la sorte, les variations de carrossage sont essentiellement fonction des efforts verticaux agissant sur la roue dans l'aire de contact, c'est à dire des variations de charge.

- De préférence, le dispositif est configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage nul de la roue, ladite position instantanée vérifie la condition suivante: $Y > 0.125 * R$. De préférence encore, le dispositif est configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage

-4-

nul de la roue, ladite position instantanée vérifie la condition suivante:

$$Z \geq -0.75 * Y + 0.12158 * R$$

De préférence, les moyens de carrossage comporte un porte-roue et des biellettes articulées en
5 leurs parties inférieures aux éléments de suspension et en leurs parties supérieures audit porte-roue.

De préférence, le dispositif de suspension comprend en outre des moyens de verrouillage afin de permettre le blocage du mouvement de carrossage en fonction, par exemple, de
10 l'accélération transversale subie par le véhicule.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens de carrossage conférant au porte-roue un degré de liberté de carrossage par rapport aux éléments de suspension comprennent une triple charnière fonctionnant selon trois axes sensiblement longitudinaux liée
15 d'une part au porte-roue et d'autre part aux éléments de suspension comme décrit dans la demande internationale PCT/EP2003/014937.

L'invention concerne également un véhicule comprenant un tel dispositif de suspension.

20 La présente description sera mieux comprise à la lecture des figures jointes qui illustrent l'invention en particulier sur la base des principes mécaniques exposés dans la demande WO 01/72572. Ces exemples ne sont naturellement pas limitatifs.

La figure 1 représente schématiquement en vue longitudinale plane le principe d'un dispositif
25 de suspension selon l'invention.

La figure 2 représente schématiquement en vue longitudinale plane un mode de réalisation préféré du dispositif de suspension selon l'invention.

30 La figure 3 représente schématiquement en vue longitudinale plane le principe d'un dispositif de suspension selon l'invention lorsque le carrossage de la roue varie.

La figure 4 représente un agrandissement d'une partie de la figure 3

-5-

Les figures 5, 6 et 7 représentent schématiquement en vue longitudinale plane des exemples de mode de réalisation du dispositif de suspension selon l'invention.

A la figure 1, on a représenté un dispositif de suspension 1 selon l'invention. Le dispositif comprend différents éléments destinés à maintenir le plan PR d'une roue 2, par rapport à la caisse 5 d'un véhicule. La roue 2, de rayon « R », est en appui sur le sol S par l'intermédiaire de son aire de contact AC. Le rayon R (également appelé "rayon écrasé") est la distance entre le sol S et l'axe de la roue lorsque la roue est verticale (carrossage nul) et porte sa charge statique nominale de fonctionnement. Le porte-roue 3 est lié à la caisse 5 par des moyens (4, 6, 7, 8, 9) lui permettant deux degrés de liberté. Le mouvement de carrossage de la roue 2 est permis par une liaison du porte-roue 3 avec le support intermédiaire 4 par des biellettes pivotantes 6 et 7 articulées en leurs parties inférieures aux éléments de suspension (4, 8, 9) et en leurs parties supérieures au porte-roue 3. Le mouvement de débattement de suspension est permis par une liaison du support intermédiaire 4 avec la caisse 5 par des bras (ou des triangles) supérieur 8 et inférieur 9. Ainsi, le dispositif de suspension 1 est configuré de manière à conférer au porte-roue, par rapport à la caisse 5, d'une part un degré de liberté de carrossage puisque le porte-roue peut s'incliner par rapport aux éléments de suspension et par conséquent par rapport à la caisse et d'autre part un degré de liberté de débattement de suspension puisque le porte-roue peut effectuer des mouvements sensiblement verticaux de façon connue en soi, par exemple à la manière des systèmes « multi-bras » ou « double triangle ». Le ressort de suspension ou tout autre dispositif permettant de porter la charge n'a pas été représenté ici.

En outre, le système de suspension de l'invention comporte des moyens de liaison (10, 11, 12) qui lient les mouvements de carrossage de la roue 2 avec ceux de la roue opposée (non représentée). Les moyens de liaison peuvent prendre par exemple la forme représentée ici d'un poussoir 10 commandé par le porte-roue 3 et agissant par l'intermédiaire d'un basculeur 11 sur un poussoir opposé 12 lié au porte-roue de la roue opposée. La configuration géométrique des poussoirs et du basculeur peut être adaptée afin d'obtenir un comportement déterminé du carrossage d'une roue par rapport à l'autre en fonction du sens de variation. En effet, il peut par exemple être intéressant d'obtenir une variation différente du carrossage de chaque roue (intérieure et extérieure) dans une courbe. Un principe de l'invention est de combiner l'énergie transmise par le sol à chaque roue pour obtenir une variation cohérente du carrossage des deux roues de l'essieu indépendamment de la proportion d'énergie transmise à chaque roue isolément. Des moyens de blocage ou de contrôle peuvent également intervenir sur cette

-6-

liaison. Par exemple, un dispositif de verrouillage peut empêcher les mouvements de carrossage en deçà d'un seuil déterminé d'accélération transversale afin de stabiliser le véhicule en ligne droite.

- 5 Le mouvement de carrossage de la roue 2 (ou du porte-roue 3) par rapport au support intermédiaire 4 admet un centre instantané de rotation (CIR r/s). Dans ce mode de réalisation, la position de ce centre instantané de rotation est déterminée par l'intersection des axes des bielles 6 et 7 qui lient le porte-roue 3 au support intermédiaire 4. La figure 1 représente le dispositif de suspension dans une position moyenne de la roue correspondant à la position
10 statique du dispositif de suspension lorsque le véhicule porte sa charge nominale sur un sol plat. Le carrossage statique est ici représenté sensiblement nul, c'est à dire que le plan de roue PR correspond au plan vertical PV passant par le centre de l'aire de contact AC et parallèle au plan médian du véhicule.
- 15 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le centre instantané de rotation du mouvement de carrossage de la roue par rapport aux éléments de suspension (CIR r/s) est situé dans cette position moyenne à une distance "d" du plan de roue PR et sensiblement au niveau du sol. Ceci est représenté schématiquement à la figure 2. Dans ce mode de réalisation préféré, les variations de carrossage sont essentiellement liées aux variations des efforts verticaux (Fz)
20 qui agissent sur la roue dans l'aire de contact (AC). Sur un véhicule de compétition automobile, une distance "d" de l'ordre de 40 mm peut dans ce cas être suffisante pour obtenir les variations de carrossage souhaitées dans les virages. De préférence encore, le centre instantané de rotation reste contenu dans le secteur A au cours du débattement de carrossage visé.
- 25 On voit bien sur la figure 2 que la charge verticale Fz portée par la roue crée un couple tendant à faire pivoter le porte-roue 3, autour du centre instantané de rotation (CIR r/s), vers l'intérieur du véhicule mais les moyens de liaison (10, 11, 12) empêchent tout mouvement de carrossage aussi longtemps que la charge verticale portée par la roue opposée est identique. Lorsque la charge portée par une roue augmente par rapport à la charge portée par l'autre, les roues
30 s'inclinent, vers l'intérieur du véhicule pour la roue la plus chargée et vers l'extérieur pour l'autre roue. Ce mode de réalisation préféré du système de suspension de l'invention est donc sensible à la variation relative de la charge portée par chaque roue de l'essieu, c'est à dire à ce que l'on appelle communément le "transfert de charge". Le fait que ce transfert de charge induise généralement du roulis de caisse n'est pas pertinent. D'ailleurs, même en l'absence de
35 roulis (par exemple dans le cas d'un véhicule sans suspension ou équipé d'une suspension active

-7-

capable de compenser le roulis), la variation de carrossage recherchée a bien lieu. Un avantage supplémentaire de ce mode de réalisation de l'invention est qu'il peut être insensible aux variations de charge aérodynamique très importantes sur certains véhicules, en particulier en compétition. La liaison permettant un centre instantané de rotation au niveau du sol doit
5 nécessairement être virtuelle (par exemple par un système à biellettes 6 et 7) mais dans la partie supérieure de la zone A, on peut adopter des systèmes de variation de carrossage à pivot matériel fixe.

La figure 3 représente le mode de réalisation de la figure 1 lorsque la roue 2 adopte un angle de
10 carrossage α négatif (contre-carrossage). En effet, le plan de roue PR est incliné vers l'intérieur du véhicule d'un angle α par rapport au plan vertical de référence PV. Cette inclinaison peut être occasionnée par la combinaison d'un effort vertical F_z et d'un effort transversal F_y appliqué dans l'aire de contact AC. Sur la figure 3, F_y est orienté vers l'intérieur du véhicule. Ceci correspond par exemple au cas de la roue qui se trouve du côté extérieur au virage lorsque
15 le véhicule suit une trajectoire courbe. Cependant, le carrossage de la roue 2 est également fonction des efforts qui s'exercent sur l'autre roue de l'essieu du fait des moyens de liaison en carrossage (10, 11, 12).

Selon l'invention, la zone B représente la partie du plan de carrossage dans laquelle doit se
20 situer le centre instantané de rotation (CIR r/s) du degré de liberté de carrossage lorsque la roue est dans sa position moyenne à carrossage nul. Cette caractéristique est détaillée plus loin dans la description de la figure 4.

Les mouvements de carrossage du porte-roue peuvent également être "simulés" c'est à dire
25 imposés par des efforts appliqués sur la roue ou directement sur le porte-roue 3 alors que le support intermédiaire 4 est maintenu fixe par rapport à la caisse 5 et par rapport au sol S. On peut ainsi contrôler, mesurer, analyser le fonctionnement cinématique du système de suspension. Comme on l'a vu, sur cet exemple, le centre instantané de rotation (CIR r/s) est le point d'intersection des axes des biellettes (6, 7) qui définissent la cinématique des
30 mouvements du porte-roue 3 par rapport au support intermédiaire 4. La position de ce point est variable lors des mouvements de carrossage du porte-roue comme on le voit en comparant par exemple les figures 2 et 3.

La figure 4 permet d'illustrer plus en détail les caractéristiques préférées de l'invention. On a
35 représenté en pointillé sur la figure 4 le déplacement, l'évolution de la position du centre

-8-

instantané de rotation (CIR r/s) au cours du débattement de carrossage. Selon une caractéristique préférée de l'invention, le dispositif de support est configuré de manière à ce que l'évolution du centre instantané de rotation soit contenue dans une partie bien définie du plan de carrossage. Cette partie B du plan de carrossage est limitée par une droite " D_0 ". Cette

5 partie B du plan est en fait un demi-plan. Dans la suite de la présente description, on désignera donc une telle partie du plan par le terme "demi-plan". Un demi-plan donné est donc une partie du plan de carrossage dans laquelle doit se situer, selon l'invention, le centre instantané de rotation pour un angle de carrossage donné ou au cours d'un débattement de carrossage donné.

10 La figure 4 représente également, dans le plan de carrossage, le repère orthogonal (OY, OZ) utilisé pour exprimer à l'aide de coordonnées cartésiennes les caractéristiques préférées de l'invention concernant les positions du centre instantané de rotation (CIR r/s). Ce repère est centré d'une part sur le plan vertical PV (équivalent au plan de roue PR lorsque ce dernier est vertical, voir figure 1) et d'autre part sur le plan du sol S. L'abscisse Y correspond donc à la

15 position horizontale par rapport au plan de référence PV et l'ordonnée Z correspond à la position verticale par rapport au sol S. L'abscisse Y est positive vers l'intérieur du véhicule et négative vers l'extérieur. L'ordonnée Z est positive lorsque le point considéré se situe au dessus du sol S et négative lorsqu'il se situe en dessous. Dans ce repère, on peut porter les profils des biellettes 6 et 7. Les biellettes sont articulées en leur partie inférieure aux éléments de

20 suspension (4) et en leur partie supérieure au porte-roue 3. Comme on l'a vu plus haut, le mouvement de la partie supérieure des biellettes crée le degré de liberté de carrossage du porte-roue par rapport aux éléments de suspension. Le mouvement de carrossage du porte-roue a lieu autour du centre instantané de rotation (CIR r/s) dont la position évolue à chaque instant au cours du mouvement de carrossage. La position du centre instantané de rotation correspond

25 donc, tout au long du mouvement de carrossage, à des coordonnées Y et Z variables. Cette variation dépend de la position et de l'orientation des biellettes dans le plan de carrossage. Ce graphique (au même titre que les figures précédentes) peut représenter une vue de derrière de la partie gauche de la suspension d'un véhicule selon l'invention. L'intérieur du véhicule se trouve donc à droite de la figure et l'extérieur se trouve à gauche. Sur la figure 4, on a

30 représenté schématiquement en pointillé la courbe d'évolution du centre instantané de rotation. On a porté sur cette courbe les points correspondant à la position du centre instantané de rotation pour un angle de carrossage de 0° , -2° , -4° . Les positions de la roue 2, du porte roue 3 et des biellettes 6 et 7 sont représentées pour un carrossage de -4° .

Dans cette représentation, le demi-plan B est la partie du plan de carrossage délimitée par la droite D_0 . La droite oblique D_0 contient tous les points tels que $Z = aY + b$, "a" étant la pente de D_0 et "b" étant l'ordonnée à l'origine de D_0 . Le demi-plan B peut donc être défini par l'inégalité suivante: $Z \leq aY + b$

5

Le demi-plan B délimité par la droite D_0 représente schématiquement la partie du plan de carrossage dans laquelle doit selon l'invention être situé, le centre instantané de rotation pour un carrossage nul ($\alpha = 0$) de la roue.

10 De préférence, le demi-plan B représente en outre la partie du plan de carrossage dans laquelle doit être situé, selon l'invention, le centre instantané de rotation au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -1° .

Si le dispositif est conçu pour avoir un débattement de carrossage utile couvrant au moins
15 l'intervalle de 0° à -2° , le demi-plan B est également la partie du plan de carrossage dans laquelle doit être situé, de préférence, le centre instantané de rotation au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -2° .

Si le dispositif est conçu pour avoir un débattement de carrossage utile couvrant au moins
20 l'intervalle de 0° à -3° , le demi-plan B est de préférence également la partie du plan de carrossage dans laquelle doit être situé le centre instantané de rotation au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -3° et ainsi de suite.

Ce mode de représentation graphique permet de bien visualiser la signification des
25 caractéristiques concernant l'évolution des différentes positions du centre instantané de rotation. Cette représentation est tout à fait équivalente aux critères employés dans les revendications de la présente demande et qui sont exprimés sous la forme de conditions sur les coordonnées cartésiennes (horizontales Y et verticales Z) du centre instantané de rotation dans le plan de carrossage.

30

Les différents secteurs et zone sont ouverts, c'est à dire qu'ils s'étendent à l'infini. En conséquence, plus le centre instantané de rotation d'une configuration est éloigné sous le sol et/ou vers l'intérieur du véhicule, plus l'évolution acceptable selon les critères exposés précédemment peut être importante. Cependant, des critères secondaires comme par exemple
35 la variation de voie ou de demi-voie, l'encombrement ou la masse du système dissuadent

l'homme du métier de choisir des configurations où le centre instantané de rotation est trop éloigné du sol.

Selon l'invention, le centre instantané de rotation se situe de préférence dans le demi-plan B tout au long d'un débattement de carrossage. Cependant, si le débattement du dispositif est limité par une butée de course ou une contrainte constructive de même effet, la configuration géométrique de base du dispositif de support (en particulier la position et l'orientation des biellettes) doit de préférence satisfaire tout de même aux conditions exprimées par le demi-plan B, c'est à dire que le débattement considéré peut être en partie théorique, virtuel.

10

On a représenté également schématiquement les limites D_1 , D_2 , D_3 , D_4 et D_5 des demi-plans B correspondant aux caractéristiques de position du centre instantané de rotation pour des angles de contre-carrossage donnés, respectivement de -1° , -2° , -3° , -4° et -5° . La configuration représentée satisfait au critère correspondant à la limite D_2 puisque la position du centre instantané de rotation pour un carrossage de -2° est comprise dans le demi-plan B limité par D_2 . En revanche, dans cet exemple la position pour un carrossage de -4° n'est pas contenue dans le demi-plan B limité par la droite correspondante (D_4).

On peut transposer ce qui vient d'être dit pour le demi-plan B à la définition de la partie A du plan de carrossage illustrée à la figure 2. En fait, cette partie A que l'on peut voir comme un secteur tronqué du plan de carrossage est limitée par trois droites. Le secteur A du plan de carrossage peut donc par exemple être défini par les conditions suivantes sur les abscisse (Y) et ordonnée (Z) de la position du centre instantané:

- $Y > 0.125 * R$
- $Z \leq 0.75 * Y - 0.12158 * R$
- $Z \geq -0.75 * Y + 0.12158 * R$

A la figure 5 on a représenté un autre mode de réalisation de l'invention. Sur cet exemple, la fonction du support intermédiaire (référéncé 4 sur la figure 1) est assurée directement par le bras inférieur 9. Ce bras peut être trapézoïdal (en forme de A) ou en forme de L et ainsi reprendre tous les efforts à l'exception de l'effort vertical (F_z). En d'autre termes, un tel bras est articulé par une liaison pivot à la caisse 5 et une autre liaison pivot au porte-roue 3. Alternativement, les efforts longitudinaux, d'enroulement et/ou de braquage peuvent être repris par un poussoir 10 lui-même en forme de triangle ou de trapèze. Dans ce cas, le bras inférieur 9 peut alors être lié à la caisse par une liaison rotule seulement (et non pivot). Dans les deux cas,

la charge verticale est reprise par un système de poussoir ("push-rod" 13) et transmise à un ressort 15 par l'intermédiaire d'un basculeur 14. Les autres éléments sont repris de la figure 1 sans modification.

5 A la figure 6 on a représenté un autre mode de réalisation de l'invention. Sur cet exemple, un certain nombre de liaisons pivot est assuré par des zones flexibles prévus sur des pièces monoblocs. Par exemple, ici les biellettes 6 et 7 sont des extensions solidaires du bras inférieur 9. Les zones flexibles (16 et 17) situées aux extrémités inférieures des biellettes permettent de définir un centre instantané de rotation (CIR r/s) au niveau du sol. De même, les
10 poussoirs 10 et 12 et le basculeur 11 sont reliés entre eux et à la caisse 5 par des zones flexibles (18, 19, 20) pour former une pièce unique. Les autres éléments sont repris de la figure 5 sans modification.

A la figure 7 on a représenté un autre mode de réalisation de l'invention. Il diffère
15 principalement de celui de la figure 4 par son mode de liaison entre les éléments de suspension et le porte-roue. Ici, la liaison pivot du porte-roue 3 vis à vis du bras inférieur 9 (qui constitue le support intermédiaire comme sur les figures 5 et 6) est régie par une zone flexible (21). Ainsi, les biellettes sont supprimées et le porte-roue 3 est solidaire du bras (ou trapèze) 9. La
20 définition précise du centre instantané de rotation (CIR r/s) dépend alors en particulier de la géométrie de la zone flexible (21).

Une particularité intéressante de l'invention est qu'elle est applicable à tous les schémas de suspensions connus puisque l'on ajoute à ces systèmes existants des éléments supplémentaires permettant un degré de liberté de carrossage en plus du degré de liberté de suspension existant.
25 Par exemple, l'invention peut bien sûr trouver son application sur la base des systèmes de suspension MacPherson ou dérivés comme décrit dans la demande WO 01/72572 et en particulier aux figures 2 et 3 de ce document. Dans ce cas la partie inférieure de la jambe de force constitue le support intermédiaire sur lequel est articulé le porte-roue. Les principes de l'invention peuvent également être appliqués en combinaison avec les moyens de carrossage
30 décrits dans les demandes de brevet EP1247663, EP1275534, PCT/EP2003/014937, FR2002/16947, FR2002/15685 ou PCT/EP2003/014066.

Les moyens de liaison en carrossage (10, 11, 12) sont de préférence des moyens mécaniques simples tels que ceux décrits sur les figures de la présente demande. Cependant, des moyens
35 différents, par exemple utilisant des vérins hydrauliques ou électriques dont les mouvements

-12-

sont liés entre eux peuvent être utilisés et présenter des avantages par exemple en termes d'encombrement.

Le système de suspension de l'invention peut être mis en œuvre sur un essieu directeur ou non directeur, moteur ou non moteur. En particulier, il représente un intérêt certain en compétition automobile et sur le marché des véhicules de tourisme sportifs.

Afin de vérifier qu'un dispositif de support ou de suspension satisfait à un critère donné concernant la variation de la position de son centre instantané de rotation, on peut utiliser la méthode suivante:

1- déterminer la géométrie du système lorsque la suspension porte sa charge nominale statique, c'est à dire relever la position dans le plan de carrossage des points d'articulation des biellettes, du plan de roue PR, du plan du sol S et mesurer le rayon écrasé R (pour un angle de carrossage nul et un pneumatique à sa pression d'utilisation normale).

2- Construire la courbe d'évolution du centre instantané de rotation dans le plan de carrossage. Ceci peut être fait par exemple de manière théorique à partir de la configuration relevée à l'étape 1. Cela peut également être fait de manière expérimentale en imposant artificiellement la variation de carrossage au porte-roue afin de balayer le débattement de carrossage visée (par exemple de 0° à -3°) et en relevant au fur et à mesure les positions des biellettes pour en déduire ensuite les positions correspondantes du centre instantané de rotation. Pour appliquer la méthode expérimentale, le support intermédiaire (ou le cas échéant le triangle inférieur) doit être maintenu immobile par rapport au sol S et au plan de référence PV par exemple en le fixant sur un banc de mesure (marbre). La roue ou le pneumatique est alors avantageusement démonté(e). La méthode expérimentale peut être limitée par la présence de butées ou autres contraintes constructives. Dans ce cas, on doit utiliser la méthode théorique au moins pour la partie non accessible du débattement concerné.

3- comparer graphiquement ou numériquement l'évolution ainsi définie avec les critères déterminés en fonction du rayon R constaté.

Revendications

- 5 1. Dispositif de suspension pour véhicule comportant des moyens de carrossage (3, 6, 7) qui confèrent aux roues (2) de rayon "R" un degré de liberté de carrossage par rapport aux éléments de suspension (4, 8, 9), les roues étant liées aux éléments de suspension de manière à ce que le mouvement de carrossage de chaque roue admette, autour d'une position moyenne de la roue, un centre instantané de rotation (CIR r/s), ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de liaison en carrossage (10, 11, 12) 10 permettant de lier les mouvements de carrossage d'une roue avec ceux de l'autre roue et qu'il est configuré en outre de manière à ce que, Y et Z étant respectivement les abscisse et ordonnée de la position instantanée dudit centre instantané de rotation dans le plan de carrossage, ladite position instantanée vérifie, pour un carrossage nul de la roue, la condition (B, D₀) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.12158 * R$.
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1 configuré de manière à ce que ladite condition (B, D₀) est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -1°.
- 20 3. Dispositif selon la revendication 1 configuré de manière à ce que ladite condition (B, D₀) est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -2°.
4. Dispositif selon la revendication 1 configuré de manière à ce que ladite condition (B, D₀) est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -3°.
- 25 5. Dispositif selon la revendication 1 configuré de manière à ce que ladite condition (B, D₀) est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -4°.
6. Dispositif selon la revendication 1 configuré de manière à ce que ladite condition (B, D₀) est en outre vérifiée au cours d'un débattement de carrossage de 0° à -5°.
- 30 7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -1°, vérifie en outre la condition (B, D₁) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.1562 * R$.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -2° , vérifie en outre la condition (B, D₂) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.1908 * R$.
- 5 9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -3° , vérifie en outre la condition (B, D₃) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.2255 * R$.
- 10 10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -4° , vérifie en outre la condition (B, D₄) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.2601 * R$.
- 15 11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré de manière à ce que la position dudit centre instantané de rotation, pour un carrossage de -5° , vérifie en outre la condition (B, D₅) suivante: $Z \leq 0.75 * Y - 0.2947 * R$.
- 20 12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage nul de la roue, ledit centre instantané de rotation se situe sensiblement au niveau du sol et à une distance "d" du plan de roue (PR) vers l'intérieur du véhicule.
- 25 13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage nul de la roue, ladite position instantanée vérifie la condition (d) suivante:
- $Y > 0.125 * R$
- 30 14. Dispositif selon l'une des revendications précédentes configuré en outre de manière à ce que, pour un carrossage nul de la roue, ladite position instantanée vérifie la condition (A) suivante:
- $Z \geq -0.75 * Y + 0.12158 * R$
- 35 15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel les moyens de carrossage comporte un porte-roue (3) et des biellettes (6, 7) articulées en leurs parties inférieures aux éléments de suspension (4) et en leurs parties supérieures audit porte-roue.

16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes comprenant en outre des moyens de verrouillage afin de permettre le blocage du mouvement de carrossage en fonction, par exemple, de l'accélération transversale subie par le véhicule.

5

17. Véhicule comprenant le dispositif de suspension selon l'une des revendications précédentes.

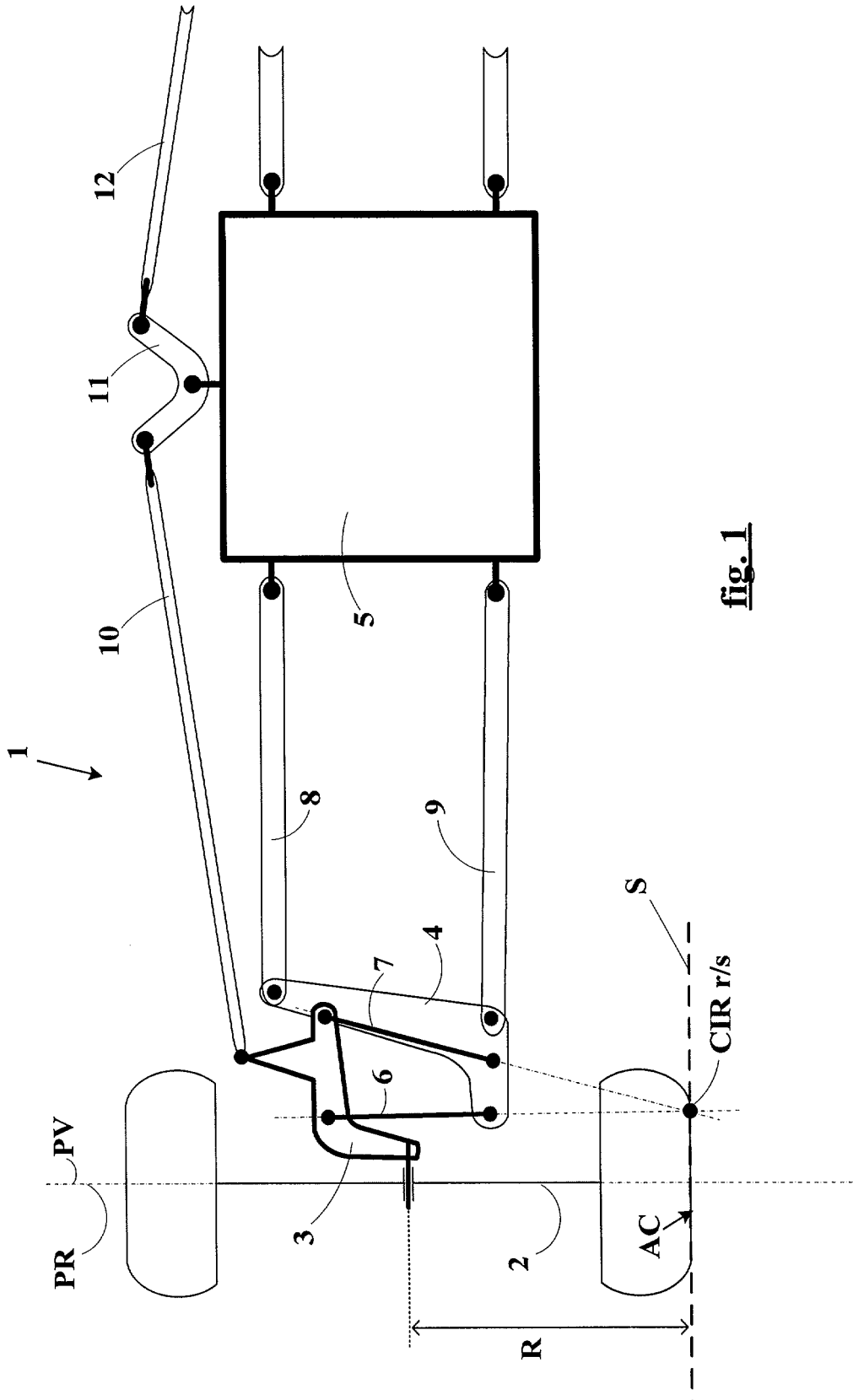


fig.1

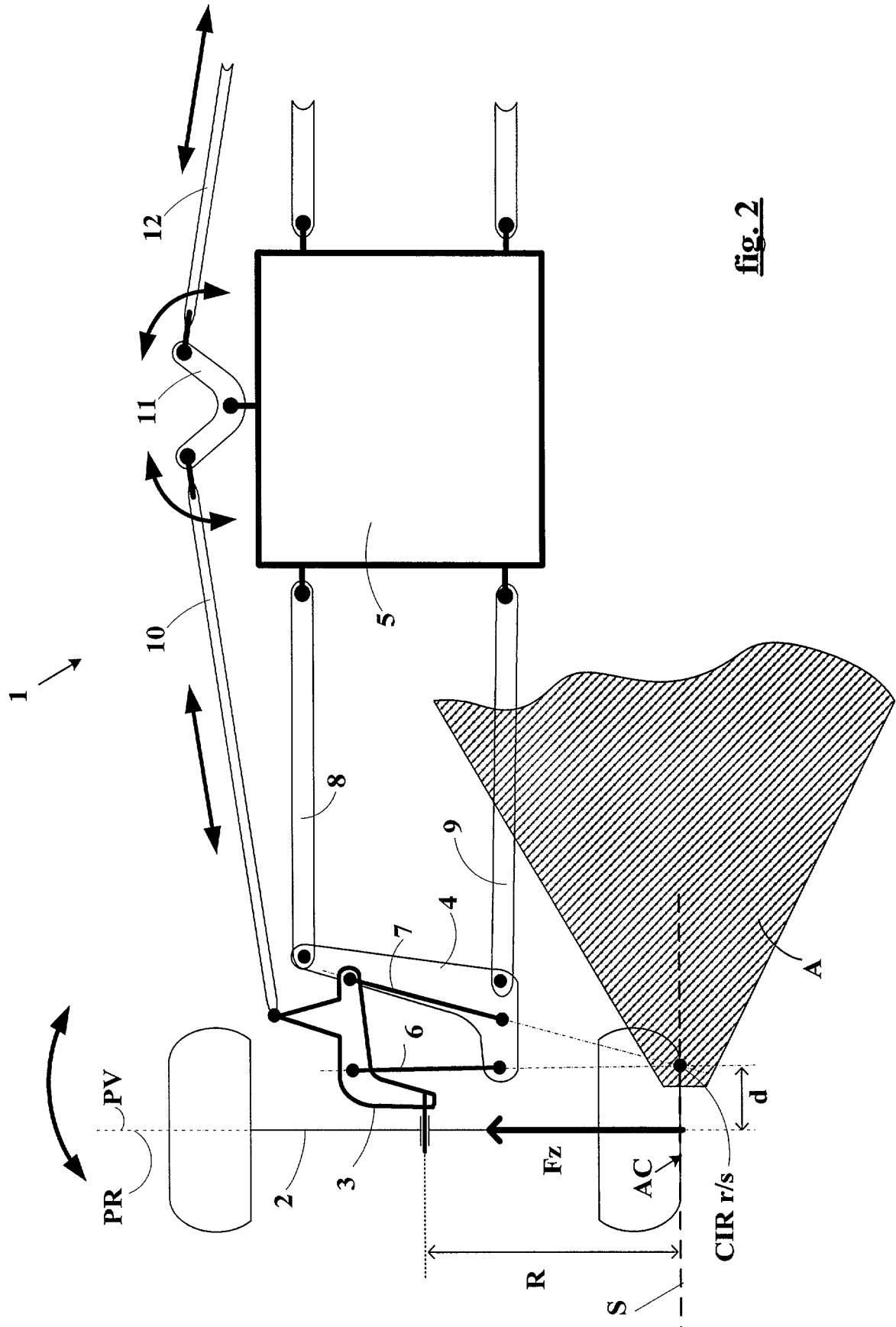


fig. 2

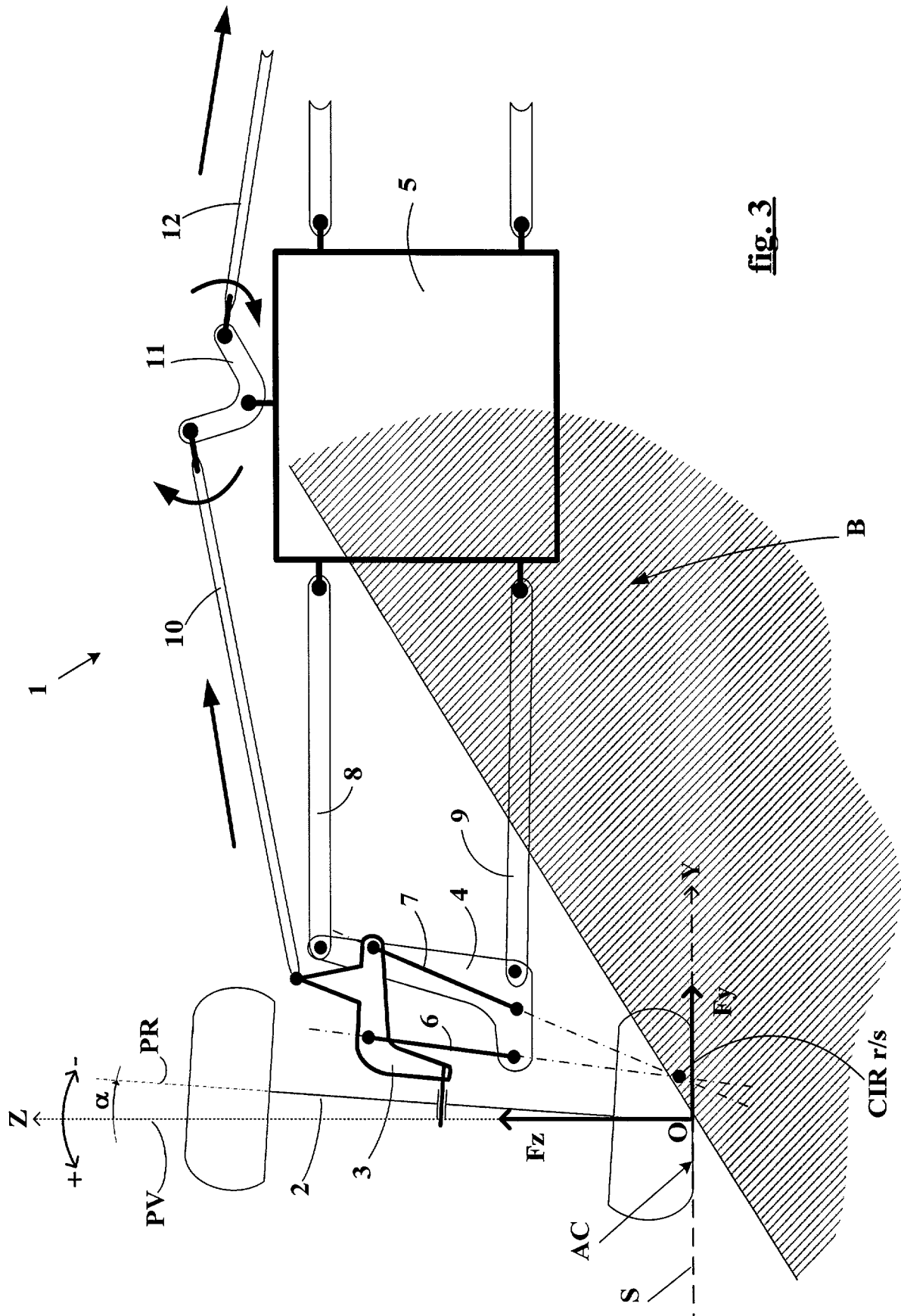


fig. 3

6/7

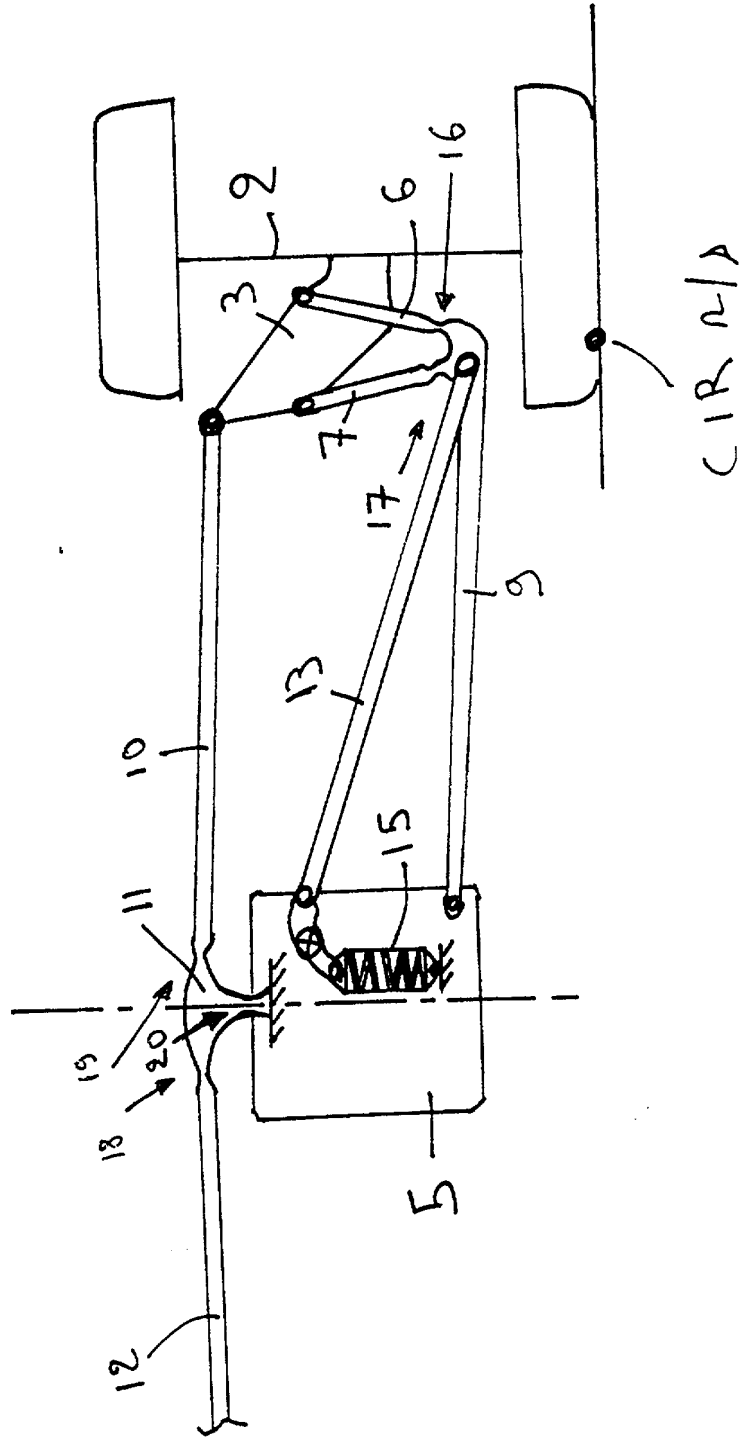


Fig. 6

7/7

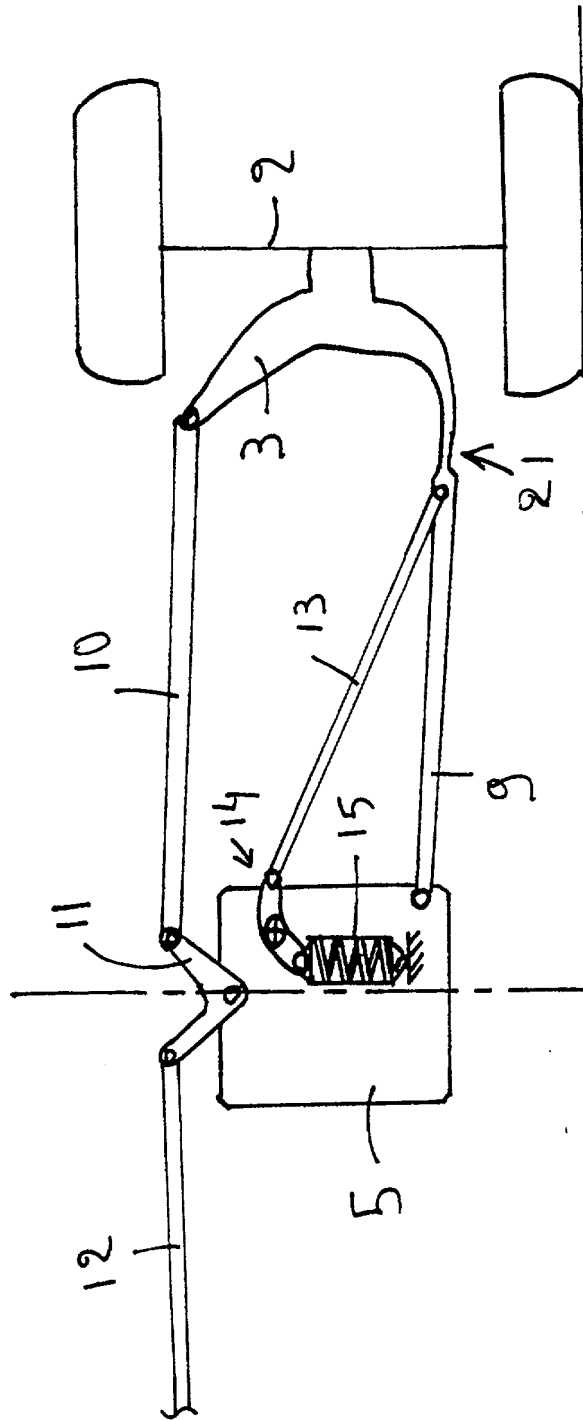


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 654396
FR 0406930

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	WO 01/72572 A (MICHELIN RECH TECH ; MICHELIN SOC TECH (FR); SERRA LOIC (FR); TETAZ CH) 4 octobre 2001 (2001-10-04) * page 3, ligne 16 - ligne 20; figure 5 *	1-17	
A	FR 2 819 752 A (MICHELIN SOC TECH) 26 juillet 2002 (2002-07-26) * page 3, ligne 13 - ligne 30; figure 5 *	1-17	
A	FR 2 806 693 A (MICHELIN & CIE) 28 septembre 2001 (2001-09-28) * page 2, ligne 15 - page 3, ligne 20; figure 5 *	1-17	
D,A	EP 1 275 534 A (MICHELIN RECH TECH ; MICHELIN SOC TECH (FR)) 15 janvier 2003 (2003-01-15) * alinéa [0058] - alinéa [0060]; figure 1 *	1-17	
D,A	EP 1 247 663 A1 (SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN; MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A) 9 octobre 2002 (2002-10-09) * le document en entier *	1-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B60G B62D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		27 janvier 2005	Savelon, 0
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0406930 FA 654396**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-01-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0172572 A	04-10-2001	FR 2806693 A1	28-09-2001
		FR 2819752 A1	26-07-2002
		AU 6381101 A	08-10-2001
		WO 0172572 A2	04-10-2001
		EP 1276656 A2	22-01-2003
		JP 2003528771 T	30-09-2003
		US 2003071430 A1	17-04-2003

FR 2819752 A	26-07-2002	FR 2819752 A1	26-07-2002
		AU 6381101 A	08-10-2001
		WO 0172572 A2	04-10-2001
		EP 1276656 A2	22-01-2003
		JP 2003528771 T	30-09-2003
		US 2003071430 A1	17-04-2003

FR 2806693 A	28-09-2001	FR 2806693 A1	28-09-2001
		AU 6381101 A	08-10-2001
		WO 0172572 A2	04-10-2001
		EP 1276656 A2	22-01-2003
		JP 2003528771 T	30-09-2003
		US 2003071430 A1	17-04-2003

EP 1275534 A	15-01-2003	FR 2827222 A1	17-01-2003
		EP 1275534 A1	15-01-2003
		JP 2003118338 A	23-04-2003
		US 2003011157 A1	16-01-2003

EP 1247663 A1	09-10-2002	FR 2823149 A1	11-10-2002
		FR 2833234 A1	13-06-2003
		JP 2003002024 A	08-01-2003
		US 2002171216 A1	21-11-2002
