

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 092 909

21 N° d'enregistrement national : 19 01475

51 Int Cl⁸ : G 01 B 5/30 (2019.01), G 01 N 3/02

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.02.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.08.20 Bulletin 20/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : Safran Aircraft Engines Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : BROSSIER Pascal Noël et CHE-MOUNI Julien René Camille.

73 Titulaire(s) : Safran Aircraft Engines Société par actions simplifiée (SAS).

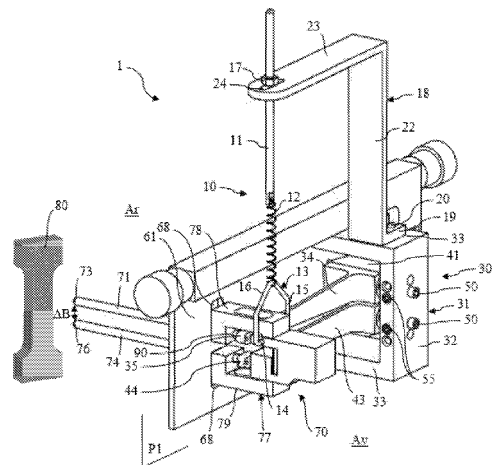
74 Mandataire(s) : Regimbeau.

54 INSTALLATION POUR UN EXTENSOMETRE POUR LA MESURE D'UNE DEFORMATION D'UN MATERIAU.

57 INSTALLATION POUR UN EXTENSOMETRE POUR LA MESURE D'UNE DEFORMATION D'UN MATERIAU

L'invention concerne une installation (1) pour un extensomètre (70) adaptée pour coopérer avec une machine d'essai pour la réalisation d'un essai de déformation d'une éprouvette (80) d'un matériau, l'extensomètre (70) comprenant au moins un premier bras (71) et un deuxième bras (74) configurés pour venir en appui contre ladite éprouvette (80), l'installation (1) étant caractérisée en ce qu'elle comprend :- un dispositif d'équilibrage (10) configuré pour reprendre le poids (P) de l'extensomètre (70) à l'aplomb du centre de gravité (G) de l'extensomètre (70), - un dispositif de contrainte (30) configuré pour appliquer un effort sur les bras (71, 74) de l'extensomètre (70), comprenant : une première lame flexible (34) apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le premier bras (71) dirigé selon ledit premier bras vers l'éprouvette (80), une deuxième lame flexible (43) apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le deuxième bras (74) dirigé selon ledit deuxième bras vers l'éprouvette (80), dans lequel les efforts exercés par la première lame (34) et la deuxième lame (43) sur le premier bras (71) et le deuxième bras (74) respectivement de l'extensomètre (70) sont égaux

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



FR 3 092 909 - A1



Description

Titre de l'invention : INSTALLATION POUR UN EXTENSOMETRE POUR LA MESURE D'UNE DEFORMATION D'UN MATERIAU

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des essais de déformation de pièces mécaniques, et plus particulièrement une installation pour un extensomètre pour la réalisation de tels essais.

Technique antérieure

[0002] Les essais mécaniques de fatigue en déformation, en traction, en compression, ou en flexion, sont couramment utilisés dans l'industrie afin de tester certains matériaux. Le matériau à étudier se présente typiquement sous la forme d'une éprouvette dont les dimensions sont adaptées à celles des machines d'essais.

[0003] La déformation d'une éprouvette est mesurée à l'aide d'un dispositif de mesure, typiquement un extensomètre qui est un capteur d'élongation.

[0004] L'extensomètre comprend un corps duquel s'étendent deux bras dont les extrémités, dites « touches », fabriquées généralement en céramique, viennent en appui contre l'éprouvette.

[0005] Un problème courant survenant lors de l'utilisation d'un extensomètre est que les touches ont tendance à glisser sur l'éprouvette au fur et à mesure de sa déformation.

[0006] En effet, comme l'illustre la figure 1, du fait de la longueur des bras 71, 74, le poids du corps 77 de l'extensomètre 70 crée un moment tendant à faire basculer l'extensomètre. Ce moment déséquilibre les forces d'appui, ou efforts, de l'extensomètre sur l'éprouvette, ce qui engendre un appui inégal des touches de l'extensomètre contre l'éprouvette. La touche inférieure appuie alors plus fortement contre l'éprouvette que la touche supérieure, ce qui fausse la mesure de déformation. Etant donné que les touches sont faiblement écartées l'une de l'autre, ce déséquilibre des forces d'appui entre les touches peut aller jusqu'à une perte de contact de la touche supérieure avec l'éprouvette.

[0007] Sur la figure 1, l'effort réel FR exercé par la touche supérieure 73 sur l'éprouvette est inférieur à l'effort théorique FTh, tandis que l'effort réel FR exercé par la touche inférieure 76 sur l'éprouvette est supérieur à l'effort théorique FTh. Les efforts de reprise du moment du poids de l'extensomètre sont référencés FP.

[0008] Il existe des systèmes à ressorts dont le ou les ressorts appliquent un effort sur les bras de l'extensomètre pour maintenir le contact des touches contre l'éprouvette. Cependant, ce type de système ne permet aucun réglage de répartition d'effort entre les

bras.

- [0009] Les systèmes à deux ressorts sont parfois équipés de vis pour régler un différentiel d'effort entre les bras, mais ces systèmes ne comprennent pas d'éléments de mesure, tels que des capteurs, permettant de mesurer les efforts appliqués sur chacun des bras, de sorte que le réglage de l'extensomètre est fait en aveugle, sans indication précise.
- [0010] Le document WO 96/09515 propose un extensomètre visant à résoudre un problème de divergence des touches de l'extensomètre l'une par rapport à l'autre lors d'un essai de déformation, qui rend impossible l'utilisation d'un capteur LVDT (de l'anglais « linear variable differential transformer ») en tant que capteur de l'extensomètre. L'extensomètre proposé comprend des plaques souples permettant de conserver le parallélisme des touches pendant la réalisation d'un essai.
- [0011] Le document FR2654832 vise à améliorer le positionnement de l'extensomètre et le contact de ses touches avec l'éprouvette. Pour cela, ce document décrit un support d'extensomètre comportant une plaque couplée à une pointe qui permet de maintenir l'éprouvette au contact des pointes. Ce document propose également de relier l'extensomètre à l'éprouvette sans la présence d'efforts parasites exercés par l'extensomètre sur ladite éprouvette. Pour cela, les bras de l'extensomètre sont suspendus à un support, dit « équipage », lui-même en suspension. L'équipage peut être par exemple un flotteur immergé dans un liquide et lesté. Ceci permet d'obtenir un poids apparent nul à l'ensemble comprenant le support et l'extensomètre.
- [0012] L'extensomètre et le support d'extensomètre décrits dans les documents WO 96/09515 et FR2654832 ne règlent cependant pas le problème des efforts inégaux exercés par les touches de l'extensomètre sur l'éprouvette, et ne permettent pas de mesurer de tels efforts.
- [0013] Par ailleurs, il existe des essais de déformation de type LCF (acronyme pour « Low Cycle Fatigue » en anglais, fatigue à faible nombre de cycle). Ces essais sont conduits sur des machines d'essais de fatigue à température ambiante et à chaud (généralement 1200°C au maximum).
- [0014] Les essais LCF se caractérisent par un déroulement en deux parties.
- [0015] Une première partie effectuée avec un pilotage en déformation (via un extensomètre) jusqu'à ce que les contraintes soient stabilisées (généralement 85 000 cycles) à une fréquence d'essais faible (0,5 Hz à 2Hz).
- [0016] Une deuxième partie effectuée avec un pilotage en contraintes imposées (via la cellule d'effort de la machine d'essais) à une fréquence d'essais plus élevée (généralement 10 Hz).
- [0017] A la fin de la première partie d'essai, l'extensomètre est retiré de l'éprouvette d'essais. Il est retiré notamment pour ne pas abimer l'éprouvette avec le frottement des touches de l'extensomètre lorsque l'essai est à une fréquence supérieure à 2 Hertz qui

pourrait entraîner une dégradation prématurée de l'éprouvette de fatigue, et parce que les extensomètres mécaniques de fatigue ne sont généralement pas dimensionnés mécaniquement et électroniquement pour fonctionner à plus de 2 Hertz.

[0018] L'opération de retrait de l'extensomètre est actuellement manuelle. Elle impose un arrêt d'essai qui a une durée variable en fonction du moment de l'arrêt (jour, nuit, week-end). Le temps perdu est alors estimé entre 2 heures et 2 jours. Cet arrêt impose chez certains sous-traitants d'essais l'obligation de fonctionner avec des plages horaires contraignantes.

[0019] Les solutions existantes à ce problème de retrait sont uniquement utilisables pour les essais et éprouvettes de traction. Elles nécessitent la mise en œuvre de dispositifs encombrants et non adaptables aux extensomètres de fatigue couramment utilisés pour les essais LCF. De plus, de tels dispositifs ne permettent pas le retrait de l'extensomètre pendant un essai de fatigue, mais permettent uniquement un suivi de l'allongement de l'éprouvette jusqu'à rupture lors des essais de traction.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0020] Un but de l'invention est de proposer une installation pour un dispositif de mesure, en particulier d'un extensomètre, pour la réalisation d'essai de déformation d'une éprouvette, notamment en traction, en compression ou en flexion, permettant de s'affranchir de l'influence du poids de l'extensomètre et du déséquilibre des efforts exercés par les touches de l'extensomètre sur l'éprouvette, sur la mesure de déformation.

[0021] A cette fin, l'invention concerne une installation pour un extensomètre adaptée pour coopérer avec une machine d'essai pour la réalisation d'un essai de déformation d'une éprouvette d'un matériau, l'extensomètre comprenant au moins un premier bras et un deuxième bras configurés pour venir en appui contre ladite éprouvette, l'installation étant principalement caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un dispositif d'équilibrage configuré pour reprendre le poids de l'extensomètre à l'aplomb du centre de gravité de l'extensomètre,
- un dispositif de contrainte configuré pour appliquer un effort sur les bras de l'extensomètre, comprenant :
 - une première lame flexible apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le premier bras dirigé selon ledit premier bras vers l'éprouvette,
 - une deuxième lame flexible apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le deuxième bras dirigé selon ledit deuxième bras vers l'éprouvette,
 dans lequel les efforts exercés par la première lame et la deuxième lame sur le premier bras et le deuxième bras respectivement de l'extensomètre sont

égaux.

- [0022] Selon d'autres aspects, l'installation présente les différentes caractéristiques suivantes prises seules ou selon leurs combinaisons techniquement possibles :
- l'installation comprend en outre un dispositif de déplacement comprenant :
 - une vis de guidage apte à être agencée de manière parallèle aux bras de l'extensomètre,
 - une platine reliée à la vis de guidage par un chariot solidaire de la vis de guidage, ladite platine étant munies d'orifices formant passage pour les bras de l'extensomètre,
 - un moteur électrique permettant d'actionner la vis de guidage afin d'éloigner les bras de l'extensomètre de l'éprouvette, par déplacement de la platine parallèlement auxdits bras vers le corps de l'extensomètre et butée de ladite platine contre ledit corps de l'extensomètre ;
 - le dispositif de déplacement comprend en outre une carte électronique configurée pour communiquer avec une voie numérique pilotable de la machine d'essai, afin d'actionner la vis de guidage de manière automatique ;
 - le dispositif de déplacement peut avantageusement être utilisé sans dispositif d'équilibrage ni dispositif de contrainte ;
 - le dispositif d'équilibrage comprend un ressort apte à se déformer de manière élastique pour reprendre le poids de l'extensomètre, ledit ressort s'étendant selon un axe vertical qui passe par le centre de gravité de l'extensomètre ;
 - le dispositif de contrainte comprend un support, une vis de réglage montée en rotation sur le support de manière parallèle aux bras de l'extensomètre, ladite vis de réglage étant apte à se déplacer par translation le long de son axe par vissage ou dévissage, et dans laquelle la première et la deuxième lame flexible sont montées libres en rotation sur la vis de réglage et solidaires en translation le long de ladite vis de réglage, de sorte que le vissage ou le dévissage de la vis de réglage permet de régler la déformation desdites première et deuxième lames flexibles lorsque lesdites lames flexibles exercent un effort sur les bras de l'extensomètre ;
 - les première et deuxième lames flexibles comprennent chacune une masse d'équilibrage positionnée à la base d'une lame flexible, permettant d'équilibrer lesdites lames flexibles ;
 - au moins l'une des première et deuxième lames flexibles comprend une empreinte en forme de V apte à recevoir l'extrémité d'un bras de l'extensomètre ;
 - au moins l'une des première et deuxième lames flexibles comprend une jauge de déformation permettant de mesurer la déformation de la lame ;

- au moins l'une des première et deuxième lames flexibles est courbée dans son état de repos.

[0023] L'invention concerne aussi un système d'essai de déformation d'une éprouvette d'un matériau, comprenant :

- une machine d'essai configurée pour appliquer une contrainte de déformation à l'éprouvette afin de déformer l'éprouvette,
- une installation telle que décrite précédemment.

[0024] Selon un mode de réalisation, la machine d'essai du système comprend une voie numérique pilotable configurée pour communiquer avec la carte électronique du dispositif de déplacement.

[0025] Le terme « lame » désigne une pièce mécanique comprenant au moins une surface plane configurée pour venir en appui contre un bras de l'extensomètre. Une telle lame est dite « flexible » en ce qu'elle est apte à se déformer élastiquement, entre une position de repos et une position de travail. La déformation de la lame en position de travail génère une force de rappel tendant à ramener la lame en position de repos. La force de rappel se traduit par un effort, dit effort de rappel, exercé via la surface plane de la lame sur un bras de l'extensomètre.

[0026] Dans le présent texte, les termes « supérieur » et « inférieur », « haut » et « bas », « vertical » et « horizontal » ou autres termes apparentés qui désignent une position, un agencement, ou une direction, doivent être compris selon une utilisation courante de l'installation. Dans une utilisation courante de l'installation, une éprouvette d'essai prélevée dans le matériau à caractériser et usinée à des dimensions normalisées est positionnée de manière sensiblement perpendiculaire à un plan d'appui de l'installation, qui est typiquement le sol, l'éprouvette dont on étudie la déformation en traction étant alors positionnée de manière verticale, c'est-à-dire selon un axe perpendiculaire au plan d'appui de l'installation.

[0027] Les différents éléments constitutifs de l'installation seront ainsi désignés en référence aux termes précédents.

Brève description des dessins

[0028] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées suivantes :

[0029] [fig.1]

est une représentation schématique des forces mises en jeu au niveau des touches d'un extensomètre lors de la réalisation d'un essai de déformation d'un matériau selon l'état de l'art ;

[0030] [fig.2]

- est une vue générale en perspective d'une installation selon un mode de réalisation, permettant de mettre un extensomètre en position d'utilisation pour réaliser un essai ;
- [0031] [fig.3]
est une vue de côté de l'installation de la figure 2 ;
- [0032] [fig.4]
est une vue de dessus de l'installation de la figure 2 ;
- [0033] [fig.5]
est une autre vue générale en perspective de l'installation de la figure 2 ;
- [0034] [fig.6]
est une représentation schématique des forces mises en jeu au niveau des touches d'un extensomètre lors de la réalisation d'un essai de déformation d'un matériau avec l'installation de l'invention ;
- [0035] [fig.7]
est une vue en perspective centrée sur les extrémités des lames flexibles du dispositif de contrainte de l'installation ;
- [0036] [fig.8A]
est une vue de dessus d'une lame flexible en position de repos ;
- [0037] [fig.8B]
est une vue de dessus d'une lame flexible en position de travail ;
- [0038] [fig.9]
est une vue de coté en coupe de la lame flexible de la figure 8A ;
- [0039] [fig.10]
est une vue de dessus d'une lame flexible montée sur un support ;
- [0040] [fig.11]
est une vue générale en perspective d'un dispositif de déplacement de l'installation.
- [0041] **DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION**
- [0042] L'invention concerne une installation pour un extensomètre, pour la réalisation d'essais de déformation d'une éprouvette d'un matériau. L'extensomètre contacte l'éprouvette et mesure sa déformation au cours de l'essai.
- [0043] L'installation est configurée pour coopérer avec une machine d'essai permettant d'appliquer une contrainte mécanique à l'éprouvette afin de la déformer.
- [0044] Un mode de réalisation de l'installation va maintenant être décrit en référence aux figures 2 à 11.
- [0045] En référence à la figure 2, l'installation 1 comprend une platine support 61 qui s'étend selon un plan P1 longitudinal, délimitant une partie avant Av et une partie arrière Ar. La platine support 61 est percée de deux orifices 68 traversant formant un passage pour les bras 71, 74 de l'extensomètre. Le bras supérieur 71 et le bras inférieur

- 74 de l'extensomètre passent au travers de la platine support 61, dans les orifices 68, et s'étendent selon une direction transversale, c'est-à-dire perpendiculairement au plan P1, dans la partie arrière de l'installation jusqu'à l'éprouvette 80.
- [0046] Les bras 71, 74 de l'extensomètre se présentent sous la forme d'une tige. Ils comprennent chacun une extrémité de contact 73, 74, dite « touche », destinée à venir au contact de l'éprouvette 80 lors d'un essai, et sont fixés respectivement à une partie supérieure 78 et à une partie inférieure 79 du corps 77 de l'extensomètre.
- [0047] De manière connue en soi, les bras de l'extensomètre sont séparés l'un de l'autre, au niveau des touches, d'un écart ΔB . Cet écart ΔB varie lors de la déformation de l'éprouvette. L'extensomètre mesure la variation de ΔB , ce qui permet de calculer la déformation.
- [0048] Les parties supérieure et inférieure du corps 77 de l'extensomètre ont avantageusement une forme en « L », dont le pied est positionné en regard de la platine support et le corps s'étend depuis le pied de manière sensiblement perpendiculaire audit pied, en s'éloignant de la platine support. Le pied de chacune des parties inférieure et supérieure du corps est percé d'un orifice 90 traversant formant un passage pour les bras. Les bras 71, 74 traversent les pieds des parties supérieure 78 et inférieure 79 du corps 77 via les orifices 90 respectifs dans lesquels lesdits bras sont fixement encastrés, et leurs extrémités 72, 75 font saillie des pieds sur la surface opposée à la surface en regard de la platine support.
- [0049] En référence aux figures 2 à 5, l'installation 1 comprend un support 31, avantageusement en forme de « U », fixé à la platine support 61.
- [0050] Le support 31 comprend une partie intermédiaire 32, qui forme la base du U, agencé de manière verticale et parallèle à la platine support 61, duquel s'étendent en direction transversale deux parties latérales 33, dont une partie latérale supérieure et une partie latérale inférieure, toutes deux fixées à la platine support par des vis 58. La partie intermédiaire 32 et les parties latérales 33 définissent un volume interne ouvert.
- [0051] L'installation 1 comprend en outre un dispositif d'équilibrage 10, pour équilibrer l'extensomètre 70.
- [0052] En référence aux figures 2 à 6, le dispositif d'équilibrage 10 comprend un ensemble de maintien comprenant une tige de maintien 11, un ressort 12, et une nacelle 13, ainsi qu'un élément de fixation 18 auquel est fixé de manière réglable l'ensemble de maintien.
- [0053] La nacelle 13 est formée d'un cadre définissant un espace interne. Selon le mode de réalisation représenté, le cadre est constitué d'un élément tubulaire courbé, définissant un pied 14, des portions latérales 15, et une portion de tête 16.
- [0054] La partie supérieure 71 de l'extensomètre vient se loger au moins partiellement dans l'espace interne de la nacelle 13 et repose contre ladite nacelle, en appui sur le pied 14

du cadre.

- [0055] La nacelle 13 est reliée via la portion de tête 16 du cadre au ressort 12, relié lui-même à l'extrémité inférieure de la tige 13. Le ressort 12 est agencé de manière verticale, et s'étend selon un axe A perpendiculaire aux bras 71, 74 de l'extensomètre. La tige 11 s'étend coaxialement au ressort 12. On comprendra que tout organe apte à se déformer de manière élastique, depuis un état de repos vers un état étiré, ladite déformation générant une force de rappel tendant à faire revenir ledit organe dans l'état de repos, est utilisable en lieu et place du ressort.
- [0056] L'élément de fixation 18 se présente avantageusement sous la forme d'une patte de maintien, illustrée en détail sur les figures 1 et 5. La patte de maintien 18 est fixée par une portion d'attache 19 à la partie latérale supérieure du support 31, et comprend une portion intermédiaire 22 qui s'étend verticalement vers le haut depuis la portion d'attache 19, jusqu'à une portion de maintien 23 qui s'étend de manière longitudinale, c'est-à-dire parallèlement au plan P1.
- [0057] La portion d'attache 19 est munie d'un orifice traversant 20. Une vis 21 est insérée dans cet orifice traversant 20, et vient se loger dans un autre orifice (non représenté) percé dans la partie latérale supérieure 33 du support, aligné au moins partiellement avec l'orifice traversant 20 de la portion d'attache. L'orifice 20 de la portion d'attache est de préférence un trou oblong, ce qui permet de régler le positionnement transversal de la patte de maintien 18.
- [0058] La portion de maintien 23 est munie à son extrémité d'un orifice traversant 24. La tige 11 est insérée dans l'orifice 24, et est fixée de manière réglable, c'est-à-dire amovible, à ladite portion de maintien 23 par vissage ou dévissage d'un écrou 17.
- [0059] L'orifice traversant 24 de la portion de maintien est de préférence un trou oblong, ce qui permet de régler le positionnement longitudinal de la tige 11, et donc du ressort 12 et de la nacelle 13.
- [0060] Le dispositif d'équilibrage 10 permet de supporter l'extensomètre 70 en reprenant le poids P dudit extensomètre à l'aplomb de son centre de gravité G. Les trous oblongs 20, 24 de la portion d'attache 19 et de la portion de maintien 23 contribuent à un réglage précis du positionnement de la reprise du poids P de l'extensomètre.
- [0061] Le ressort 12 supporte l'extensomètre via la nacelle. Son étirement depuis une position de repos vers une position étirée génère une force de rappel R dirigée verticalement selon l'axe A dudit ressort, et orientée vers le haut, qui s'oppose au poids P de l'extensomètre. De plus, l'axe A du ressort, qui passe par la zone d'appui de la partie supérieure 78 de l'extensomètre avec la nacelle 13, passe également par le centre de gravité G de l'extensomètre.
- [0062] Dès lors, le centre de gravité G de l'extensomètre 70 est maintenu en équilibre par le dispositif d'équilibrage 10, à la hauteur de travail de l'extensomètre, c'est-à-dire dans

une configuration selon laquelle les bras 71, 74 de l'extensomètre sont perpendiculaires à la platine support 61, et donc parallèles à un plan d'appui de l'installation (qui est typiquement le sol). Le moment du poids P de l'extensomètre 70 est ainsi compensé par le dispositif d'équilibrage 10.

- [0063] Par conséquent, pour un même effort appliqué par un dispositif de contrainte sur chacun des bras 71, 74 de l'extensomètre, la force d'appui (ou effort d'appui) exercée par la touche supérieure 73 sur l'éprouvette 80 est égale à la force d'appui exercée par la touche inférieure 76 sur l'éprouvette 80. Contrairement aux systèmes de l'état de l'art, il n'y a donc aucun biais de mesure engendré par une différence de force d'appui des touches de l'extensomètre sur l'éprouvette.
- [0064] Un dispositif de contrainte 30 faisant partie de l'installation, permettant d'appliquer les efforts décrit précédemment sur les bras 71, 74 de l'extensomètre, va maintenant être décrit.
- [0065] Le dispositif de contrainte 30 comprend une première lame flexible 34 et une deuxième lame flexible 43. Les lames flexibles s'étendent selon une direction longitudinale, perpendiculairement aux bras 71, 74 de l'extensomètre. Les lames flexibles sont munies d'un corps 41. Le corps 41 est avantageusement positionné à la base d'une lame flexible, de sorte que ladite lame flexible s'étend depuis le corps jusqu'à son extrémité 35.
- [0066] Sur les figures 2 et 5, les lames 34, 43 sont positionnées à l'aplomb l'une de l'autre. Ainsi, la première lame 34 est dite lame supérieure, et la deuxième lame 43 est dite lame inférieure.
- [0067] Chaque lame est munie d'une surface d'appui 36 positionnée en regard de la platine support, 61 d'une surface libre 37 opposée à la surface d'appui, et d'une surface latérale 38 reliant la surface d'appui et la surface libre.
- [0068] La lame supérieure 34 et la lame inférieure 43 sont configurées pour venir en appui respectivement contre le bras supérieur 71 et le bras inférieur 74 de l'extensomètre. Une portion de la surface d'appui 36 à l'extrémité 35 de la lame supérieure vient en appui contre l'extrémité 72 du bras supérieur de l'extensomètre, et une portion de la surface d'appui 36 à l'extrémité 35 de la lame inférieure vient en appui contre l'extrémité 75 du bras inférieur de l'extensomètre.
- [0069] Selon un mode de réalisation préféré représenté sur les figures 7 et 8A-B, l'appui des lames sur les bras 71, 74 de l'extensomètre est réalisé par un bossage 39 situé sur les portions de surface d'appui des lames.
- [0070] Le bossage 39 de la lame supérieure a de préférence une empreinte conique, ce qui permet un meilleur appui de la lame contre l'extrémité du bras.
- [0071] Le bossage de la lame inférieure a de préférence une empreinte 56 en forme de « V » dans laquelle le V est positionné en regard de l'extrémité du bras inférieur de

l'extensomètre et loge ladite extrémité du bras. Ceci est avantageux dans le cas où l'extrémité 75 du bras est effilée, comme notamment sur la figure 7 où elle a une forme conique. La pointe du cône est insérée dans le V et vient au contact de la ligne centrale du V le long de laquelle ladite pointe peut se déplacer par déplacement des lames ou de l'extensomètre lors du montage, tout en étant limitée verticalement par les branches du V. Ceci permet d'avoir un ajustement longitudinal de la zone d'appui de la lame contre le bras de l'extensomètre, et garantit la verticalité de l'extensomètre. Les bras de l'extensomètre peuvent ainsi être positionnés de manière parfaitement perpendiculaire à l'éprouvette, ce qui contribue à l'obtention d'une mesure de déformation fiable.

- [0072] Selon un mode de réalisation préféré, les bossages 39 sont chacun percés d'un orifice traversant 40, permettant d'accrocher des charges (non représentées) lors de l'étalonnage de l'effort devant être transmis par la lame au bras de l'extensomètre. Cet aspect sera décrit plus en détail dans la suite du présent texte lors avec le fonctionnement de l'installation.
- [0073] Les lames 34, 43 sont déformables entre une position de repos, représentée sur la figure 8A, et une position de travail, représentée sur la figure 8B
- [0074] En position de repos, c'est-à-dire lorsque la lame 34, 43 n'est soumise à aucune contrainte mécanique, ladite lame est courbée. Sa courbure est dite courbure propre. La lame s'éloigne latéralement de son axe longitudinal B depuis le corps vers son extrémité libre.
- [0075] En position de travail, c'est-à-dire lorsque la lame 34, 43 est soumise à une contrainte mécanique tendant à la déformer, en particulier lorsque la lame est en appui contre un bras de l'extensomètre, ladite lame est droite et s'étend selon l'axe B.
- [0076] La déformation élastique de la lame 34, 43, passant de la position de repos à la position de travail, génère une force de rappel, représentée par la flèche FRp sur la figure 8B, tendant à faire revenir la lame dans la position de repos. Cette force de rappel correspond à l'effort exercé par la lame 34, 43 sur un bras 71, 74 de l'extensomètre, et permet de maintenir la touche 73, 76 du bras contre l'éprouvette 80 au cours de l'essai de déformation.
- [0077] Les lames 34, 43 sont munies de jauges de déformation 58, représentées sur la figure 9. Ces jauges permettent de mesurer avec précision l'effort exercé par la lame 34, 43 sur le bras 71, 74 de l'extensomètre. Les jauges de déformation sont de préférence collées sur les lames. Cet effort est réglé lors d'une étape de calibrage des lames, lors du montage de l'installation et de l'extensomètre décrit plus en détail dans la suite.
- [0078] La lame supérieure 34 et la lame inférieure 43 sont configurées pour exercer le même effort sur les bras supérieur 71 et inférieur 74 respectivement de l'extensomètre 70. Cet effort est de l'ordre de quelques Newton.
- [0079] A cette fin, les lames 34, 43 possèdent les mêmes propriétés mécaniques, et

possèdent la même courbure propre.

- [0080] Le corps 41 de chaque lame est percé d'un orifice traversant qui s'étend en direction transversale, perpendiculairement à l'axe B.
- [0081] Les lames 34, 43 sont montées en rotation libre sur le support 31. Pour ce faire, en référence à la figure 10, le corps 41 de chaque lame est positionné dans le volume interne du support 31, et une vis de réglage 50 est insérée dans l'orifice 42 du corps de la lame. Dans la suite, seul le montage de la lame supérieure 34 est décrit afin de simplifier la description. Le montage de la lame inférieure 43 est similaire, à la différence qu'elle est montée à l'aplomb et en-dessous de la lame supérieure 34.
- [0082] L'extrémité arrière de la vis de réglage 50 traverse la platine support 61 via un orifice percé dans ladite platine support, et dépasse hors de celle-ci dans la partie arrière de l'installation. L'extrémité avant de la vis de réglage 50 traverse la portion intermédiaire 32 du support 31 via un orifice percé dans ladite portion intermédiaire, et dépasse hors de celle-ci dans la partie avant de l'installation.
- [0083] La vis de réglage 50 est munie d'au moins une portion filetée, apte à coopérer avec un filetage correspondant de l'orifice de la platine support et/ou de l'orifice du support, afin de permettre le déplacement transversal de la vis de réglage 50 par vissage ou dévissage. L'extrémité avant de la vis de réglage 50 est configurée pour être saisie et tournée par un utilisateur pour permettre la rotation de la vis de réglage.
- [0084] Le corps de la lame 34 est monté en rotation libre sur la vis de réglage 50 par des roulements à billes 51 agencés dans ledit corps. Sur la figure 10, le corps 41 est monté avec deux roulements afin d'équilibrer la lame le long de la vis de réglage, mais il est possible d'utiliser un seul roulement ou plus de deux roulements. Une butée 52 agencée sur la vis 50 et en appui contre le corps, ainsi qu'un écrou 53 vissé contre le roulement arrière, maintiennent le corps 41 de la lame fixe en translation transversale par rapport à la vis de réglage 50. Bien évidemment, tout autre moyen de butée permettant d'empêcher la translation du corps de la lame est utilisable.
- [0085] Une entretoise 54 agencée dans le corps 41 de la lame, de chaque côté du passage formé par l'orifice 42 de la vis de réglage 50, permet de désolidariser les bagues intérieure et extérieure (non représentées) des roulements 51.
- [0086] Le vissage ou le dévissage de la vis de réglage 50 permet d'ajuster le positionnement transversal de la lame 34 dans le volume interne du support 31, entre la platine support 61 et la portion intermédiaire 33 du support 31.
- [0087] Le montage de la lame 34 sur la vis de réglage 50 par les roulements 51 assure une rotation libre de la lame par rapport à ladite vis de réglage, que ladite lame soit en position de repos ou en position de travail.
- [0088] Une vis de serrage 55 agencée dans la portion intermédiaire 32 du support, de manière perpendiculaire à la vis de réglage 50, permet de bloquer ladite vis de réglage

lorsque la lame 34 se trouve dans la position transversale souhaitée.

- [0089] Le corps 41 de la lame 34 est avantageusement muni d'une masse d'équilibrage 57 permettant d'équilibrer ladite lame, afin que ladite lame soit sensiblement horizontale et perpendiculaire aux bras 71, 74 de l'extensomètre. La masse d'équilibrage 57 est avantageusement positionnée à la base d'une lame flexible.
- [0090] Une fois montée, la lame supérieure 34 exerce un effort sur le bras supérieur 71 de l'extensomètre, dirigé selon l'axe du bras et orienté vers l'éprouvette 80. Cet effort induit un effort (ou appui) correspondant de la touche supérieure 73 contre l'éprouvette 80.
- [0091] De même, une fois montée, la lame inférieure 43 exerce un effort sur le bras inférieur 74 de l'extensomètre, dirigé selon l'axe du bras et orienté vers l'éprouvette 80. Cet effort induit un effort correspondant de la touche inférieure 76 contre l'éprouvette 80.
- [0092] De ce qui précède, le dispositif d'équilibrage 10 permet de supprimer le biais entre l'effort exercé par la touche supérieure 73 et l'effort exercée par la touche inférieure 76, sur l'éprouvette 80.
- [0093] De plus, les lames 34, 43 sont configurées pour se déformer de la position de repos vers la position de travail en générant une force de rappel FRp égale l'une et l'autre, ce qui se traduit par un effort égal exercé par la lame supérieure 34 et la lame inférieure 43 contre les bras respectifs 71, 74 de l'extensomètre.
- [0094] Par conséquent, grâce à l'installation de l'invention, les deux touches 73, 76 de l'extensomètre 70 exercent un effort égal sur l'éprouvette 80, tout en étant maintenues en appui contre l'éprouvette pendant l'essai de déformation. L'effort appliqué par les deux touches est ajusté par réglage préalable de la force de rappel des lames, et est mesuré pendant l'essai grâce aux jauges de déformation.
- [0095] Cette situation est représentée sur la figure 6 sur laquelle l'effort réel FR exercé par la touche supérieure 73 sur l'éprouvette est égal à l'effort théorique FTh, l'effort réel FR exercé par la touche inférieure 76 sur l'éprouvette est égal à l'effort théorique FTh, et lesdits efforts réels FR exercés par les touches supérieure et inférieure sont égaux entre eux.
- [0096] Les touches 73, 76 de l'extensomètre exercent ainsi un effort égal, connu, et suffisant pour assurer un appui constant sur l'éprouvette 80 durant l'essai de déformation.
- [0097] L'installation 1 comprend en outre un dispositif de déplacement 60 permettant de déplacer l'extensomètre 70 en direction transversale vers l'arrière afin de le retirer de l'éprouvette 80 de manière automatique en cours d'essai ou en fin d'essai.
- [0098] Le dispositif de déplacement 60 est de préférence configuré pour déplacer, avec l'extensomètre 70, le dispositif de d'équilibrage 10 et le dispositif de contrainte 30.
- [0099] La figure 11 illustre un mode de réalisation du système de déplacement 60. Dans un souci de lisibilité de la figure, le dispositif d'équilibrage 10 et le dispositif de

contrainte 30 ne sont pas représentés.

- [0100] Le système de déplacement 60 comprend la platine support 61, ainsi qu'une structure 62 montée sur un bâti 67 de la machine d'essai. La platine support 61 est montée en translation transversale sur la structure 62.
- [0101] Selon un mode de réalisation, la structure 62 est fixée à un bras articulé 66 monté sur le bâti 67. Le bras articulé 66 est apte à se déplacer par rapport au bâti 67 en direction verticale et longitudinale, ce qui permet de déplacer la structure 62 solidairement au bras articulé.
- [0102] Le système de déplacement 60 comprend en outre une vis micrométrique de guidage 63 logée dans la structure 62 et qui s'étend le long de la structure en direction transversale, ainsi qu'un moteur électrique 65 permettant d'actionner la vis de guidage 63 afin de permettre son déplacement en translation transversale vers l'avant ou vers l'arrière par rapport à la structure 62.
- [0103] Le moteur électrique 65 est piloté via une carte électronique. Le système électronique (non représenté), incluant la carte électronique du moteur, comporte une entrée analogique 5 Volts pilotable via un relais numérique, ledit relais numérique étant lui-même actionné par la machine d'essai. Ceci permet une communication universelle entre la machine d'essai et le système de déplacement de l'installation.
- [0104] La platine support 61 est montée sur la structure 62 par un chariot 64 relié fixement à la vis de guidage 63 et à la platine support 61.
- [0105] L'actionnement de la vis de guidage 63 par le moteur électrique 65 provoque le déplacement de ladite vis en direction transversale, vers l'avant ou vers l'arrière. Le charriot 64 se déplace de manière solidaire à la vis de guidage 63, et entraîne un déplacement correspondant en direction transversale de la platine support 61.
- [0106] Lorsque la vis de guidage 63 se déplace vers l'arrière, la platine support 61 se rapproche du corps de l'extensomètre 70. La surface arrière de la platine support 61 vient en appui contre le corps 77 de l'extensomètre, puis pousse l'extensomètre 70 vers l'arrière. Ceci provoque le retrait des touches 73, 76 de l'extensomètre de l'éprouvette 80.
- [0107] Dès lors, le système de déplacement 60 permet de réaliser un retrait automatisé de l'extensomètre 70, notamment en cours d'essai ou en fin d'essai. De plus, le montage de la structure 62 sur le bâti 67 de la machine d'essai permet d'avoir une bonne stabilité de l'installation 1 pendant la réalisation d'un essai. La stabilité de l'installation est importante puisque les mesures de déformation effectuées par l'extensomètre sont généralement de l'ordre du micromètre.
- [0108] Lors de la réalisation d'un essai de fatigue en déformation imposée, les efforts de réaction de l'éprouvette chutent en début d'essai pour se stabiliser après plusieurs milliers de cycles. Une limite à 85000 cycles a été définie. Si les efforts sont stables,

on passe alors en pilotage force (contrainte) en utilisant les valeurs relevées et on augmente la fréquence pour raccourcir la durée de l'essai. Si au contraire les efforts ne sont pas stabilisés, l'essai continue en déformation imposée.

- [0109] En pilotage automatique, à 85000 cycles, le logiciel de pilotage analyse la valeur des efforts F_{\max} et F_{\min} et leur stabilité. Si ces derniers sont stables, le pilotage de déformation est arrêté, un signal de commande est envoyé au bras articulé de support et celui-ci fait reculer l'extensomètre, c'est-à-dire l'éloigne de l'éprouvette. L'essai redémarre en pilotage force aux valeurs précédentes jusqu'à rupture ou 2 millions de cycles
- [0110] La mise en place de l'installation ainsi que le retrait de l'extensomètre vont maintenant être décrits.
- [0111] On procède d'abord à un calibrage des lames 34, 43. Le calibrage consiste à suspendre des charges, de masse typiquement comprise entre 100 grammes et 1 kilogramme, sur les lames, en faisant passer un câble dans les orifices 40 traversant des bossages 39. Pour réaliser cette opération, les lames 34, 43 sont positionnées de sorte que la surface 37 opposée à la surface d'appui 36 soit en regard d'un plan d'appui de l'installation, typiquement le sol. Les lames 34, 43 sont ainsi tendues, contraintes en position de travail par les charges. La masse des charges nécessaire à cette fin, dite masse de calibrage, est ainsi déterminée.
- [0112] La courbure des lames est définie pour que, sous charge, elles soient droites et fournissent un effort dirigé selon l'axe des bras de l'extensomètre, vers l'éprouvette.
- [0113] Après calibrage, l'installation 1 est montée sur le bâti 67 de la machine d'essai via le bras articulé 66.
- [0114] L'extensomètre 70 est positionné de manière à ce que ses bras 71, 74 traversent le plan P1 de la platine support 61 via les orifices 68, et que les touches 73, 76 contactent l'éprouvette 80.
- [0115] La nacelle 13 est positionnée de manière à soutenir le corps 77 de l'extensomètre. La tige 11 est déplacée longitudinalement dans le trou oblong 24 de la patte de maintien 23, et la patte de maintien 23 elle-même est déplacée latéralement grâce à la coopération du trou oblong 20 de portion d'attache et de la vis 21, afin que la reprise du poids P de l'extensomètre 70 soit positionnée à l'aplomb de son centre de gravité G . Le positionnement de la tige 11 et de la patte de maintien 23 est ensuite figé par vissage des vis 17, 21 correspondantes.
- [0116] Les lames 34, 43 sont montées en rotation libre sur leur vis de réglage respective 50, dans le volume interne du support 31. Les bossages 39 des lames sont alors mis au contact des extrémités arrière 72, 75 des bras de l'extensomètre.
- [0117] L'installation 1 est ensuite déplacée longitudinalement par rapport au bâti 67 afin de tendre les lames. Les lames passent ainsi de l'état de repos à l'état de travail et

s'étendent alors longitudinalement, de manière parallèle au plan P1 de la platine support 61.

[0118] On règle ensuite la verticalité de l'extensomètre 70, ainsi que l'écartement de ses touches 73, 76.

[0119] On peut alors régler avec précision l'effort appliqué par les lames 34, 43 sur les bras 71, 74 de l'extensomètre en déplaçant transversalement par rapport à la platine support 61 lesdites lames par vissage ou dévissage de la vis de réglage 50. Lorsque le positionnement transversal souhaité des lames est obtenu, il est figé en vissant la vis de serrage 55.

[0120] L'effort exercé par les lames 34, 43 sur les bras 71, 73 de l'extensomètre est connu puisqu'il correspond à la force de rappel des lames générée par la suspension des charges de calibrage dont la masse est connue. Les jauges de déformation 58 permettent de connaître et de suivre l'évolution de cet effort au cours de l'essai.

[0121] L'essai de déformation peut alors débuter.

[0122] Au cours d'un essai, entre deux parties d'essais comme par exemple lors d'une déformation de type LCF, ou bien en fin d'essai, le moteur électrique 65 est actionné de par la carte électronique permettant de conduire l'action de retrait de manière automatique par la machine d'essai équipée à cette fin d'une voie numérique pilotable.

[0123] La platine support 61 se déplace en direction transversale vers l'arrière, et vient en butée contre l'extensomètre 70, puis pousse l'extensomètre qui se déplace alors solidairement à la platine support 61.

[0124] Ceci provoque l'éloignement des touches 73, 76 de l'extensomètre de l'éprouvette 80.

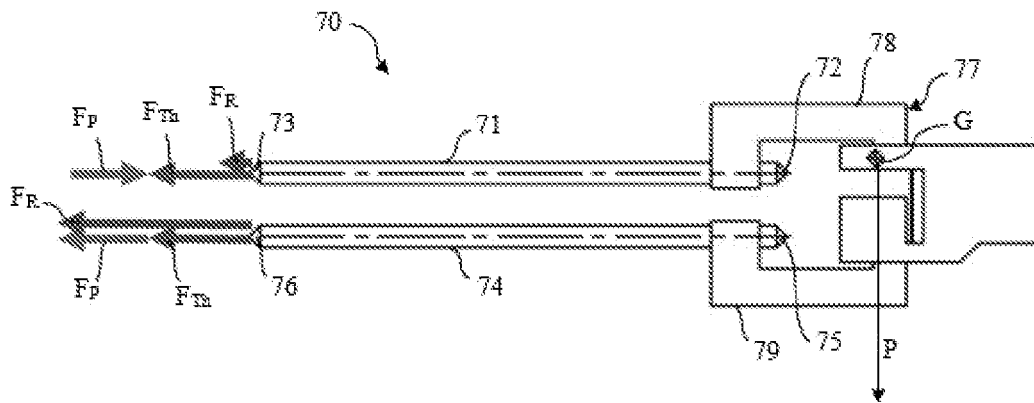
Revendications

- [Revendication 1] Installation (1) pour un extensomètre (70) adaptée pour coopérer avec une machine d'essai pour la réalisation d'un essai de déformation d'une éprouvette (80) d'un matériau, l'extensomètre (70) comprenant au moins un premier bras (71) et un deuxième bras (74) configurés pour venir en appui contre ladite éprouvette (80), l'installation (1) étant caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un dispositif d'équilibrage (10) configuré pour reprendre le poids (P) de l'extensomètre (70) à l'aplomb du centre de gravité (G) de l'extensomètre (70),
 - un dispositif de contrainte (30) configuré pour appliquer un effort sur les bras (71, 74) de l'extensomètre (70), comprenant :
 - une première lame flexible (34) apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le premier bras (71) dirigé selon ledit premier bras vers l'éprouvette (80),
 - une deuxième lame flexible (43) apte à se déformer élastiquement afin d'exercer un effort déterminé sur le deuxième bras (74) dirigé selon ledit deuxième bras vers l'éprouvette (80),
 dans lequel les efforts exercés par la première lame (34) et la deuxième lame (43) sur le premier bras (71) et le deuxième bras (74) respectivement de l'extensomètre (70) sont égaux.
- [Revendication 2] Installation (1) selon la revendication 1, comprenant en outre un dispositif de déplacement (60) comprenant :
- une vis de guidage (63) apte à être agencée de manière parallèle aux bras (71, 74) de l'extensomètre (70),
 - une platine (61) reliée à la vis de guidage (63) par un chariot (64) solidaire de la vis de guidage (63), ladite platine (61) étant munies d'orifices (68) formant passage pour les bras (71, 74) de l'extensomètre,
 - un moteur électrique (65) permettant d'actionner la vis de guidage (63) afin d'éloigner les bras (71, 74) de l'extensomètre de l'éprouvette (80), par déplacement de la platine (61) parallèlement auxdits bras (71, 74) vers le corps (77) de l'extensomètre et butée de ladite platine (61) contre ledit corps (77) de l'extensomètre.
- [Revendication 3] Installation (1) selon la revendication 2, dans laquelle le dispositif de déplacement (60) comprend en outre une carte électronique configurée pour communiquer avec une voie numérique pilotable de la machine d'essai, afin d'actionner la vis de guidage (63) de manière automatique.

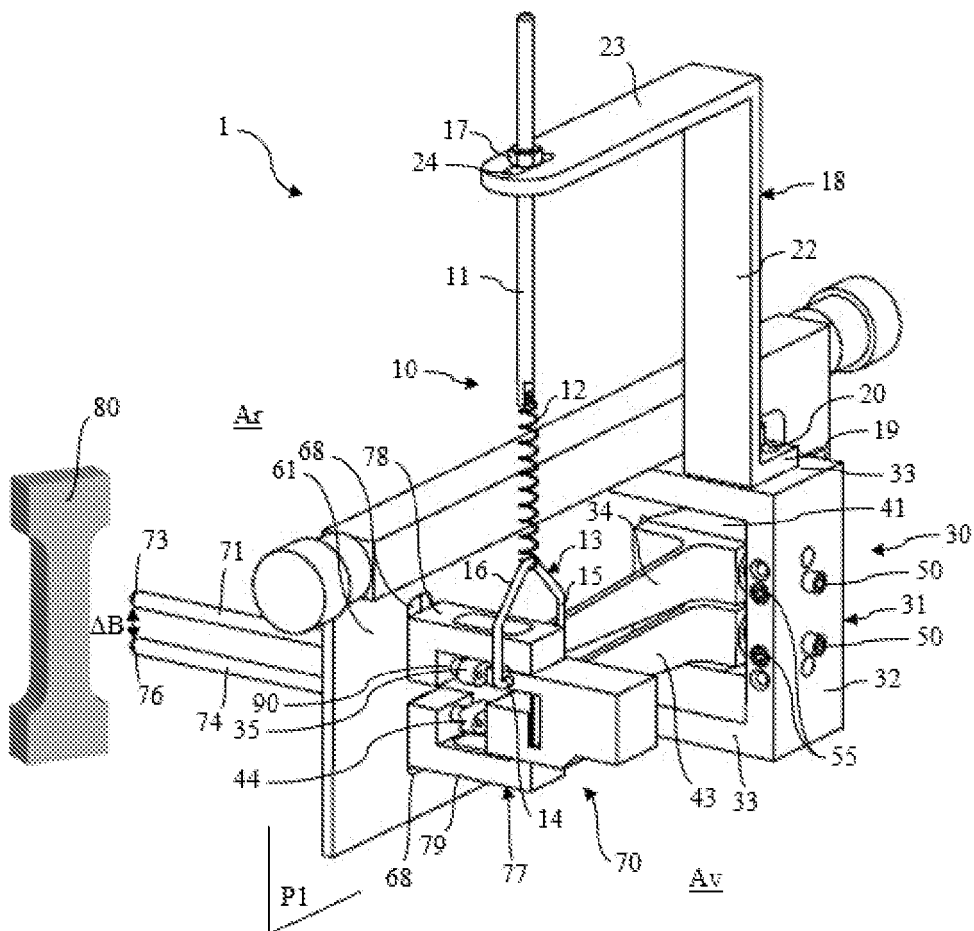
- [Revendication 4] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif d'équilibrage (10) comprend un ressort (12) apte à se déformer de manière élastique pour reprendre le poids (P) de l'extensomètre, ledit ressort s'étendant selon un axe vertical (A) qui passe par le centre de gravité (G) de l'extensomètre (70).
- [Revendication 5] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif de contrainte (30) comprend un support (31), une vis de réglage (50) montée en rotation sur le support (31) de manière parallèle aux bras (71, 74) de l'extensomètre, ladite vis de réglage (50) étant apte à se déplacer par translation le long de son axe par vissage ou dévissage, et dans laquelle la première et la deuxième lame flexible (34, 43) sont montées libres en rotation sur la vis de réglage (50) et solidaires en translation le long de ladite vis de réglage (50), de sorte que le vissage ou le dévissage de la vis de réglage (50) permet de régler la déformation desdites première et deuxième lames flexibles (34, 43) lorsque lesdites lames flexibles (34, 43) exercent un effort sur les bras (71, 74) de l'extensomètre (70).
- [Revendication 6] Installation (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les première et deuxième lames flexibles (34, 43) comprennent chacune une masse d'équilibrage (57) positionnée à la base d'une lame flexible, permettant d'équilibrer lesdites lames flexibles.
- [Revendication 7] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle au moins l'une des première et deuxième lames flexibles (34, 43) comprend une empreinte (56) en forme de V apte à recevoir l'extrémité (72) d'un bras (71) de l'extensomètre (70).
- [Revendication 8] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle au moins l'une des première et deuxième lames flexibles (34, 43) comprend une jauge de déformation (58) permettant de mesurer la déformation de la lame (34, 43).
- [Revendication 9] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle au moins l'une des première et deuxième lames flexibles (34, 43) est courbée dans son état de repos.
- [Revendication 10] Système d'essai de déformation d'une éprouvette d'un matériau, comprenant :
- une machine d'essai configurée pour appliquer une contrainte de déformation à l'éprouvette (80) afin de déformer l'éprouvette,
 - une installation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 11] Système selon la revendication 10, dans lequel l'installation (1) comprend un dispositif de déplacement (60) muni d'une carte électronique selon les revendications 2 et 3, et la machine d'essai comprend une voie numérique pilotable configurée pour communiquer avec la carte électronique du dispositif de déplacement (60).

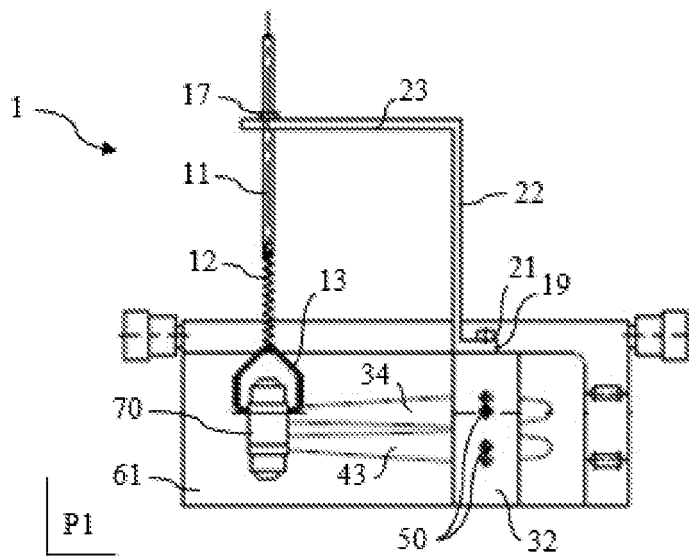
[Fig. 1]



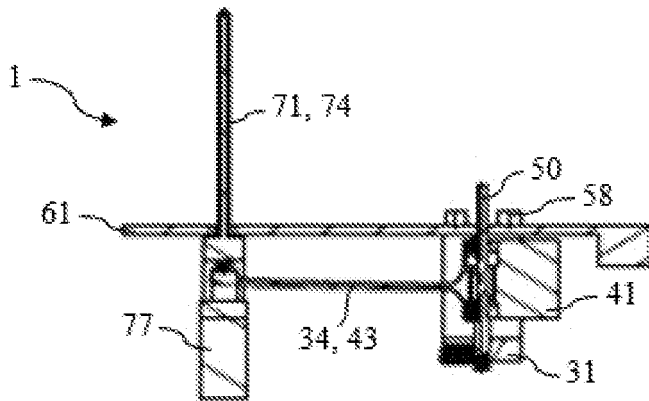
[Fig. 2]



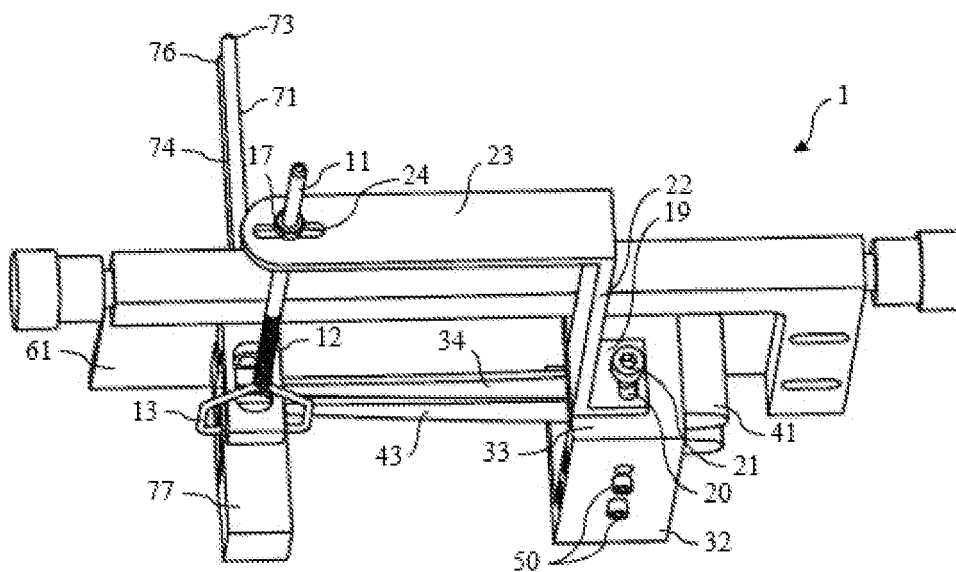
[Fig. 3]



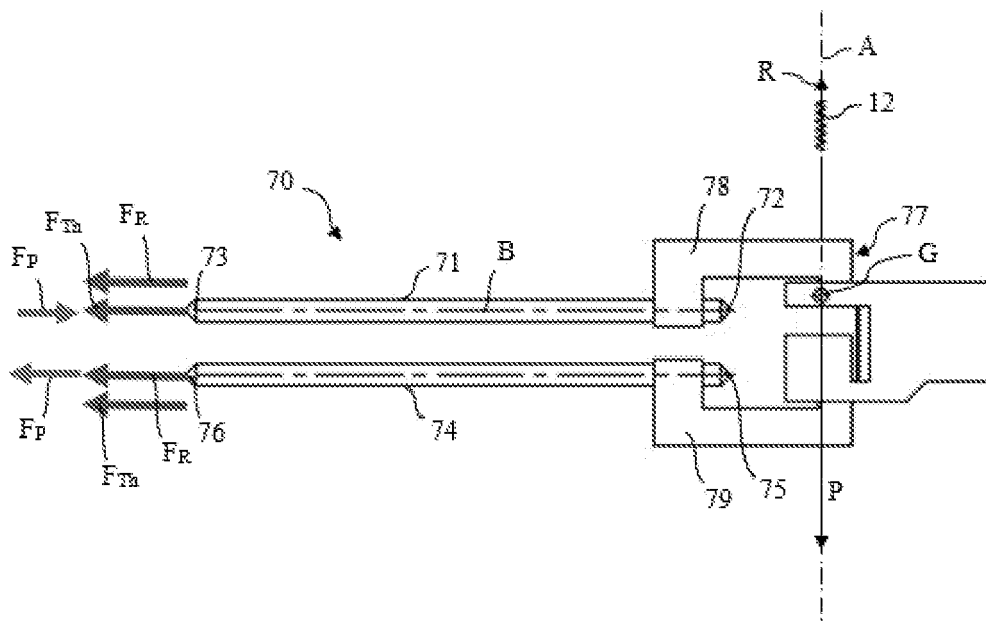
[Fig. 4]



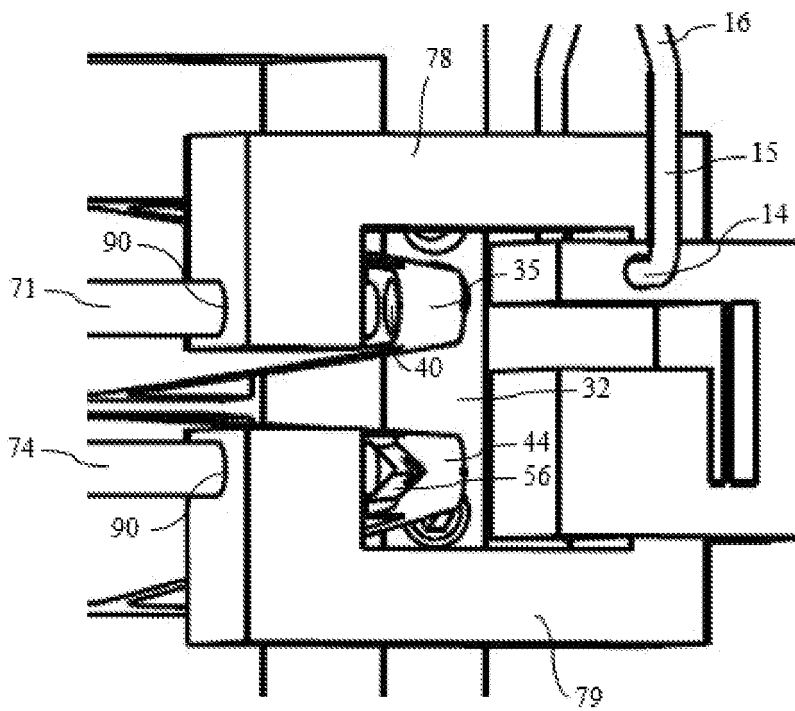
[Fig. 5]



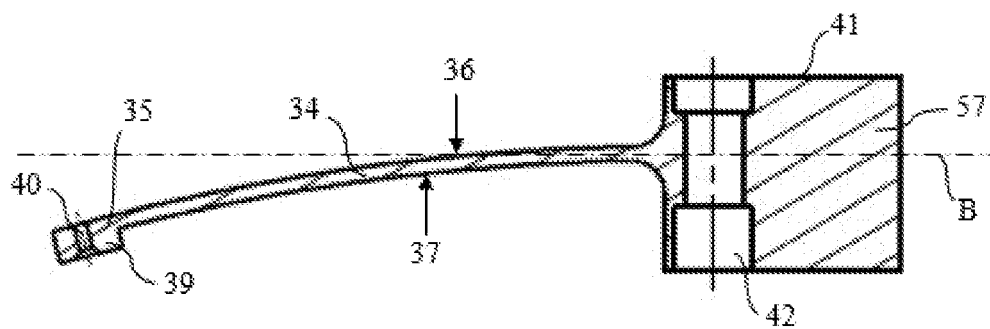
[Fig. 6]



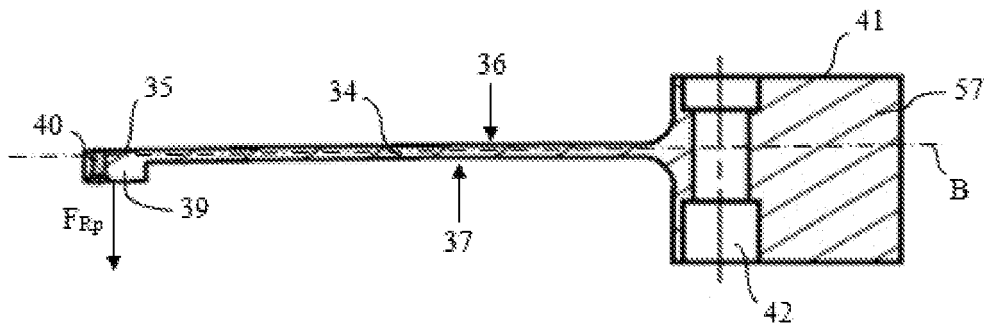
[Fig. 7]



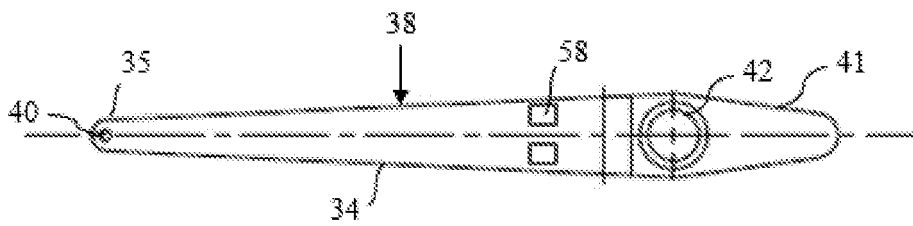
[Fig. 8A]



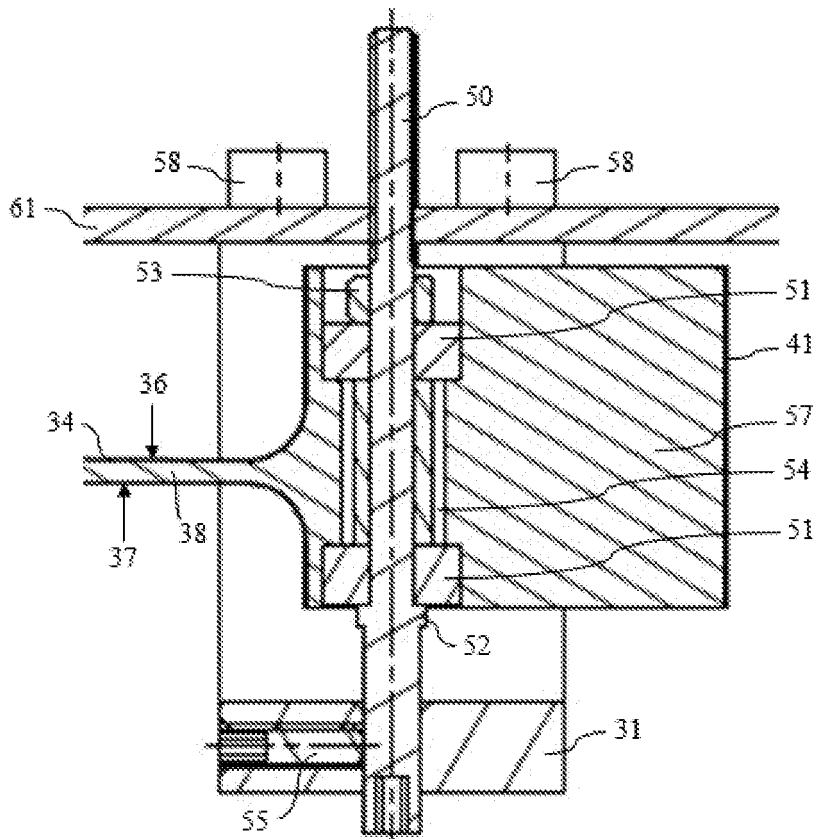
[Fig. 8B]



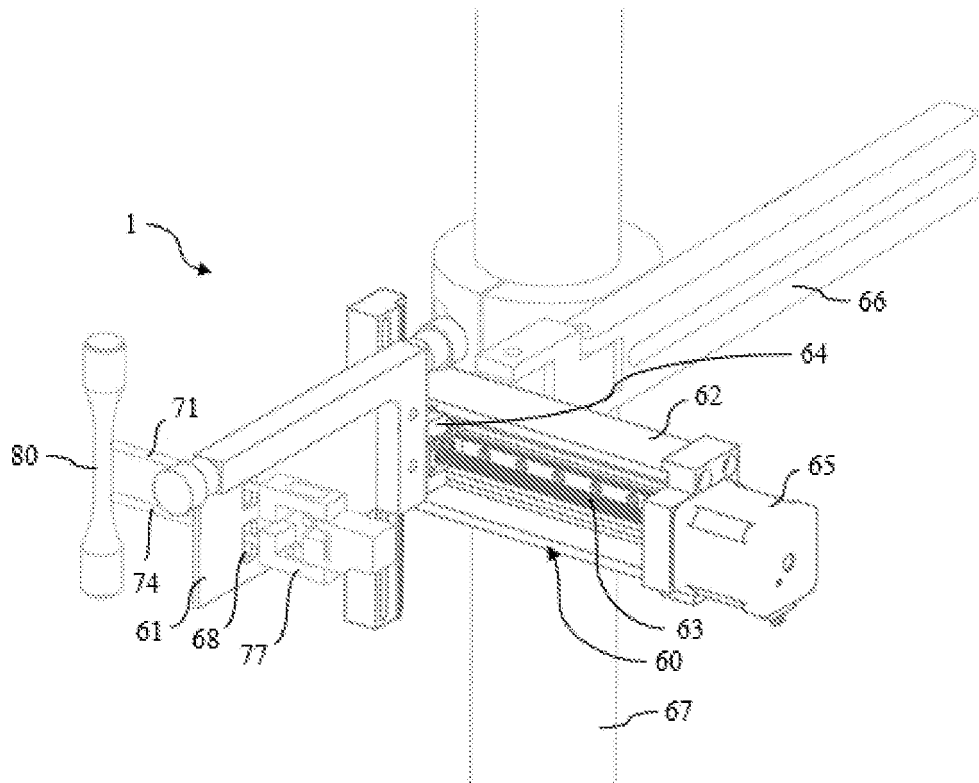
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 864216
 FR 1901475

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		
X	FR 1 433 935 A (SECR AVIATION) 1 avril 1966 (1966-04-01)	1,10	G01B5/30 G01N3/02
Y	* page 2, colonne de gauche, dernier	1,4,6-10	
A	alinéa - page 2, colonne de droite, alinéa first; figures 1-3 * * page 3, colonne de gauche, alinéa 2 - alinéa 5 *	2,3,5,11	

X	JP H02 227630 A (SHIMADZU CORP) 10 septembre 1990 (1990-09-10)	1,10	
Y	* le document en entier *	1,4,6-10	
A		2,3,5,11	

Y	US 6 568 096 B1 (SVITKIN MARK MIKHAILOVICH [RU] ET AL) 27 mai 2003 (2003-05-27)	1,4,6-10	
A	* le document en entier *	2,3,5,11	

Y	DE 14 73 646 A1 (VOGT DIPL ING JES) 30 octobre 1969 (1969-10-30)	1,4,6-10	
A	* le document en entier *	2,3,5,11	

Y	FR 2 673 282 A1 (SIDERURGIE FSE INST RECH [FR]) 28 août 1992 (1992-08-28)	1,4,6-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	* le document en entier *	2,3,5,11	G01B G01N

Y	US 2018/112976 A1 (MARMY PIERRE [BE]) 26 avril 2018 (2018-04-26)	1,4,6-10	
A	* le document en entier *	2,3,5,11	

Y	FR 2 556 463 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 14 juin 1985 (1985-06-14)	1,4,6-10	
A	* le document en entier *	2,3,5,11	

Y	CN 2 740 997 Y (HU JINGWEN [CN]) 16 novembre 2005 (2005-11-16)	1,4,6-10	
A	* le document en entier *	2,3,5,11	

Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 octobre 2019		Grand, Jean-Yves	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1901475 FA 864216**

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 **01-10-2019**

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
FR 1433935	A	01-04-1966	CH 445867 A	31-10-1967
			FR 1433935 A	01-04-1966
			GB 1039845 A	24-08-1966

JP H02227630	A	10-09-1990	AUCUN	

US 6568096	B1	27-05-2003	AU 3200300 A	14-09-2000
			US 6568096 B1	27-05-2003
			WO 0050841 A1	31-08-2000

DE 1473646	A1	30-10-1969	AUCUN	

FR 2673282	A1	28-08-1992	AUCUN	

US 2018112976	A1	26-04-2018	EP 3278057 A1	07-02-2018
			US 2018112976 A1	26-04-2018
			WO 2016156277 A1	06-10-2016

FR 2556463	A1	14-06-1985	AUCUN	

CN 2740997	Y	16-11-2005	-----	