

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

①① N° de publication : **3 037 865**

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

②① N° d'enregistrement national : **15 55850**

⑤① Int Cl⁸ : **B 60 G 11/02** (2017.01), **B 62 K 25/04**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ SUSPENSION DE VEHICULE DE TYPE CYCLE, DOTE E D'UN ELEMENT ELASTIQUE PERMETTANT L'OBTENTION D'UNE COURBE DE COMPRESSION STATIQUE OPTIMALE, ELEMENT ELASTIQUE OPTIMISE POUR UNE TELLE SUSPENSION.

②② Date de dépôt : 25.06.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.12.16 Bulletin 16/52.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 13.07.18 Bulletin 18/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : ALFANO MATTHIEU — FR.

⑦② Inventeur(s) : ALFANO MATTHIEU.

⑦③ Titulaire(s) : M-OTION ENGINEERING.

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.

FR 3 037 865 - B1



Suspension de véhicule de type cycle, dotée d'un élément élastique permettant l'obtention d'une courbe de compression statique optimale, élément élastique optimisé pour une telle suspension

5

Domaine technique de l'invention

Le domaine technique de l'invention est celui des suspensions de véhicule, notamment celui des suspensions de cycles telles que celles destinées à se placer en montage de la roue directrice du cycle, et/ou en montage de la roue arrière du cycle.

10

Etat de la technique et ses inconvénients

La suspension de véhicules, notamment des cycles, a pour but de pallier les irrégularités de la surface sur laquelle se déplace le véhicule en en diminuant l'impact sur l'engin, en évitant la fatigue mécanique, une usure excessive, en maintenant le contact entre les roues et le sol malgré ses irrégularités et en améliorant le confort de conduite.

15

Une suspension est composée nécessairement d'un système de dissipation d'énergie garantissant l'amortissement du choc, classiquement assuré par du laminage hydraulique ou du frottement mécanique, et d'un système élastique s'opposant au déplacement de la roue et garantissant son retour au point d'équilibre.

20

Le système élastique doit permettre de faiblement s'opposer au déplacement de la roue autour de sa position d'équilibre afin de garantir une grande sensibilité sur les petits chocs (filtration des vibrations) mais aussi être capable de s'opposer fermement aux chocs plus importants afin d'éviter le phénomène de talonnement, c'est-à-dire l'arrivée en butée de la suspension qui ne joue alors plus son rôle. La visualisation de l'effort (en N) du système élastique en opposition au déplacement de la roue en l'absence de dissipation d'énergie (i.e sans considérer le système de dissipation d'énergie) est appelé courbe de compression statique (ou traction dans le cas d'un système élastique « tiré »). On parle alors de comportement statique de la suspension.

25

D'après ce qui précède, une courbe de compression statique optimale doit présenter des parties plus ou moins linéaire, progressive ou régressive afin d'assurer le comportement désiré sur la plage de déplacement de la roue disponible appelé débattement.

30

Les systèmes élastiques classiquement utilisés sont des ressorts sollicités en flexion (ressort hélicoïdale ou lame de flexion) ou des ressorts pneumatiques sollicités en compression. Les premiers présentent un comportement statique quasi linéaire qui engendre des problèmes de talonnement. Les seconds présentent un comportement statique exponentiel qui ne permet pas d'optimiser l'ensemble du débattement disponible.

35

Dans tous les cas, il est nécessaire d'ajouter des éléments mécaniques (typiquement un ensemble biellette/basculeur) ou de conjuguer différents éléments élastiques afin d'obtenir une courbe de compression satisfaisante. L'ajout de ces pièces engendre une augmentation du poids de la suspension, un plus grand nombre de pièces et une plus grande complexité qui nuit à la fiabilité
5 de l'ensemble et rend difficile son intégration.

Ainsi, le document FR3004415 prévoit une suspension à quadrilatère déformable, doté d'un amortisseur indépendant lié à une pièce de renvoi d'effort appelée basculeur, elle même reliée à la fourche par l'intermédiaire d'une pièce de liaison de type biellette.

10 Ce montage avec ces différentes pièces de liaison supplémentaires permet d'améliorer la progressivité de la courbe de compression de l'amortisseur pour tendre vers une courbe de compression optimale.

Cependant, l'ajout d'autant de pièces supplémentaires (notamment biellettes/basculeur et leurs
15 moyens de liaison) entraîne notamment un certain surpoids, une baisse de fiabilité, une baisse de longévité, un encombrement accru.

Les éléments élastiques classiquement utilisés, et ne permettant pas l'obtention d'une courbe de compression/traction optimale, sont :

20 - les ressorts, hélicoïdaux ou à lames, qui subissent un déplacement mécanique correspondant à une compression d'un point de vue macroscopique (elles passent d'un état de repos dans lequel leurs extrémités sont les plus éloignées, et correspondant à un état initial non sollicité de la suspension, jusqu'à un état actif dans lequel leurs extrémités sont rapprochées élastiquement, état actif coïncidant avec la compression de la suspension) et qui subissent localement et en chaque
25 point des contraintes de flexion pure. Ces éléments élastiques sont utilisés uniquement en flexion et présentent donc toujours la même rigidité (en petite déformation), ce qui engendre un comportement linéaire non optimal et donnent alors des courbes de compression linéaires et ainsi dépourvues des évolutions de la courbe optimale précitée,

- les ressorts pneumatiques dont l'élément assurant la fonction élastique (l'air) est encore utilisé
30 en compression, présentent la particularité d'engendrer une courbe de compression exponentielle et qui par nature sont très peu sensibles en début de course du fait de la pression pneumatique qui s'exerce sur les joints. De plus, ces éléments comportent un grand nombre de pièces, dont certaines en mouvement (frottement), nécessitent un entretien fréquent et présentent des défaillances de fiabilité (fuite, frottements, jeux, usure),

- les élastomères, mousses et autres matériaux souples qui doivent être intégrés à un ensemble mécanique, permettent un débattement très limité, et définissent une courbe de compression non optimale.

5

Exposé de l'invention

La présente invention a pour but de proposer un système de suspension dépourvu des inconvénients de l'art antérieur et permettant de définir une courbe de compression se rapprochant d'une courbe idéale ou optimale, sans impliquer de problèmes de surpoids, fiabilité, longévité ou d'encombrement.

L'invention vise à résoudre ce problème en proposant un système de suspension d'une roue d'un véhicule comprenant :

- deux parties en mobilité relative telles que deux segments d'un quadrilatère déformable d'une suspension de cycle, dont les mouvements sont liés au déplacement de la roue (débattement)
 - une lame élastique comprenant deux moyens de liaison mécanique respectivement aux deux parties en mobilité relative et présentant une élasticité en flexion au moins dix fois supérieure à l'élasticité en traction et étant déformable élastiquement entre :
 - un état de repos dans lequel la lame présente un profil incurvé, et
 - un état d'extension maximal, dans lequel la lame présente un profil longiligne dont la longueur correspond à celle de la fibre neutre de ladite lame,
 - en passant par des états d'extension intermédiaires dans lesquels la lame présente des profils de moins en moins incurvés,
- le système de suspension étant déformable entre :
- un état initial dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration de proximité et la lame occupe l'état de repos incurvé
 - un état de compression de la suspension dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration d'écartement et sollicitent la lame par ses moyens de liaison à un état d'extension.

Ainsi, la suspension selon l'invention sollicite le moyen élastique (la lame souple) de façon différente de la façon dont il est sollicité dans les suspensions classiques afin de créer un transfert progressif de sollicitation en flexion de faible rigidité vers une sollicitation en traction de forte rigidité. La déformation de ce moyen élastique reste bien entendu une déformation élastique mais la rigidité de ce moyen élastique évolue en fonction de l'intensité de la sollicitation et la courbe de comportement n'est alors pas linéaire, même en l'absence d'éléments

supplémentaires rapportés. Autrement dit, l'élément élastique de la suspension selon l'invention est choisi de telle sorte qu'il ne subisse pas uniquement des contraintes de flexion sur toute la gamme de sollicitations, mais une évolution de ces contraintes lorsque les sollicitations augmentent, depuis des contraintes de flexion pour des sollicitations de faibles intensités, vers des contraintes de traction pour les sollicitations d'intensités élevées et donc une réponse non linéaire en termes de rigidité. Ce mécanisme s'opère parfaitement dans le cas d'une lame initialement courbe que l'on vient tendre/tirer.

Le dispositif selon l'invention peut par ailleurs présenter l'une et/ou l'autre des caractéristiques suivantes :

- 10 - l'état de compression du système comprend un état de compression maximal dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration écartées au maximum l'une de l'autre et sollicitent la lame par ses moyens de liaison à son état d'extension maximal.
- 15 - lesdits moyens de liaison présentent chacun au moins un degré de liberté en rotation selon un axe normal au plan médian de ladite lame.
 - lesdits moyens de liaison présentent chacun un seul degré de liberté en rotation selon un axe normal au plan médian de ladite lame.
- 20 - la lame est réalisée en un matériau composite comprenant des fibres formant une boucle fermée entourant des inserts formant les moyens de liaison aux parties en mobilité relative
 - le profil de ladite lame présente au moins deux sens de flexion opposés.
- 25 - le profil de ladite lame présente un seul sens de flexion.
 - le profil de ladite lame présente un rayon de courbure non constant.
- 30 - le profil de ladite lame présente une épaisseur non constante.
 - la lame présente au moins une zone s'étendant, de manière cumulée, sur moins de 10% de la longueur, et présentant une raideur au moins 10% supérieure à la raideur moyenne dans les autres zones.

35

- ladite lame présente un profil défini par la combinaison d'un profil principal présentant au moins un rayon de courbure R1 et d'un profil secondaire de rayon de courbure R2 inférieur à la moitié du rayon de courbure R1.

5 - ladite lame est symétrique par rapport au plan médian.

- lesdites parties en mobilité sont prévues sur un quadrilatère déformable .

10 - lesdites parties en mobilité sont prévues sur un quadrilatère déformable comprenant quatre pivots, les moyens de liaison de la lame à deux parties en mobilité relative de la suspension comprenant au moins un pivot du quadrilatère et/ou au moins un pivot monté sur l'un des segments du quadrilatère ou sur un prolongement de l'un des segments du quadrilatère.

15 - lesdites parties en mobilité sont prévues sur un triangle de cadre de cycle et un bras oscillant relié par un pivot à ce triangle, et à l'axe de rotation d'une roue du cycle, les moyens de liaison de la lame à deux parties en mobilité relative de la suspension comprenant au moins un pivot supplémentaire C, coïncidant avec l'un des sommets du triangle ou rapporté sur l'un des segments du triangle et/ou au moins un pivot monté sur le bras oscillant ou un prolongement du bras oscillant.

20

- les extrémités de la lame sont reliées mécaniquement respectivement à deux parties en mobilité relatives d'un dispositif amortisseur.

L'invention concerne également la lame du système de suspension ci-dessus.

25

Présentation des figures

D'autres données, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description non limitée qui suit, en référence à :

30 - la figure 1 annexée qui représente un diagramme illustrant les courbes de compression/traction obtenues pour un ressort hélicoïdal ou une lame fléchie (courbe repérée par des carrés pleins), un ressort pneumatique (courbe repérée par des cercles) et un mode de réalisation d'une lame tirée selon l'invention (courbe repérée par des croix) schématiquement ,

35 - la figure 2 qui représente la lame composite tirée utilisée au sein de la suspension selon l'invention, selon un premier mode de réalisation dans lequel cette lame comprend deux

rayons de courbures différents, et illustrant les moyens de liaison de cette lame aux parties de suspension s'écartant l'une de l'autre lors de la compression de la suspension, constitués dans l'exemple représenté d'inserts métalliques,

- la figure 3 qui illustre par une vue en perspective la tranche de la lame selon l'invention, faisant apparaître une variation de l'épaisseur de la lame, selon un second mode de réalisation possible,
- les figures 4 à 9 illustrent par différentes vues, une lame selon un troisième mode de réalisation de l'invention :
 - vue en perspective de trois-quart de dessus de la lame composite dans son état de repos (figure 4)
 - vue analogue à celle de la figure 4 et faisant figurer le plan médian de la lame (figure 5)
 - une vue en section de la lame suivant le plan médian (figure 6)
 - une vue de dessus de la lame dans son état de repos (figure 7)
 - une vue en perspective de trois-quart de dessus de la lame composite dans un état d'extension intermédiaire (figure 8)
 - une vue en perspective de trois-quart de dessus de la lame composite dans son état d'extension maximal dans lequel l'entre axe présente la même longueur que la longueur de la fibre neutre de la lame (figure 9)
- la figure 10 illustre une représentation schématique de la lame composite selon l'invention utilisée dans les figures suivantes,
- les figures 11A, 11B, 11C ; 12A, 12B ; 13A, 13B ; 14A, 14B ; 15A, 15B représentent schématiquement l'intégration de la lame composite selon l'invention selon cinq configurations possibles au sein d'une suspension avant d'un cycle (figures 11A, 11B, 11C ; 12A, 12B) et au sein d'une suspension arrière d'un cycle (figures 13A, 13B ; 14A, 14B ; 15A, 15B)
- les figures 16A et 16B montrent schématiquement l'association de la lame souple de la suspension selon l'invention à un amortisseur.

30 Description détaillée d'un exemple de réalisation

L'invention telle que représentée sur la figure 11B concerne une suspension de véhicule (un cycle dans les exemples illustrés) munie d'une lame déformable sollicitée en étirement entre deux points de la suspension s'écartant l'un de l'autre lors de la compression de la suspension, afin de définir une courbe de compression se rapprochant d'une courbe de compression/traction

optimale.

Dans l'exemple illustré sur les figures 11A, 11B, 11C ; 12A, 12B, l'avant du vélo se situe vers la gauche et la suspension est constituée de quatre éléments reliés entre eux par quatre liaisons pivots (A), (B), (C) et (D).

- 5 Ces quatre éléments définissent :
- la platine supérieure AB: reliée au cadre via le pivot de direction 1
 - le bras inférieur ODC
 - le bras supérieur AD
 - la biellette BC

10 En outre, cette suspension inclut l'axe de rotation de la roue avant O.

Les pivots A et B du pivot de fourche 1 sont situés de part et d'autre de l'axe de la liaison pivotante entre le pivot de fourche 1 et le cadre du cycle (non représenté).

La disposition des pivots permet à cette suspension d'être de type quadrilatère déformable (c'est à dire qui n'est ainsi pas un parallélogramme, ce quadrilatère déformable étant idéalement du type de celle décrite dans le document EP 14 00 1362

Ce type de suspension permet avantageusement de placer les pivots (A), (B), (C) et (D) idéalement de telle sorte que la position du Centre Instantané de Rotation (CIR) de la fourche (3) par rapport au pivot de fourche (1), définie par l'intersection des droites (AD) et (CD), se situe à l'arrière - par rapport au sens de déplacement du cycle - de la trajectoire dessinée par l'axe de la roue avant. En l'occurrence, le quadrilatère comprend les deux segments opposés AD et BC qui divergent légèrement l'un vis à vis de l'autre en direction de la platine supérieure AB, et le segment CD est incliné vis à vis de la platine supérieure AB vers l'axe de rotation de la roue avant.

25 Selon l'invention, pour qu'une suspension de ce type présente une courbe de compression idéale, une lame déformable est installée entre tous points de la suspension s'éloignant l'un de l'autre lors de la compression de la suspension, résultant par exemple d'un choc subi par la roue avant lors du déplacement du cycle.

Le choix de l'emplacement de la lame dépend de l'espace volumique disponible, du delta de déplacement de la lame, des efforts engendrés.

Dans l'exemple illustré, conformément à la comparaison des figures 11A et 11C, la compression de la suspension telle que décrite ci-dessus provoque un pivotement de la fourche autour du pivot D (le point « O » s'élève, le point C s'élève moins vite que le point D, et le quadrilatère ABCD se déforme en conséquence autour des pivots A, B, C, D), pivotement duquel résulte un écartement mutuel des pivots (A) et (C) et un rapprochement des pivots (B) et (D).

Pour doter cette suspension d'un comportement se rapprochant de l'idéal lors de sa compression, l'invention prévoit de monter entre les deux pivots s'écartant l'un de l'autre lors de la compression de la suspension, (A) et (C), un élément élastique dont les deux extrémités sont montées respectivement sur ces deux pivots (A) et (C) et sont étirées lors de l'écartement de ces deux pivots.

Un homme du métier identifie facilement à partir de la figure 11A ou à partir d'une comparaison des figures avant et après sollicitation de la suspension (11B, 11C), quelles sont les parties de suspension qui d'écartent l'une de l'autre lorsque la suspension est sollicitée. En l'occurrence dans la configuration illustrée sur les figures 11A, 11B, 11C, les deux pivots A et C s'écartent l'un de l'autre. Ils ont donc été retenus comme les points de liaison avec les extrémités de la lame.

La lame déformable élastiquement 2 occupe un état de repos incurvé lorsque la suspension n'est pas sollicitée (figure 11B) et un état actif lorsque la suspension est sollicitée (comprimée (figure 11C)).

La lame 2 se retrouve ainsi « tirée » par ses extrémités lorsque la suspension est sollicitée.

Cette lame 2 mieux visible sur les figures 2 et 4 à 9, est par exemple formée d'un élément monobloc qui présente une rigidité en flexion (moment normal au plan médian) très inférieure (10, 1000 voire 10000 fois) à sa rigidité en traction (selon la direction de la fibre neutre). Une alternative à la structure monobloc de la lame est de la concevoir comme un assemblage d'une lame et de ses deux éléments de liaison, alternative présentant l'avantage d'être moins coûteuse que la lame monobloc.

Elle comprend un corps central se présentant sous la forme d'une bande épaisse, et des extrémités en forme de tronçon de cylindre creux, reliées aux bords transversaux d'extrémité de la bande parallèlement à leur axe de révolution. C'est dans l'âme creuse des extrémité que pourront être montés des inserts de liaison par exemple métalliques 7.

Plus précisément, au repos (figures 4 à 7), la lame 8 présente une courbure maximale (rayons de courbure les plus faibles), ses extrémités (coïncidant avec les pivots A et C) étant rapprochées au maximum l'une de l'autre.

Lorsqu'on exerce un effort de traction sur ses extrémités (figure 8) (i.e. sous l'effet de la compression de la suspension, dont résulte l'écartement l'un de l'autre des pivots A et C auxquels les extrémités de la lame sont fixées), les efforts de flexion (faible rigidité) sont prédominants et déforment la lame en l'allongeant progressivement (portions α et β de la courbe portant des croix de la figure 1). La rigidité apparente en traction de la lame est alors directement liée à sa rigidité en flexion (très faible).

Ensuite, en poursuivant les efforts d'écartement de ses extrémités 3, 4, le rayon de courbure du profile de la lame augmente, et les efforts de traction augmentent également (portion γ de la figure 1) jusqu'à ce que le rapport contrainte traction/contrainte flexion tende vers l'infini (portion δ de la figure 1), puisque c'est la fibre neutre de la lame qui est sollicitée (figure 9).

- 5 La rigidité apparente de la lame en traction augmente alors jusqu'à atteindre sa rigidité maximale égale à la rigidité en traction de la fibre neutre (Très supérieur à la rigidité en flexion , portion δ de la figure 1).


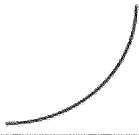




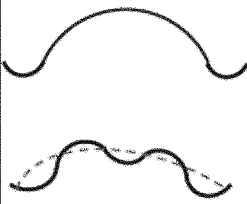

Conformément au tableau ci-dessous, le comportement de la lame permet ainsi d'obtenir des courbes de traction à la fois très sensible en début de mouvement et ferme à la fin et ainsi se

- 10 rapprocher d'une courbe traction/compression idéale contrairement aux autres solutions existantes, les pourcentages exprimés représentant le débattement de la fourche (0% = détente maximale ; 100% = compression maximale).

Type d'élément élastique	Les +	Les -
Ressort hélicoïdal et lames fléchies	- Bonne sensibilité (0%) - Compression linéaire (0-100%)	Talonnement (100%)
Ressort pneumatique	- Pas de talonnement (100%)	Peu sensible (à 0%)
Lame tirée (exemple de courbe possible)	- Très sensible (0%) - « horizontale » autour de la position d'équilibre (à 30%) - Linéaire dans la zone de fonctionnement (40-90%) - Pas de talonnement (100%)	

15 Variantes de réalisation de la lame

En outre, en modifiant le rayon de courbure de la lame, une infinité de courbes peuvent être obtenues :

Type de profil	Schéma	Courbe de traction	remarque
Circulaire $R = \text{cnste}$			
Rayon variable			On peut augmenter la progressivité
Rayons multiple			Permet de limiter l'encombrement.
Profil secondaire			Profil local ($r \ll R$ profil principal). Unique ou répétés. Permet de modifier le comportement de la lame une fois la déformation du profil principale établie. Par exemple, on peut ainsi diminuer l'effet « butée » en fin de course.

Egalement, la variation d'épaisseur influence directement la résistance à la flexion et modifie donc principalement le début de la courbe. On peut imaginer une variation locale, simple (telle que le rétrécissement d'épaisseur 6 illustré sur la figure 3), multiple ou progressive.

5

La largeur influence peu la flexion mais elle est définie selon des critères de résistance en traction. On peut donc utiliser une variation de largeur pour compenser par exemple une diminution locale d'épaisseur afin de conserver le même comportement en traction.

10 Dans le cas de l'utilisation de composite à base de fibres (carbone, verre, etc.) on désire garder le même nombre de fibres sur toute la longueur de la lame afin de ne pas les interrompre. On conserve alors nécessairement la même section (mm^2) sur toute la lame, ce qui impose une augmentation de la largeur en présence d'une réduction d'épaisseur.

15 Pour conserver intactes les propriétés de résistance mécanique des fibres, et donc de ne pas les interrompre, celles ci sont enroulées en continu autour d'inserts métalliques 7 représentés sur la figure 2 servant de moyens de liaison entre les extrémités 3, 4 de la lame et les parties de suspension qui s'écartent l'une de l'autre lors de la compression de la suspension.

Les inserts sont soit directement les axes de liaison soit les supports/connecteur de ces derniers.

En outre, étant donné que le matériau ne travaille pas de la même manière dans l'épaisseur de la lame, il a été avantageusement proposé une conception « sandwich » :

- la fibre neutre travaille uniquement en traction. Elle n'a aucune influence sur le comportement en flexion. Le matériau peut-être une fibre fine et très résistante à la traction (telle que le carbone haut module)
- la zone de surface est celle qui agit le plus sur les caractéristiques de flexion. Le matériau doit présenter une bonne élasticité et éventuellement une bonne résistance aux chocs, tel qu'un polymère haute performance, tels que les polyamides aromatiques.
- 10 - la zone intermédiaire peut présenter des contraintes complexes selon la conception de la lame. Cette zone peut participer à la dissipation d'énergie (mousses, élastomère, etc.) et permettre de filtrer des vibrations.

Une autre conception sandwich peut être proposée comme suit :

- 15 - cœur sans fibre en matériau «mou »/élastique, ex : élastomère
- fibres uniquement en surface. Les surfaces assureraient alors la résistance en traction. Elles pourraient être relativement rigides.

Lors de la flexion, les surfaces opposées de la lame se rapprocheraient et viendrait écraser le matériau mou du coeur. C'est alors la réaction en compression de ce cœur qui tendrait à
20 maintenir la lame dans sa forme initiale.

Afin de décupler (ou de créer) un effet amortisseur dans la suspension selon l'invention, un amortisseur classique peut être associé à la lame conformément aux figures 16A et 16B.

La lame est un élément élastique qui par définition se déforme et permet de recouvrer la position
25 initiale mais ne joue pas le rôle d'amortisseur. C'est-à-dire qu'elle ne dissipe/absorbe pas l'énergie (sauf conception sandwich particulière ci-dessus).

Un amortisseur classique (hydraulique ou à gaz) 8 est donc nécessairement associé à la lame dans le cadre d'une suspension. Si cette association n'est pas problématique, il est possible d'intégrer l'amortisseur 8 à la structure de la lame afin de réduire encore l'encombrement et le
30 nombre de pièces nécessaires selon le schéma suivant conformément aux figures 16A et 16B. Les extrémités 3, 4 de la lame 2 sont liées en mouvement avec respectivement l'extrémité de la tige du piston 9 et l'arrière de la paroi de fond du tube 11 dans lequel se débat le piston.

Une lame composite présentant l'un ou l'autre des profils, épaisseur, largeur variables précités,
35 associée ou non avec un amortisseur, peut être intégrée à une suspension avant de véhicule

conformément aux figures 11A à 12B et/ou à une suspension arrière conformément aux figures 13A à 15B.

Variantes d'implantation de la lame au sein de la suspension

5

Contrairement aux figures 11A à 11C dans lesquelles la lame est intégrée au quadrilatère et occupe une position que l'on pourrait qualifier de position haute, selon l'exemple illustré sur les figures 12A et 12B, la lame est disposée dans une « position basse ».

A cet effet, les extrémités 3, 4 de la lame sont montées respectivement sur un pivot
10 supplémentaire E positionné à l'extrémité E d'un bras DE prolongeant l'un des segments du quadrilatère (en l'occurrence le bras supérieur AD) et sur un pivot supplémentaire 11 positionné sur le bras inférieur OD. Lorsque la suspension est sollicitée et que l'extrémité O du bras inférieur monte, que ce bras inférieur OD pivote, et que le bras supérieur prolongé ADE pivote autour du pivot D, la lame 2 occupant initialement l'état de repos incurvé (figure 21A) voit ses
15 extrémités étirées sous l'effet de l'écartement l'un de l'autre de l'extrémité E du prolongement du bras supérieur AD, et le bras inférieur OD (figure 12B).

L'avantage de cette configuration basse de la lame par rapport à la précédente, est de pouvoir gérer la longueur du prolongement DE afin de réduire les efforts (effet bras de levier $L2/L1$) : la lame récupère les efforts qui s'appliquent au bras inférieur et en limite sa flexion.

20

Par ailleurs, contrairement aux figures 11A à 12B dans lesquelles la lame est disposée au sein de la suspension avant du cycle, les figures 13A à 15B représentent la lame implantée au sein d'une suspension arrière d'un cycle.

En l'occurrence, cette suspension est intégrée au sein d'un triangle ABC d'un VTT ou celui d'un
25 cadre d'une moto, ce triangle étant relié à l'axe de la roue arrière O par un bras oscillant OD autour d'un pivot D disposé sur le segment arrière BC du triangle ou toute autre partie fixe du cadre.

La lame selon l'invention peut être installée en tous point s'éloignant l'un de l'autre de la structure de la suspension lors de sa sollicitation (soulèvement de l'axe de rotation O de la roue
30 arrière et pivotement du bras oscillant OD autour du pivot D), le choix de son implantation dépendant de l'espace volumique disponible, du delta de déplacement de la lame, des efforts engendrés.

Dans l'exemple des figures 13A et 13B, la lame est interposée entre un pivot C coïncidant avec le sommet inférieur du triangle ABC ou toute autre partie fixe, et un pivot supplémentaire 12
35 rapporté sur le bras oscillant OD à proximité du pivot D.

Les avantages de cette configuration est qu'elle requiert un faible nombre de pièce pour l'intégration de la lame (uniquement le pivot supplémentaire 12 et le pivot C), ainsi que sa fiabilité.

Dans l'exemple des figures 14A, 14B, on a recourt à un prolongement DE du bras oscillant OD à l'intérieur du triangle ABC. La lame est interposée entre un pivot 13 coïncidant avec l'extrémité du prolongement DE, et un pivot supplémentaire 14 positionné sur le segment DB, les pivots 13 et 14 s'écartant l'un de l'autre lorsque la suspension est sollicitée.

L'avantage de cette configuration est notamment de gérer la longueur DE afin de réduire les efforts.

10

Dans l'exemple des figures 15A et 15B, la lame occupe une position « flottante » car aucune des extrémité n'est fixe par rapport au cadre du véhicule Plus précisément, dans cet exemple, deux segments supplémentaires 16 et 17 sont articulés deux à deux autour d'un pivot 18 par leurs extrémités jointives, et comprennent respectivement une extrémité articulée au moyen d'un pivot 21 à l'axe de rotation de la roue arrière. Les pivots D, 21, 18, 19 forment un quadrilatère déformable dont les deux segments OD et 17 s'écartent l'un de l'autre lorsque la suspension est sollicitée. C'est entre ces deux segments que la lame selon l'invention est montée au moyen de pivots 22.

Cette configuration est très utilisée avec des systèmes élastiques classiques car elle permet de gérer la progressivité de compression, mais elle n'est pas nécessaire dans le cas de l'utilisation d'une lame tirée de l'invention, mais tout à fait possible pour modifier au minimum les structures existantes tout en bénéficiant des apports de l'invention.

20

D'autres types de liaison des extrémités de la lame sont possibles :

axe A / axe B	Avantage	Inconvénient
Rotule / Rotule	- Aucun effort de torsion ne peut être transmis à la lame. Traction pure garantie	- La lame est libre autour de l'axe AB : vibration, bruit, interaction et usure prématuré des liaisons
Pivot / Rotule	- Solution isostatique => meilleur choix mécanique	
Pivot / Pivot	- Solution la plus simple en production et montage. Permet de réduire le coût et simplifie la conception.	- Peut retransmettre des efforts de torsion non désirables. La rigidité des pièces support doit être assurée et la lame doit présenter des dimensions adaptées (L>> >e)

25

L'utilisation d'une lame déformable, tirée durant la sollicitation de la suspension permet d'obtenir différents avantages parmi :

- l'intégration totale de la lame au sein du quadrilatère ou du triangle du cycle ou véhicule requérant un faible nombre de pièces, et ainsi une fiabilité accrue

30 - la possibilité de définir, en jouant sur les caractéristiques de la lame, une infinité de profil pour

la courbe de traction et d'augmenter ainsi les performances, le confort et l'adhérence

- le gain d'encombrement par rapport aux autres moyens élastiques (optimisation, design, intégration)

- gain de masse (nombreuses pièces en moins)

5 - la meilleure fiabilité (moins de pièces, moins de liaisons)

- l'absence d'entretien, du fait de l'absence de pièces supplémentaires élastiques type ressort pneumatique ou biellettes, basculeur, et donc de l'absence de pivot ou autres liaisons à entretenir et , du fait de l'absence de ressort pneumatique, l'absence de frottement et donc d'usure, et l'absence de joint à changer ou à entretenir

10 - pas de dérèglement possible

- la longévité (pas de pièces d'usure, pas de frottement)

- la possibilité de modifier le comportement de la suspension par simple échange de lames (sensibilité, débattement, raideur, progressivité, type d'utilisation, etc.)

REVENDICATIONS

1 – Système de suspension d'une roue d'un véhicule comprenant :

- deux parties en mobilité relative telles que deux segments d'un quadrilatère d'une suspension de cycle,
- une lame élastique comprenant deux moyens de liaison mécanique respectivement aux deux parties en mobilité relative et présentant une élasticité en flexion au moins dix fois supérieure à l'élasticité en traction et étant déformable élastiquement entre :

- o un état de repos dans lequel la lame présente un profil incurvé, et
- o un état d'extension maximal, dans lequel la lame présente un profil longiligne dont la longueur correspond à celle de la fibre neutre de ladite lame,
- o en passant par des états d'extension intermédiaires dans lesquels la lame présente des profils de moins en moins incurvés,

le système de suspension étant déformable entre :

- o un état initial dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration de proximité et la lame (2) occupe l'état de repos incurvé
- o un état de compression dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration d'écartement et sollicitent la lame (2) par ses moyens de liaison à un état d'extension,

caractérisé en ce que lesdites parties en mobilité sont prévues sur un quadrilatère déformable comprenant quatre pivots, les moyens de liaison de la lame à deux parties en mobilité relative de la suspension comprenant au moins un pivot du quadrilatère et/ou au moins un pivot monté sur un prolongement de l'un des segments du quadrilatère.

2 - Système de suspension selon la revendication 1, dans lequel l'état de compression du système comprend un état de compression maximal dans lequel les parties en mobilité relatives sont dans une configuration écartées au maximum l'une de l'autre et sollicitent la lame (2) par ses moyens de liaison à son état d'extension maximal.

3 – Système de suspension selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de liaison (A, B, C, D, E, 11, 12, 13, 14, 22) présentent chacun au moins un degré de liberté en rotation selon un axe perpendiculaire au plan médian de ladite lame (2) .

- 4 – Système de suspension selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de liaison (A, B, C, D, E, 11, 12, 13, 14) présentent chacun un seul degré de liberté en rotation selon un axe perpendiculaire au plan médian de ladite lame (2) .
- 5 5 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que la lame (2) est réalisée en un matériau composite comprenant des fibres formant une boucle fermée entourant des inserts (7) formant les moyens de liaison aux parties en mobilité relative.
- 10 6 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le profil de ladite lame présente au moins deux sens de courbure opposés.
- 7 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le profil de ladite lame présente un seul sens de courbure.
- 15 8 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que le profil de ladite lame présente un rayon de courbure non constant.
- 9 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que le profil de ladite lame présente une épaisseur non constante.
- 20 10 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que la lame présente au moins une zone s'étendant, de manière cumulée, sur moins de 10% de la longueur, et présentant une raideur au moins 10% supérieure à la raideur moyenne dans les autres zones.
- 25 11 – Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite lame présente un profil défini par la combinaison d'un profil principal présentant au moins un rayon de courbure R1 et d'un profil secondaire de rayon de courbure R2 inférieur la moitié du rayon de courbure R1.
- 30 12 - Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite lame est symétrique par rapport au plan médian.

-17-

13 - Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites parties en mobilité sont prévues sur une partie de cadre de cycle comprenant sur l'un de ses segments, un pivot D d'articulation d'un bras oscillant OD relié à l'axe de rotation d'une roue du cycle, les moyens de liaison de la lame à deux parties en mobilité relative de la suspension comprenant au moins un pivot supplémentaire C, 14 coïncidant avec l'un des sommets de partie de cadre ou rapporté sur l'un des segments de partie de cadre et/ou au moins un pivot monté sur le bras oscillant ou sur un prolongement du bras oscillant :

14 - Système de suspension selon l'une au moins des revendications précédentes, caractérisé en ce que les extrémités de la lame sont reliées mécaniquement respectivement à deux parties en mobilité relatives d'un dispositif amortisseur.

15 - Lame pour un système de suspension conforme à l'une des revendications 5 à 14.

15

1/4

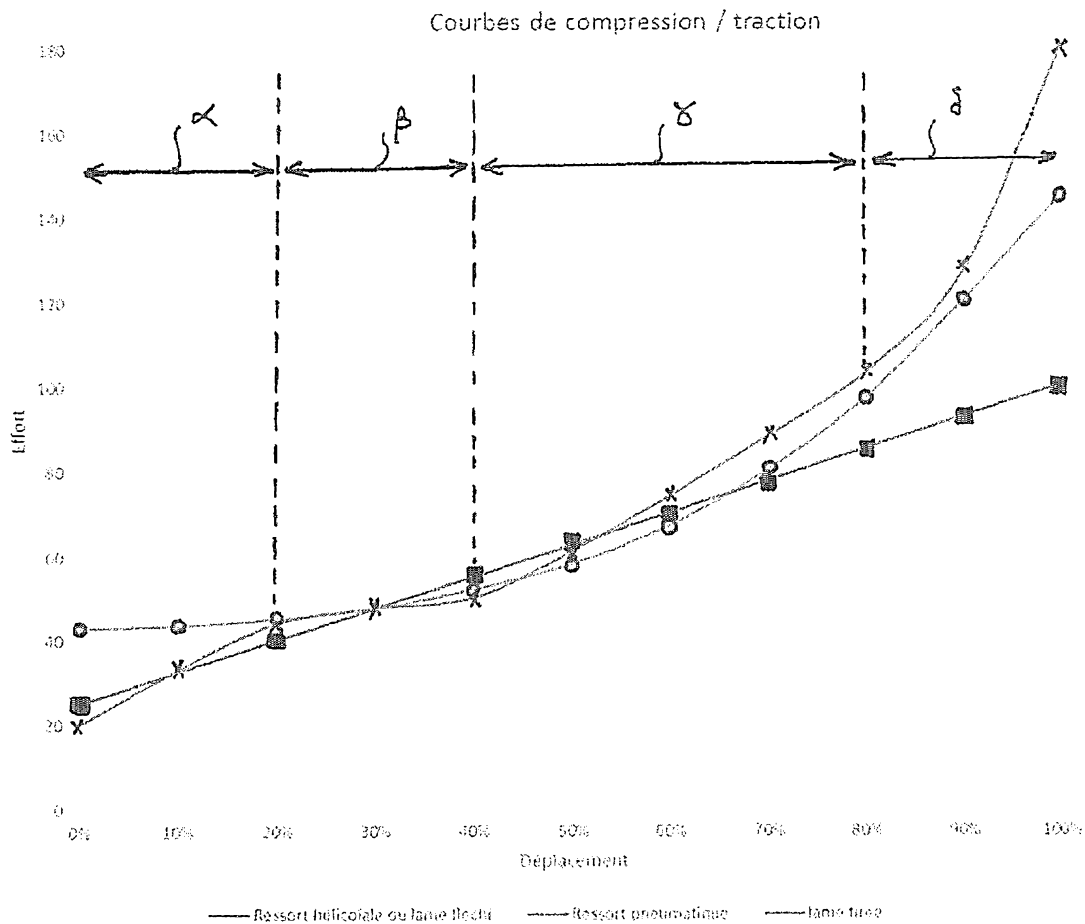
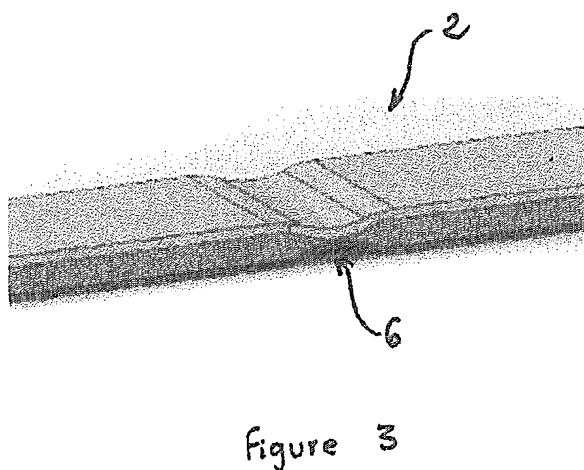
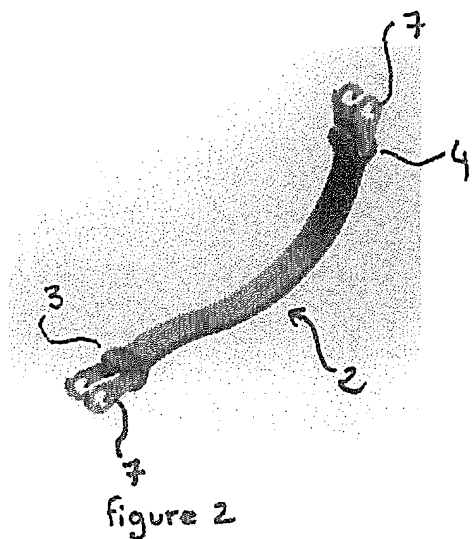


figure 1



2/4

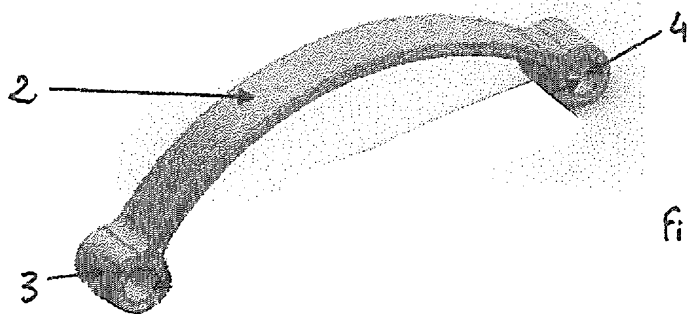


figure 4

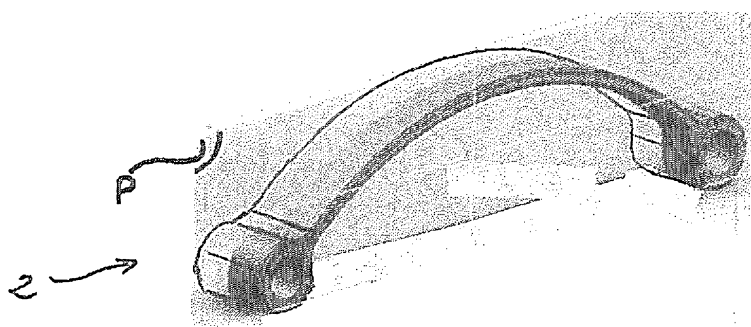


figure 5

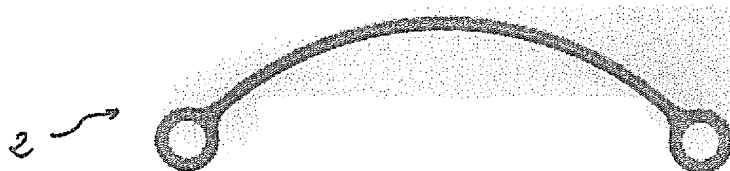


figure 6



figure 7

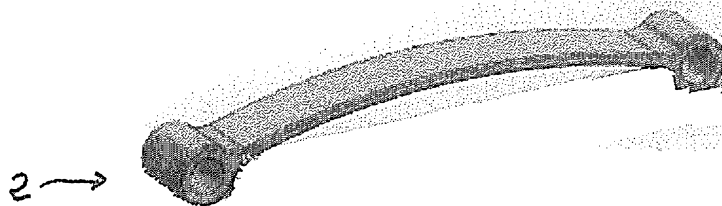


figure 8

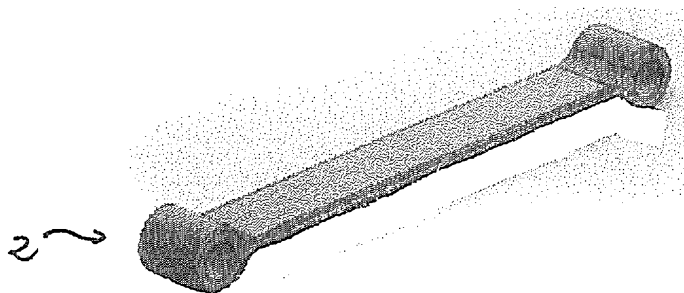


figure 9

3/4



Figure 10

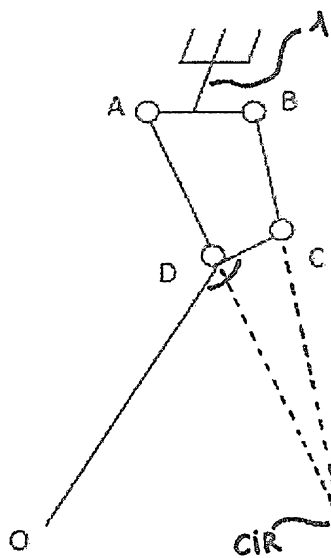


Figure 11A

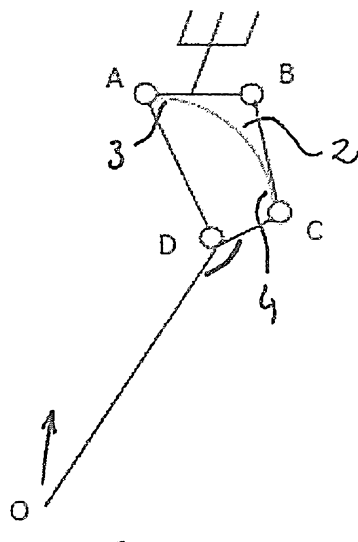


Figure 11B

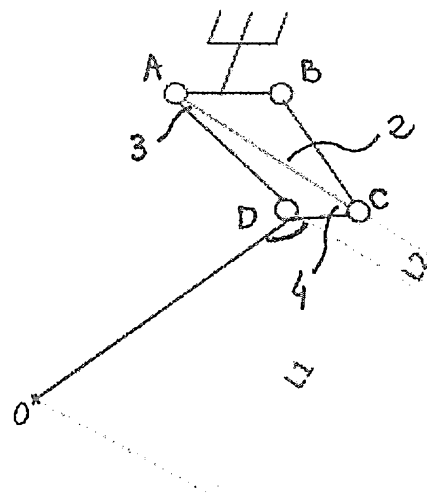


Figure 11C

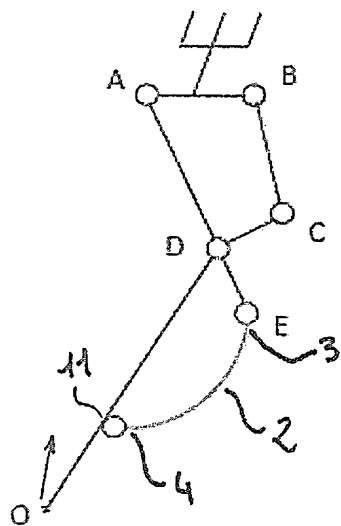


Figure 12A

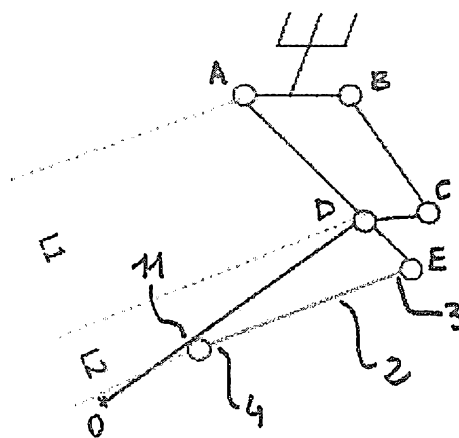


Figure 12B

4/4

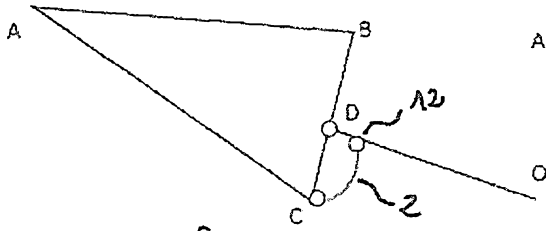


Figure 13A

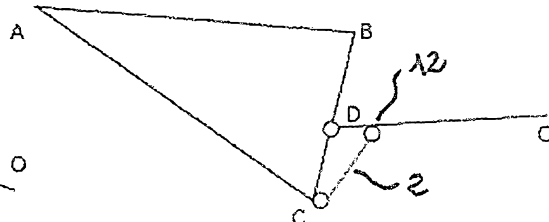


Figure 13B

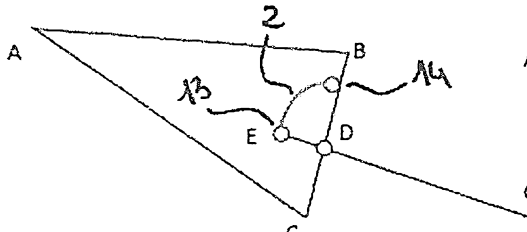


Figure 14A

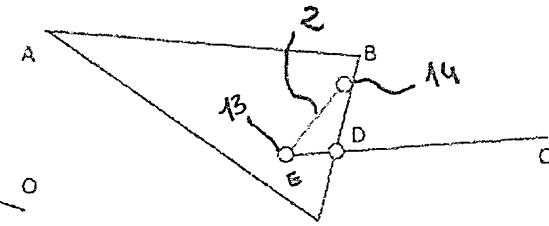


Figure 14B

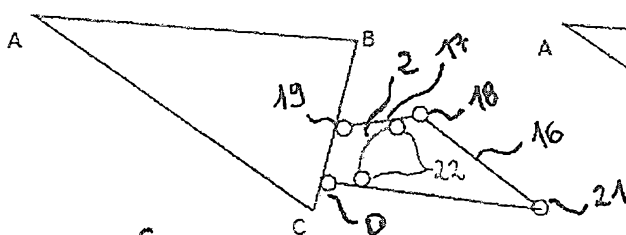


Figure 15A

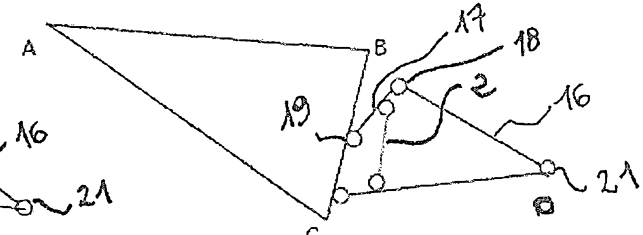


Figure 15B

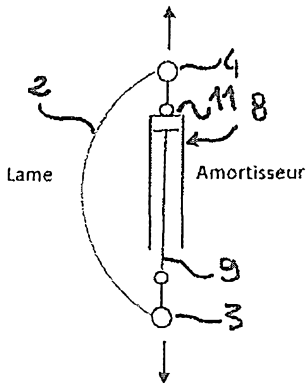


Figure 16A

Amortissement du déplacement de la lame

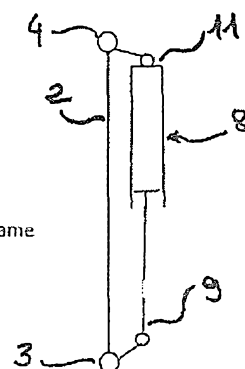


Figure 16B

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

DE 12 97 489 B (GEORGI THEODOR)
12 juin 1969 (1969-06-12)

FR 624 582 A (FRÉDÉRIC HENRY ADDIS)
21 juillet 1927 (1927-07-21)

FR 2 475 171 A1 (KI INZH STR INST [SU])
7 août 1981 (1981-08-07)

EP 2 792 587 A1 (ALFANO MATTHIEU [FR])
22 octobre 2014 (2014-10-22)

EP 0 394 438 A1 (KI INZH STR INST [SU])
31 octobre 1990 (1990-10-31)

FR 2 986 844 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS [FR])
16 août 2013 (2013-08-16)

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

NEANT

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

NEANT