



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
17.07.2019 Bulletin 2019/29

(51) Int Cl.:
G04B 15/14 (2006.01) G04B 31/08 (2006.01)
C10M 101/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19151532.9**

(22) Date de dépôt: **12.01.2019**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **12.01.2018 CH 292018**
12.01.2018 CH 302018

(71) Demandeur: **Richemont International S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeurs:
• **GOUIDER, Mohamed**
2000 Neuchâtel (CH)
• **PARISOT, Tomas**
25300 Doubs (FR)
• **ROLLAND, Julian**
01170 Segny (FR)
• **YACOUBI, Semir**
25500 Morteau (FR)
• **FIACCABRINO, Jean-Charles**
1421 Grandevent (CH)

(74) Mandataire: **e-Patent SA**
Rue Saint-Honoré 1
Boîte Postale CP 2510
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **PROCEDE DE LUBRIFICATION D'UN ECHAPPEMENT**

(57) L'invention concerne un procédé de lubrification d'un mécanisme d'échappement horloger comprenant un mobile destiné à recevoir une force motrice et un organe d'arrêt destiné à coopérer avec le mobile pour bloquer ou laisser libre sa rotation de manière alternative, ledit mobile et ledit organe d'arrêt présentant respectivement des premiers et deuxièmes organes de contact destinés à coopérer les uns avec les autres.

Selon l'invention, le procédé est caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'application d'une graisse comprenant des particules de type PTFE dispersées dans une huile de base, la charge de PTFE étant ajustée par rapport à la surface spécifique des particules de manière à obtenir une graisse présentant un grade compris entre 3 et 1, de préférence un grade 3 ou 2 selon l'échelle NLGI (National Lubricating Grease Institute).

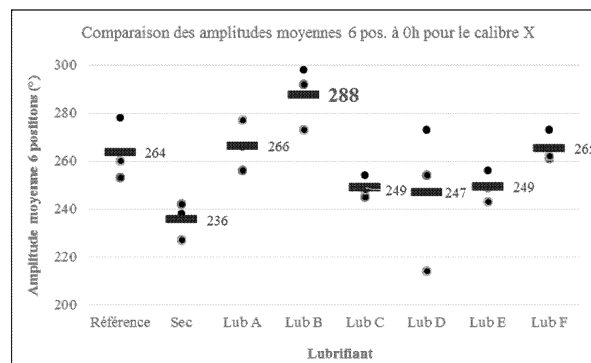


Fig. 1

Description

Domaine technique

- 5 **[0001]** La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie, particulièrement de l'horlogerie mécanique. Elle concerne un procédé de lubrification d'un échappement.
- [0002]** Dans le domaine des montres mécaniques, l'échappement permet de réguler l'apport d'énergie fourni par le barillet et d'entretenir les oscillations de l'organe réglant.
- 10 **[0003]** Les mécanismes les plus courants sont dits à ancre suisse et font s'interagir une ancre montée pivotante, avec notamment une roue d'échappement que l'ancre vient bloquer alternativement par une palette d'entrée et par une palette de sortie, qu'elle comporte.
- [0004]** De manière traditionnelle, les palettes sont fabriquées en rubis, tandis que la roue d'échappement est en acier. L'optimisation des conditions tribologiques entre les palettes de l'ancre et la roue d'échappement conduit à lubrifier les zones de contact entre elles de manière à réduire les pertes énergétiques par frottement et augmenter le rendement
- 15 **[0005]** de transmission d'énergie. Cette lubrification est délicate et complexe, et fait l'objet de beaucoup de recherches, de savoir-faire et d'innovation. En effet, les vitesses de déplacement relatif entre les palettes et les dents de la roue d'échappement sont élevées, de l'ordre de 70mm/s pendant la phase d'impulsion et le lubrifiant utilisé doit donc présenter une viscosité adaptée pour être efficace à ces vitesses.
- 20 **[0006]** Les lubrifiants répondant à ce cahier des charges sont généralement assez fluides. Pour être efficace, il est impératif de maintenir le lubrifiant utilisé dans la zone de contact en suffisance sans pour autant entraver le déplacement des composants en mouvement. Il doit également rester en place pendant le fonctionnement de l'échappement et en cas de chocs afin de ne pas appauvrir le contact et souiller les composants à l'intérieur du mouvement. Cela est obtenu par l'application d'un épilame qui participe à la complexité générale et globale de la lubrification d'un échappement. En
- 25 effet, l'épilame forme un film à la surface des palettes de type lipophile. Il convient de faire fonctionner l'échappement à sec de manière à ce que le contact de la denture de la roue d'échappement soit libre d'épilame, de manière à former une tranchée, dans laquelle l'huile va ensuite être appliquée et contenue, de par les propriétés lipophobes de l'épilame.
- [0007]** Afin de constituer un réservoir de lubrifiant permettant d'alimenter le contact et de réduire les surfaces de contact, les dents constituant la roue d'échappement peuvent être taillées en biseau.
- 30 **[0008]** Plus récemment, les horlogers ont exploré l'utilisation de Silicium pour réaliser l'ancre et la roue d'échappement, car ce matériau offre, outre une liberté dans la réalisation de géométrie complexe, des coefficients de frottement réduits, notamment pour les interactions Silicium-Silicium. Assez rapidement, l'utilisation de SiO₂ obtenue par oxydation thermique ou de diamant obtenu par dépôt CVD s'est imposée pour améliorer la résistance mécanique et les propriétés tribologiques. Les horlogers ont longtemps avancé que les composants Silicium ainsi revêtus permettraient de s'affranchir
- 35 des difficultés de lubrification connues jusqu'alors. Cependant, en pratique, il est généralement constaté que, pour obtenir les niveaux des performances et de fiabilité attendus, le recours à une lubrification avec des lubrifiants traditionnels utilisés pour des échappements acier/rubis est également nécessaire avec un échappement Silicium.
- [0009]** Cela est d'autant plus contraignant que les pièces produites en Silicium sont plus fragiles que les pièces en Acier, et que les procédés industriels d'épilame courants ne sont pas applicables aux pièces en silicium. En effet, le recours à un traitement d'épilame en vrac endommagerait inmanquablement les pièces en silicium compte tenu de la fragilité du silicium. Un épilame pièce à pièce serait fastidieux, coûteux et peu efficace.
- 40 **[0010]** De même la réalisation d'un biseau à l'instar de pièces en acier pour constituer un réservoir, complexifie et augmente les coûts de fabrication des pièces en Silicium.
- [0011]** Les horlogers ont également exploré l'utilisation de techniques de lithographie connues sous le nom de LIGA pour réaliser l'ancre et la roue d'échappement. Ces techniques permettent de reproduire des formes données avec une grande précision. Les pièces sont réalisées en nickel ou en alliage de nickel, notamment en NiP, par croissance dans des structures définies par lithographie.
- 45 **[0012]** Malgré les formes complexes que le LIGA permet d'obtenir favorisant une optimisation géométrique et des performances théoriques plus importantes, il est néanmoins toujours nécessaire de lubrifier les surfaces des organes de contact de l'échappement, avec une étape d'épilame et l'application d'une huile de l'art antérieur pour obtenir les performances escomptées et garantir une fiabilité de l'échappement.
- 50

Etat de la technique

- 55 **[0013]** Le document EP2120105 divulgue une solution de lubrification d'une pièce micromécanique, notamment une roue d'échappement en silicium, le lubrifiant pouvant être une graisse. Un revêtement hydrophile jouant le rôle d'épilame est interposé entre la pièce et le lubrifiant pour retenir le lubrifiant dans la zone de frottements.
- [0014]** Cet enseignement induit donc la difficulté d'épilamer les pièces de l'échappement, y compris pour les pièces

en silicium, ce qui reste un inconvénient en termes d'industrialisation.

[0015] La présente invention a pour but de proposer un procédé de lubrification d'un échappement, remédiant au moins partiellement aux inconvénients susmentionnés.

5 Divulguation de l'invention

[0016] De façon plus précise, l'invention concerne un procédé de lubrification tel que proposé dans les revendications.

Brève description des dessins

[0017] D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence au dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1 représente des essais comparatifs de performance pour trois mouvements d'un premier calibre, avec différentes configurations de lubrifications, après 24h de rodage,
- les figures 2a et 2b montrent respectivement, en termes d'amplitude et de rendement, des mesures effectuées pour 10 mouvements d'un second calibre et trois lubrifiants,
- les figures 3a, 3b et 3c montrent des comparaisons d'amplitude, tandis que les figures 4a, 4b et 4c montrent des comparaisons de rendement, pour 3 lubrifiants, par rapport à un lubrifiant A de référence ; les mesures sont effectuées sur des jeux de mouvements d'un troisième calibre,
- la figure 5 montre une comparaison des rendements de l'échappement pour des lubrifiants selon l'invention, obtenus avec différentes huiles de base.

Mode de réalisation de l'invention

[0018] Comme expliqué en détails dans l'introduction de la présente demande, la question de la lubrification des mécanismes d'échappement est un sujet de recherche permanent pour les horlogers, avec comme buts d'améliorer :

- le rendement des échappements,
- la stabilité dans le temps des lubrifiants, tant en termes de performance qu'en terme de composition (stabilité chimique),
- leur mise en oeuvre pour faciliter l'industrialisation de l'étape de lubrification.

[0019] La demanderesse a identifié après de nombreuses recherches, des effets particulièrement intéressants dans l'utilisation de lubrifiants spécifiques, pour lubrifier un échappement.

[0020] Plus particulièrement, l'objet de l'invention est un procédé de lubrification d'un mécanisme d'échappement horloger comprenant un mobile destiné à recevoir une force motrice et un organe d'arrêt destiné à coopérer avec le mobile pour bloquer ou laisser libre sa rotation de manière alternative. Le mobile et l'organe d'arrêt présentent respectivement des premiers et deuxièmes organes de contact destinés à coopérer les uns avec les autres. Au moins les premiers ou les deuxièmes organes de contact sont réalisés à base de silicium, ou à base de nickel ou d'un alliage de nickel (notamment NiP) par une technologie de type LIGA.

[0021] De manière avantageuse, le mécanisme d'échappement est un mécanisme dit à ancre suisse. Le mobile est une roue d'échappement destinée à être montée pivotante et l'organe d'arrêt est une ancre également destinée à pivoter sur son axe. L'ancre est munie d'une palette d'entrée et d'une palette de sortie, destinées à coopérer avec la denture de la roue d'échappement. Les palettes d'une part, et les dents de la roue d'échappement d'autre part, définissent des organes de contact, puisqu'ils sont destinés à interagir les uns avec les autres, lors des étapes successives de l'échappement. Ce type de mécanisme est bien connu et n'a pas besoin d'être décrit en détails.

[0022] De préférence, l'ancre d'une part, et la roue d'échappement d'autre part sont réalisées en une pièce à base de silicium, éventuellement recouvert par une couche superficielle, par exemple d'oxyde, naturel ou réalisé par une étape d'oxydation. L'homme du métier peut également envisager d'autres revêtements ou traitements de surface sur les organes de contact.

[0023] On peut également envisager d'autres configurations dans lesquelles l'une seulement de l'ancre ou de la roue d'échappement est à base de silicium, ou alors seulement les organes de contact sont à base de silicium.

[0024] En alternative, l'ancre d'une part, et la roue d'échappement d'autre part sont réalisées en une pièce à base de nickel ou d'un alliage de nickel, obtenue par une technologie de type LIGA. Le nickel ou l'alliage de nickel utilisé peut également contenir des additifs de type dopage ou lubrifiant solide (hBN, talc...). L'homme du métier peut également envisager d'autres revêtements ou traitements de surface sur les organes de contact.

[0025] On peut également envisager d'autres configurations dans lesquelles l'une seulement de l'ancre ou de la roue

d'échappement est à base de nickel ou d'un alliage de nickel, ou alors seulement les organes de contact sont à base de nickel ou d'un alliage de nickel.

[0026] Selon l'invention, la lubrification de l'échappement est caractérisée en ce le procédé est caractérisé en ce qu'elle comporte une étape d'application d'une graisse comprenant des particules de type PTFE (polytétrafluoroéthylène) dispersées dans une huile de base, la charge de PTFE étant ajustée par rapport à la surface spécifique des particules de manière à obtenir une graisse présentant un grade compris entre 3 et 1, de préférence un grade 2 selon l'échelle NLGI (National Lubricating Grease Institute), donnée ci-dessous.

[0027] De préférence, l'huile de base est de type PFPE (Perfluoropolyether). De préférence encore, l'étape d'application est effectuée sans étape d'épilage.

[0028] La figure 1 montre des mesures d'amplitude du balancier. Ces mesures ont été réalisées sur trois mouvements horlogers de même type, avec une géométrie standard de l'ancre et de la roue d'échappement. Le graphique représente les valeurs moyennes des relevés d'amplitude dans 6 positions, à 0h de marche (barillet chargé au maximum hors bride glissante) après un rodage de 24h, mesurées pour chaque mouvement. Un trait représente, pour chaque lubrifiant, la moyenne des mesures des trois mouvements. Entre chaque lubrifiant, les mouvements sont démontés et dégraissés, puis lubrifiés avec le lubrifiant suivant.

[0029] La mesure de référence est un échappement standard, avec une roue d'échappement en acier (avec dents biseautées) et des palettes d'ancre en rubis, épilamées et lubrifiées selon les méthodes de l'état de la technique. Les 7 mesures suivantes concernent des échappements en silicium, aux géométries identiques à l'échappement standard de référence mais sans biseau sur les dents de la roue d'échappement. La 1^{ère} mesure correspond à un fonctionnement à sec, sans lubrification. La mesure A correspond à une lubrification selon l'état de la technique, c'est-à-dire avec épilage et lubrification comme dans l'échappement de référence.

[0030] La mesure B concerne la graisse utilisée selon le procédé de l'invention. Les mesures C à F concernent différents types de lubrifiants testés, avec ou sans épilage, selon la consistance et l'écoulement de la graisse.

[0031] On constate que la graisse B permet d'obtenir des rendements supérieurs aux autres solutions, avec une amélioration significative de l'amplitude du balancier de 24° par rapport à la référence, et d'au moins 22° par rapport aux alternatives testées. De plus, ce niveau de performance est obtenu sans application d'épilage et avec une géométrie des dents de la roue d'échappement simplifiée (sans biseau), ce qui représente un avantage industriel.

[0032] Sur la figure 2, les performances d'autres lubrifiants ont été étudiées sur un échappement avec une ancre et une roue d'ancre en NiP dont les dents ne sont pas biseautées. 10 mouvements d'un second calibre (différent de celui utilisé sur la figure 1) ont été utilisés pour les mesures. Le graphique représente les valeurs moyennes des relevés d'amplitude (fig. 2a) dans 6 positions, à 0h de marche (barillet chargé au maximum hors bride glissante) après un rodage de 24h, et les rendements (fig. 2b) mesurés pour chaque mouvement, en position horizontal bas. Un trait représente, pour chaque lubrifiant, la moyenne des mesures des différents mouvements. Entre chaque lubrifiant, les mouvements sont démontés et dégraissés, puis lubrifiés avec le lubrifiant suivant. Le lubrifiant A est un lubrifiant de référence de l'état de la technique, B est le lubrifiant selon l'invention et C est un autre lubrifiant testé.

[0033] On constate un gain d'amplitude de 25° et un gain de 9 points de rendement en position horizontale bas, pour la graisse selon l'invention par rapport à la référence.

[0034] Sur la figure 3, d'autres lubrifiants ont été étudiés sur un échappement avec une ancre et une roue d'ancre en NiP dont les dents ne sont pas biseautées, sur des séries de mouvements d'un même calibre d'un deuxième type. Le graphique représente les valeurs moyennes des relevés d'amplitude dans 6 positions, à 0h de marche (barillet chargé au maximum hors bride glissante) après un rodage de 24h. Un trait représente, pour chaque lubrifiant, la moyenne des mesures des différents mouvements. Pour chaque comparaison, les mesures sont effectuées sur des lots différents, c'est pourquoi, les résultats sont présentés 2 à 2 et non tous sur un même graphique. Le lubrifiant A est un lubrifiant de référence de l'état de la technique reconnu pour ses performances, B est le lubrifiant selon l'invention et G et H sont des autres lubrifiants testés.

[0035] Un gain d'amplitude de 16° a été constaté pour la graisse selon l'invention par rapport à la référence, ce qui est une amélioration significative par rapport aux amplitudes obtenues avec G et H.

[0036] Sur la figure 4, sont représentés les rendements correspondant aux amplitudes mesurées à la figure 3.

[0037] Un gain de rendement de 6 points est constaté, soit 14% pour la graisse selon l'invention par rapport à la référence, ce qui est une amélioration significative par rapport aux rendements obtenus avec G et H.

[0038] Les améliorations obtenues sont considérables (entre 6 et 9 points de rendement) par rapport aux optimisations faibles généralement constatées, qui sont de l'ordre de celles obtenues avec les autres lubrifiants testés (entre 0 fréquemment et 3 points pour un seul lubrifiant).

[0039] En termes de composition, différentes graisses de la famille ci-dessus ont été testées, avec des résultats comparables. Ainsi, l'huile de base (PFPE) peut présenter une viscosité mesurée à 40°C, comprise entre 5 et 330 cSt, de préférence entre 10 et 310 cSt. Les particules de PTFE dispersées dans l'huile de base sont microniques à submicroniques et la densité peut être ajustée par l'homme du métier, de manière à obtenir une graisse qui, au final, présente un grade compris entre 3 et 1, de préférence un grade 2. En pratique, la charge de PTFE est ajustée par rapport à la

EP 3 511 780 A1

surface spécifique des particules en fonction du grade visé. Typiquement, les particules présentent une taille comprise entre 50 nm et 10 μm . De manière préférée, la taille des particules est comprise entre 1 μm et 7 μm . Ces particules forment des agglomérats dont la taille est inférieure à 150 μm . Au gré des interactions du lubrifiant avec les surfaces de contact de l'échappement, les agrégats sont cassés et les particules se redistribuent en d'autres agrégats.

[0040] Ce grade correspond à une graisse assez consistante, qualifiée selon le tableau NLGI (National Lubricating Grease Institute) ci-dessous.

Indice de consistance NLGI	ASTM travaillé (60 cycles) : pénétration à 25 °C en dixièmes de millimètre	Apparence de la graisse lubrifiante	Consistance du produit alimentaire analogue
000	445-475	Très fluide	Ketchup
00	400-430	Fluide	Compote de pommes
0	355-385	Semi-fluide	Moutarde
1	310-340	Très molle	Double concentré de tomates
2	265-295	Molle	Beurre de cacahuètes
3	220-250	Mi-dure	Margarine
4	175-205	Dure	Yaourt glacé
5	130-160	Très dure	Fudge
6	85-115	Extrêmement dure	Fromage cheddar

[0041] Ce type de graisse peut être déposé à l'aide d'un pique-huile, utilisé habituellement, ou à l'aide d'autres équipements ou dispensateurs automatiques ou semi-automatiques, permettant une automatisation au moins partielle de la dispense du lubrifiant sur les surfaces fonctionnelles des organes de contact.

[0042] L'obtention de ce niveau de performance pour une graisse de cette consistance est particulièrement surprenante. En effet, eu égard aux vitesses de déplacement relatif des organes de contact, l'utilisation d'une graisse n'est a priori pas indiquée, car sa réponse à une sollicitation en cisaillement, telle que subie lors d'un contact à l'échappement, n'est pas suffisamment rapide. Cependant, on a constaté que la résistance mécanique de ce type de graisse chute brutalement lorsqu'elle est soumise à une contrainte en cisaillement, en d'autres termes, elle se fluidifie rapidement lors des frottements subis en fonctionnement. D'autre part, le seuil d'écoulement revenant également rapidement à son niveau normal après la fin de l'application d'une contrainte mécanique, la graisse reste avantageusement en place sur les organes de contact, malgré l'absence d'épilame.

[0043] Dans le cadre d'un échappement traditionnel, notamment à ancre suisse, avec des interactions entre des palettes en rubis et une roue d'échappement en acier, la graisse selon l'invention présente des avantages importants. En termes de performance, celles-ci sont améliorées de quelques points par rapport à un échappement de référence. On peut cependant noter que les échappements traditionnels ont été optimisés de manière très importante au fur et à mesure des évolutions historiques. De plus, le lubrifiant selon l'invention permet de simplifier les géométries et donc le processus industriel. Au surplus, la durabilité du lubrifiant selon l'invention est améliorée selon les critères suivants :

- stabilité chimique : afin de ne pas se dégrader dans le temps ;
- maintien dans les zones de contact : afin de ne pas être dispersé en cas de choc ou lors du fonctionnement du mécanisme et venir souiller le mouvement ;
- maintien de la performance mécanique : la répétition des sollicitations ne doit pas avoir d'incidence (aussi faible que possible) sur le comportement du lubrifiant.

[0044] Ainsi, même pour un échappement avec des interactions rubis/acier, le lubrifiant selon l'invention présente des effets avantageux.

[0045] D'autres huiles de base peuvent être envisagées. Pour une meilleure compatibilité avec les particules de PTFE, on préférera une huile de base synthétique, et sans savon métallique dans la composition de la graisse. En effet, une graisse comportant un savon métallique ne peut en général pas contenir plus de 10% en masse de PTFE. Or, de préférence, les performances intéressantes de la graisse sont obtenues avec des teneurs (pourcentage massique) en PTFE comprises entre 10 et 55%.

[0046] Comme représenté sur la figure 5, de bons résultats en termes d'amélioration du rendement ont été obtenus avec une huile de base de type ester, avec des améliorations de rendement de 4 points par rapport à une lubrification

traditionnelle donnée comme référence. Plus particulièrement, des esters de type di-ester ou polyol-ester sont indiqués.

[0047] De bons résultats ont également été obtenus avec une huile de base de type PAO (Polyalphaolefine), avec des améliorations de rendement de 6 points par rapport à une lubrification traditionnelle. Sur ce lot de mouvements, une huile de base de type PFPE permet d'obtenir une amélioration de 8 points par rapport à la référence.

[0048] On peut mélanger différentes huiles de base, particulièrement des huiles de base de type ester et des huiles de base de type PAO.

[0049] Ce sont ces associations entre des particules de PTFE et une huile de base, avec une viscosité mesurée à 40°C entre 5 et 330 cSt, de préférence entre 10 et 310 cSt, permettant d'incorporer ces particules de PTFE pour un atteindre un grade NLGI compris entre 1 et 3, qui donnent les performances surprenantes et avantageuses, dans le cadre d'un échappement horloger. Ainsi est proposé un procédé de lubrification d'un échappement, permettant de lubrifier un échappement dont les pièces principales, à savoir la roue d'échappement et l'ancre peuvent être réalisées en silicium ou à base de silicium, tout en améliorant le rendement par rapport à un échappement standard ou un échappement Silicium ou réalisés par LIGA lubrifié conventionnellement. De plus, la famille de graisse identifiée permet de se passer d'épilame et permet donc de simplifier le procédé et d'augmenter la performance industrielle.

Revendications

1. Procédé de lubrification d'un mécanisme d'échappement horloger comprenant un mobile destiné à recevoir une force motrice et un organe d'arrêt destiné à coopérer avec le mobile pour bloquer ou laisser libre sa rotation de manière alternative, ledit mobile et ledit organe d'arrêt présentant respectivement des premiers et deuxièmes organes de contact destinés à coopérer les uns avec les autres, le procédé est **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape d'application d'une graisse sur au moins un des premiers et deuxièmes organes de contact, ladite graisse comprenant des particules de type PTFE (polytétrafluoroéthylène) dispersées dans une huile de base, la charge de PTFE étant ajustée par rapport à la surface spécifique des particules de manière à obtenir une graisse présentant un grade compris entre 3 et 1, de préférence un grade 3 ou 2 selon l'échelle NLGI (National Lubricating Grease Institute).
2. Procédé de lubrification selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite huile de base est une huile synthétique et **en ce que** ladite graisse ne contient pas de savon métallique.
3. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** ladite graisse comporte entre 10 et 55% (pourcentage massique) de PTFE.
4. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite huile de base est de type PFPE (Perfluoropolyether).
5. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite huile de base est de type ester.
6. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite huile de base est de type PAO (Polyalphaolefine).
7. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ladite huile de base est un mélange comprenant des huiles de base de type ester et des huiles de base de type PAO.
8. Procédé de lubrification selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite huile de base présente une viscosité mesurée à 40°C comprise entre 5 et 330 cSt, de préférence entre 10 et 310 cSt.
9. Procédé de lubrification selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules de PTFE ont une taille comprise entre 50 nm et 10 µm, de préférence, entre 1 µm et 7 µm, formant des agglomérats dont la taille est inférieure à 150 µm.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite étape d'application est effectuée sans étape d'épilamage.
11. Procédé de lubrification selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mobile est une roue d'échappement destinée à être montée mobile en rotation et l'organe d'arrêt est une ancre également destinée à

pivoter sur son axe.

12. Procédé de lubrification selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'ancre est munie d'une palette d'entrée et d'une palette de sortie, destinées à coopérer avec une denture que comporte la roue d'échappement.

5

13. Procédé de lubrification selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins les premiers ou les deuxièmes organes de contact sont réalisés à base de nickel ou d'un alliage de nickel.

10

14. Procédé de lubrification selon la revendication 11 ou la revendication 12, et selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'une et/ou l'autre de l'ancre et de la roue d'échappement sont réalisées en une pièce à base de nickel ou d'un alliage de nickel.

15

15. Procédé de lubrification selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les organes de contact de l'organe d'arrêt sont en rubis et **en ce que** les organes de contact du mobile sont en acier.

16. Procédé de lubrification selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** au moins les premiers ou les deuxièmes organes de contact étant réalisés à base de silicium.

20

17. Procédé de lubrification selon la revendication 11 ou selon la revendication 12, et selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** l'une et/ou l'autre de l'ancre et de la roue d'échappement sont réalisées en une pièce à base de silicium.

25

18. Procédé de lubrification selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la graisse est appliquée à l'aide d'un pique-huile ou d'un dispensateur semi-automatique ou automatique.

30

35

40

45

50

55

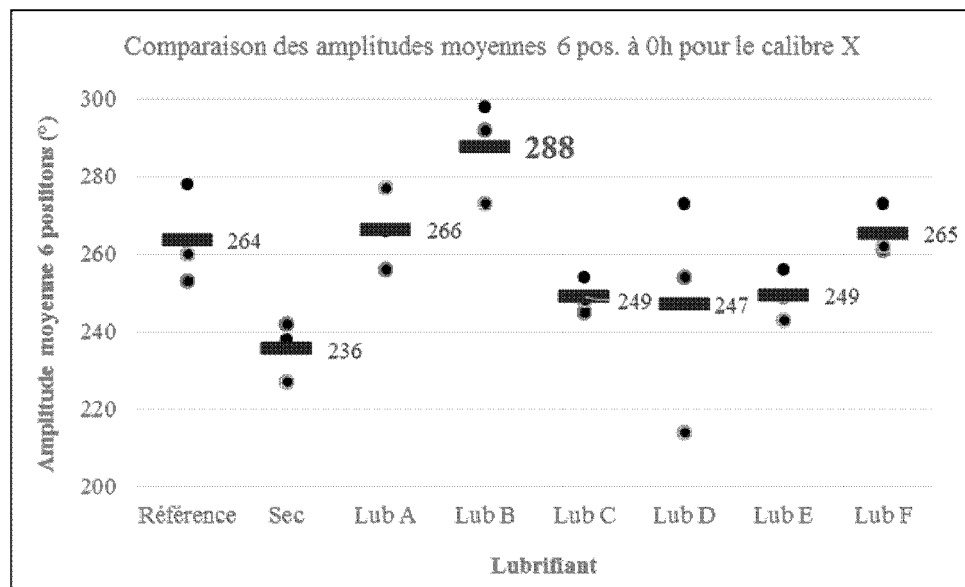
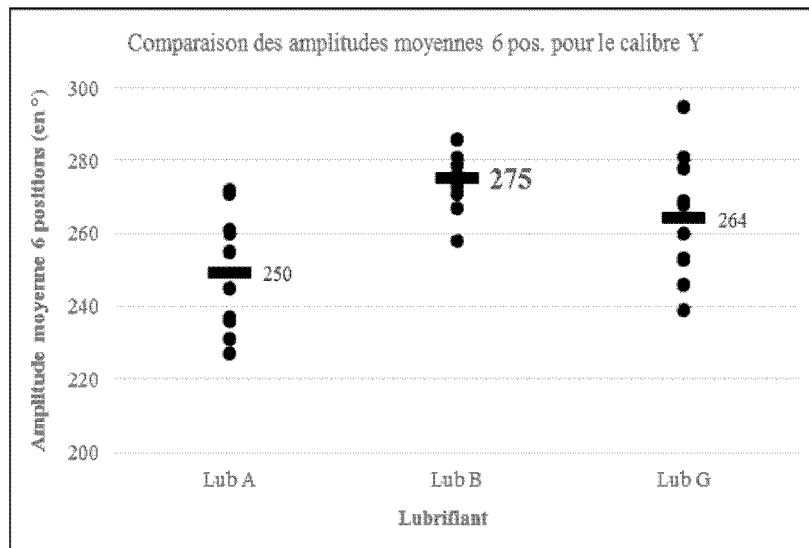


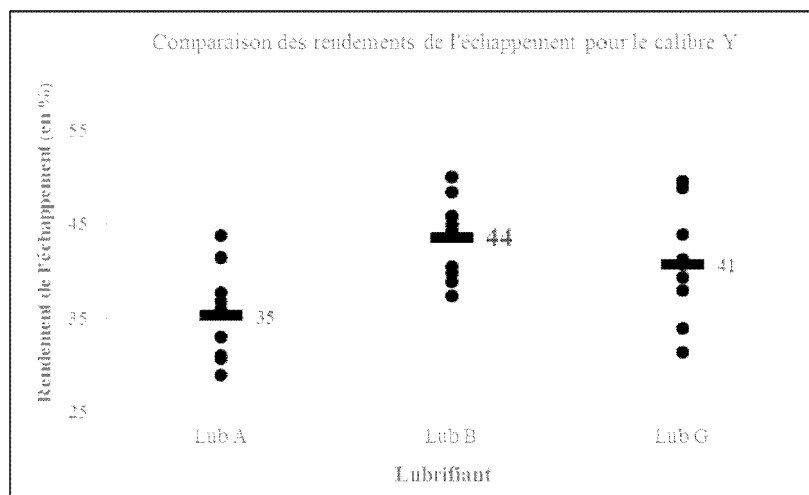
Fig. 1

Fig. 2a



Amplitude

Fig. 2b



Rendement

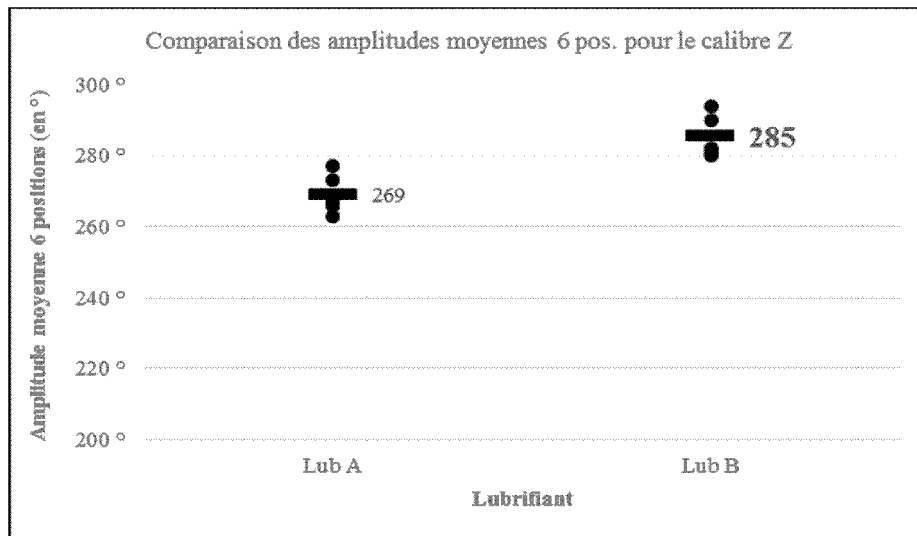


Fig. 3a

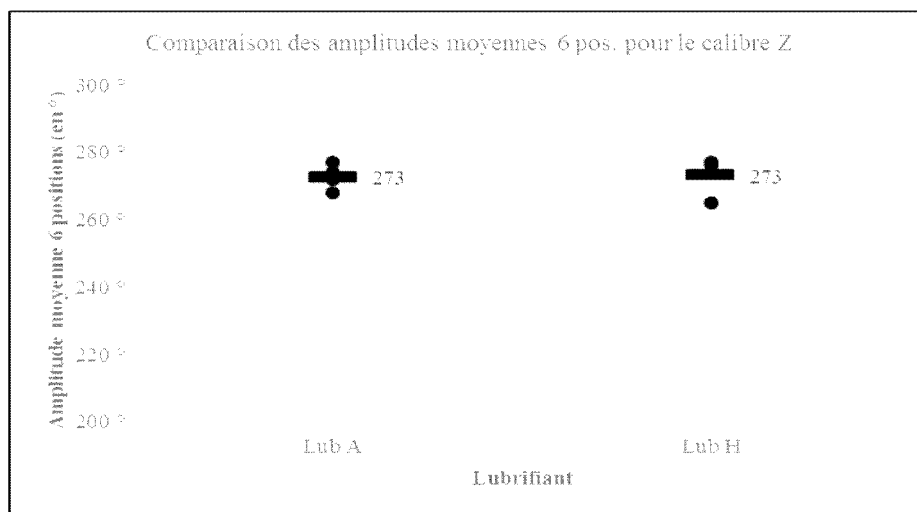


Fig. 3b

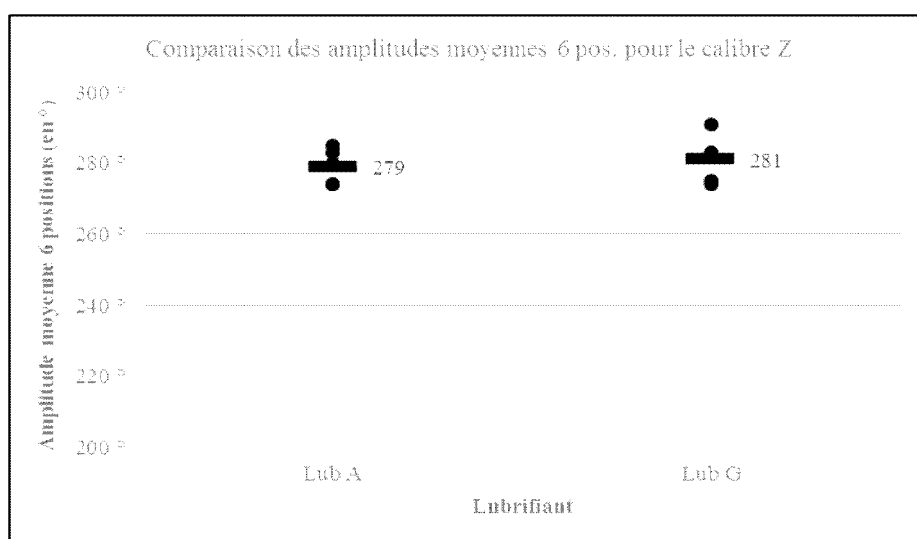


Fig. 3c

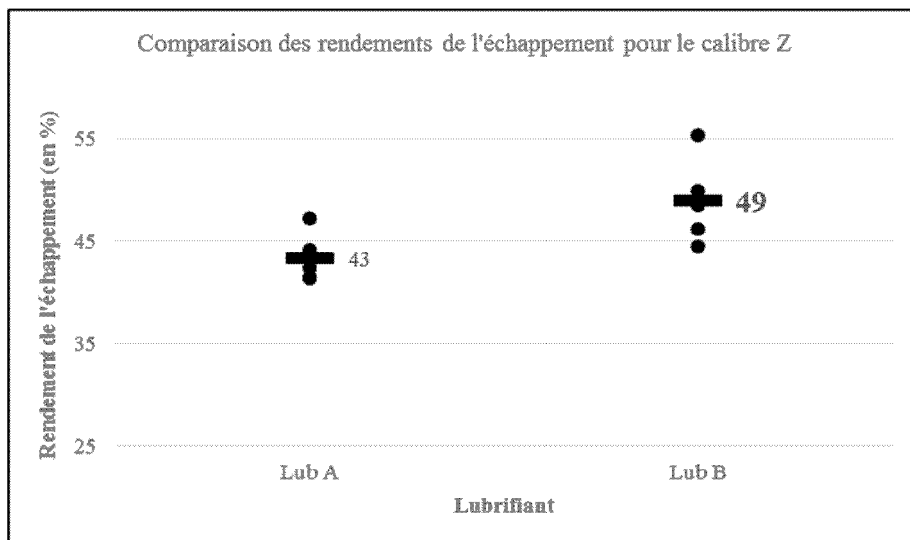


Fig. 4a

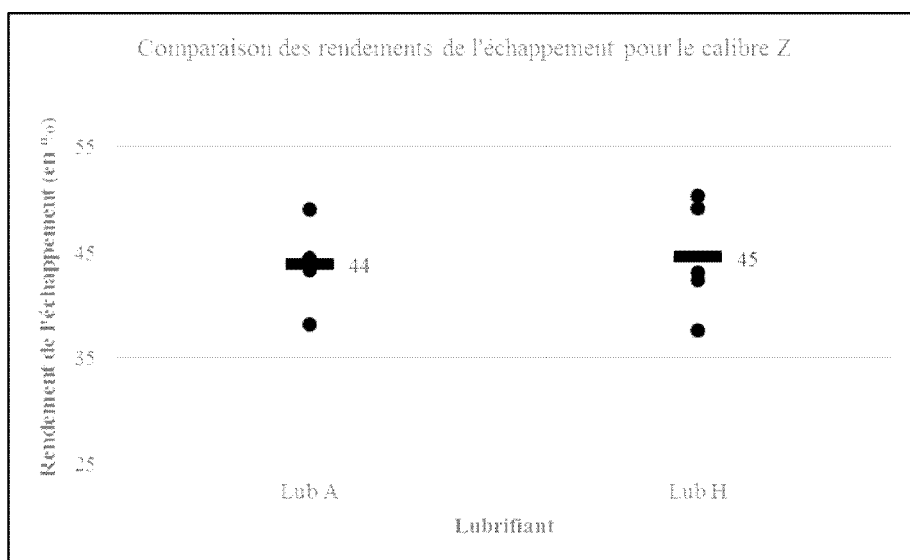


Fig. 4b

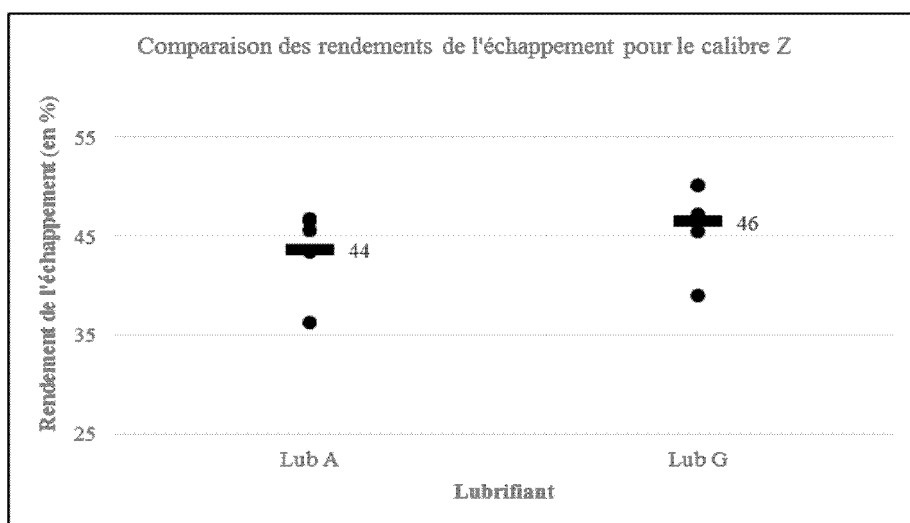


Fig. 4c

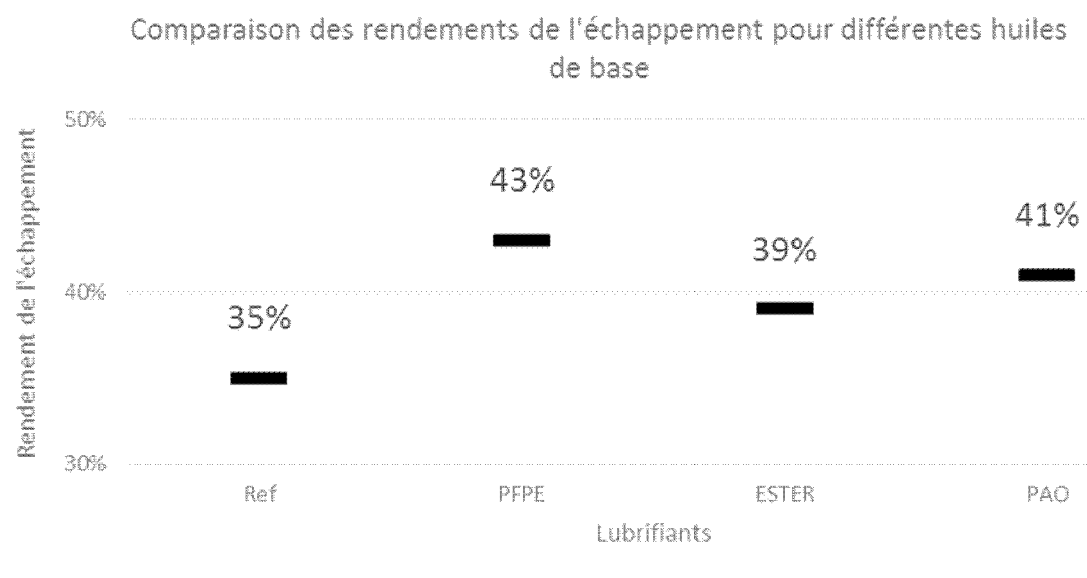


Fig. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 15 1532

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 949 739 A1 (CITIZEN HOLDINGS CO LTD [JP]; CITIZEN WATCH CO LTD [JP]) 2 décembre 2015 (2015-12-02) * alinéa [0005] * * alinéa [0016] * * alinéa [0110] * * alinéa [0253] * * alinéa [0265] *	1-18	INV. G04B15/14 G04B31/08 C10M101/00
X	US 2005/014658 A1 (AKAO YUJI [JP]) 20 janvier 2005 (2005-01-20) * alinéa [0213] * * alinéa [0236] - alinéa [0238] *	1	
X	US 3 496 003 A (SIMON-VERMOT ANDRE) 17 février 1970 (1970-02-17) * colonne 2, alinéa 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B C10M
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 30 avril 2019	Examineur Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 19 15 1532

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-04-2019

10

Document brevet cité
au rapport de recherche

Date de
publication

Membre(s) de la
famille de brevet(s)

Date de
publication

15

EP 2949739 A1 02-12-2015 CN 104937084 A 23-09-2015
EP 2949739 A1 02-12-2015
JP 6041224 B2 07-12-2016
JP W02014115603 A1 26-01-2017
US 2016002562 A1 07-01-2016
WO 2014115603 A1 31-07-2014

20

US 2005014658 A1 20-01-2005 CN 1578826 A 09-02-2005
EP 1533361 A1 25-05-2005
JP W02004018594 A1 08-12-2005
MY 142191 A 15-10-2010
US 2005014658 A1 20-01-2005
WO 2004018594 A1 04-03-2004

25

US 3496003 A 17-02-1970 CH 311864 A4 30-09-1966
DE 1299558 B 17-07-1969
US 3496003 A 17-02-1970

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2120105 A [0013]