

Echappement d'horlogerie à protection contre les chocs

La présente invention concerne un échappement d'horlogerie à ancre, tel qu'un échappement à ancre suisse.

5 Les échappements à ancre comprennent généralement des organes fixes de limitation, sous la forme de parois appelées « étocaux » usinées dans la platine ou dans un pont, ou sous la forme de goupilles fixées à la platine. Ces organes fixes de limitation servent de butées à l'ancre pour limiter l'amplitude de ses oscillations et définir deux positions de repos où l'ancre est en appui
10 respectivement contre l'un de ces organes fixes de limitation tandis qu'une dent de la roue d'échappement est elle-même en appui contre le plan de repos de la palette d'entrée ou de sortie de l'ancre. Ces organes fixes de limitation jouent également un rôle de protection de l'échappement contre les chocs, en ce qu'ils empêchent l'ancre de se déplacer au-delà de ses positions de repos lors de chocs
15 subis par la montre et évitent ainsi que les palettes de l'ancre puissent venir heurter la roue d'échappement.

Il existe toutefois des échappements à ancre ne comportant pas de tels organes fixes de limitation. Dans ce cas, c'est une forme ou un agencement particulier de la denture de la roue d'échappement et/ou des palettes qui remplit la
20 fonction de limitation des oscillations de l'ancre au cours du fonctionnement normal de l'échappement, c'est-à-dire qui définit les positions de repos de l'ancre. Des exemples de tels échappements sont décrits dans les documents CH 101651, CH 569997, CH 343898, DE 1162290, GB 682566 et US 3146581. A l'exception de celui décrit dans le document CH 569997, ces échappements présentent tous
25 l'inconvénient que, lors de chocs subis par la montre, l'ancre peut se déplacer au-delà de ses positions de repos jusqu'à ce que le bec d'impulsion d'une des palettes heurte la roue d'échappement. A titre d'illustration, la figure 1 montre la position d'un échappement à ancre sans organes fixes de limitation après un choc ayant déplacé l'ancre dans le sens indiqué par la flèche F1 alors que l'ancre était

dans sa position de repos où sa palette d'entrée bloquait la roue d'échappement. On voit que le bec d'impulsion de la palette d'entrée est en contact avec la serge de la roue d'échappement. De manière similaire, lors d'un choc ayant pour effet de déplacer l'ancre dans le sens opposé (figure 2, flèche F2), le bec d'impulsion de la palette de sortie vient en contact avec la serge de la roue d'échappement. De tels contacts entre une arête (le bec d'impulsion) et la roue d'échappement peuvent créer des dommages importants à l'ancre et/ou à la roue d'échappement, en particulier si ces éléments, ou l'un d'entre eux, sont réalisés dans une matière fragile telle que le silicium. De plus, les ébréchures qui peuvent en résulter peuvent se déplacer dans le mouvement de la montre, causer des dommages à d'autres composants et perturber le fonctionnement du mouvement.

L'échappement selon le document CH 569997 présente des évidements en dièdre formés dans la serge de la roue d'échappement, évidements destinés à recevoir et verrouiller les palettes dans les positions de repos de l'ancre. En cas de choc subi par la montre, ces évidements empêchent l'ancre de se déplacer au-delà de ses positions de repos. Dans certains modes de réalisation, des petits dégagements sont en outre ménagés dans la roue d'échappement pour empêcher le bec d'impulsion des palettes d'entrer en contact avec ladite roue dans lesdites positions de repos. Cet échappement présente néanmoins un inconvénient majeur, en ce qu'il nécessite que les palettes aient la même forme et des angles de tirage identiques, ce qui interdit d'optimiser le rendement de l'échappement en jouant sur les formes et les dimensions des palettes.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients susmentionnés et propose à cette fin un échappement d'horlogerie comprenant une roue d'échappement et une ancre, l'ancre comprenant une palette d'entrée et une palette de sortie coopérant avec des dents de la roue d'échappement, chacune des palettes d'entrée et de sortie comprenant un revers, un bec d'impulsion, une face d'impulsion et une face de repos, l'ancre et/ou la roue d'échappement comprenant des moyens pour limiter les oscillations de l'ancre en fonctionnement

normal de l'échappement à une plage de déplacement délimitée par une position de repos d'entrée où la palette d'entrée bloque la roue d'échappement et par une position de repos de sortie où la palette de sortie bloque la roue d'échappement, caractérisé en ce que la roue d'échappement comprend à sa périphérie des saillies agencées pour que :

- lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans un premier sens, la face d'impulsion et le revers de la palette d'entrée puissent venir s'appuyer respectivement sur deux des saillies et arrêter ainsi l'ancre, sans contact entre le bec d'impulsion de la palette d'entrée et la roue d'échappement,

et/ou pour que :

- lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans un deuxième sens, la face d'impulsion et le revers de la palette de sortie puissent venir s'appuyer respectivement sur deux des saillies et arrêter ainsi l'ancre, sans contact entre le bec d'impulsion de la palette de sortie et la roue d'échappement.

Les saillies peuvent comprendre des premières saillies situées entre les dents de la roue d'échappement et pouvant chacune servir d'appui à la face d'impulsion de la palette d'entrée en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le premier sens et au revers de la palette de sortie en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens.

Les saillies peuvent comprendre aussi des deuxièmes saillies situées sur les flancs arrière des dents de la roue d'échappement ou entre lesdites dents et pouvant chacune servir d'appui au revers de la palette d'entrée en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le premier sens.

Les saillies peuvent comprendre aussi des troisièmes saillies situées sur les flancs avant des dents de la roue d'échappement ou entre lesdites dents et

pouvant chacune servir d'appui à la face d'impulsion de la palette de sortie lorsque le choc a pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens.

Les saillies sont de préférence arrondies.

5 Lesdits moyens pour limiter les oscillations de l'ancre peuvent comprendre un coin défini par la face de repos de la palette d'entrée et/ou la palette de sortie et avec lequel peut coopérer un bec de repos des dents de la roue d'échappement.

De préférence, le coin est défini par un plan de rappel et par un plan de
10 repos formés sur la face de repos de la palette d'entrée et/ou la palette de sortie, et les saillies sont agencées pour que :

- après un choc ayant eu pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le premier sens jusqu'audit arrêt de l'ancre, l'une desdites deux saillies puisse pousser l'ancre vers sa position de repos
15 d'entrée jusqu'à ce qu'une coopération entre le bec de repos d'une dent de la roue d'échappement et le plan de rappel de la palette d'entrée termine de ramener l'ancre à sa position de repos d'entrée, sous l'action de la rotation de la roue d'échappement ;

et/ou pour que :

20 - après un choc ayant eu pour effet de faire sortir l'ancre de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens jusqu'audit arrêt de l'ancre, l'une desdites deux saillies puisse pousser l'ancre vers sa position de repos de sortie jusqu'à ce qu'une coopération entre le bec de repos d'une dent de la roue d'échappement et le plan de rappel de la palette
25 de sortie termine de ramener l'ancre à sa position de repos de sortie, sous l'action de la rotation de la roue d'échappement.

L'ancre et la roue d'échappement peuvent chacune être réalisées en une seule pièce.

Dans des modes de réalisation particuliers, au moins l'une de l'ancre et de la roue d'échappement est réalisée en une matière fragile, telle que le verre, le diamant, le silicium, le carbure de silicium, l'oxyde d'aluminium cristallisé ou une autre matière à base de l'une de ces matières.

5 Dans un mode de réalisation, l'ancre comprend une fourchette comprenant une entrée de fourchette et des cornes, et la face interne de chaque corne est arrondie de manière à adoucir la transition entre cette face interne et la face interne correspondante de l'entrée de fourchette.

Dans un autre mode de réalisation, l'échappement comprend un organe de transmission entre l'ancre et un axe de balancier, cet organe comprend une partie remplissant la fonction d'une cheville de plateau, ladite partie comprend des surfaces actives convexes et une surface inactive reliant les surfaces actives entre elles, et la surface inactive est convexe avec un rayon de courbure plus grand que celui des surfaces actives de manière à adoucir la transition entre la surface inactive et chacune des surfaces actives. De préférence, ledit organe est une pièce monobloc comprenant une ouverture pour son montage sur l'axe de balancier et un ergot s'étendant radialement et constituant ladite partie remplissant la fonction d'une cheville de plateau.

15 L'échappement selon l'invention est typiquement un échappement à ancre suisse.

La présente invention propose également une ancre d'échappement d'horlogerie comprenant une fourchette comprenant une entrée de fourchette et des cornes, caractérisée en ce que la face interne de chaque corne est arrondie de manière à adoucir la transition entre cette face interne et la face interne correspondante de l'entrée de fourchette.

25 La présente invention propose en outre un organe de transmission entre une ancre d'horlogerie et un axe de balancier d'horlogerie, comprenant une partie remplissant la fonction d'une cheville de plateau, ladite partie comprenant des surfaces actives convexes et une surface inactive reliant les surfaces actives entre

elles, caractérisé en ce que la surface inactive est convexe avec un rayon de courbure plus grand que celui des surfaces actives de manière à adoucir la transition entre la surface inactive et chacune des surfaces actives.

L'invention porte également sur une pièce d'horlogerie, telle qu'une montre-bracelet, comprenant un échappement, une ancre ou un organe de transmission tel que défini ci-dessus.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1, déjà commentée, montre en vue de dessus un échappement de type connu recevant un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un premier sens ;
- la figure 2, déjà commentée, montre le même échappement recevant un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un deuxième sens opposé au premier sens ;
- les figures 3 et 4 montrent un échappement selon un premier mode de réalisation de l'invention avec son ancre située respectivement dans sa position de repos d'entrée, où la palette d'entrée de l'ancre bloque la roue d'échappement, et dans sa position de repos de sortie, où c'est la palette de sortie de l'ancre qui bloque la roue d'échappement ;
- la figure 5 montre une position intermédiaire de l'échappement selon le premier mode de réalisation de l'invention lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un premier sens ;
- la figure 6 montre la position finale de l'échappement selon le premier mode de réalisation de l'invention lors d'un choc tel que celui défini en relation avec la figure 5 ;
- la figure 7 montre une position intermédiaire de l'échappement selon le premier mode de réalisation de l'invention lors d'un choc ayant pour

effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un deuxième sens opposé au premier sens ;

- la figure 8 montre la position finale de l'échappement selon le premier mode de réalisation de l'invention lors d'un choc tel que celui défini en relation avec la figure 7 ;

- les figures 9 et 10 montrent un échappement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention avec son ancre située respectivement dans sa position de repos d'entrée, où la palette d'entrée de l'ancre bloque la roue d'échappement, et dans sa position de repos de sortie, où c'est la palette de sortie de l'ancre qui bloque la roue d'échappement ;

- la figure 11 montre une position intermédiaire de l'échappement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un premier sens ;

- la figure 12 montre la position finale de l'échappement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention lors d'un choc tel que celui défini en relation avec la figure 11 ;

- la figure 13 montre une position intermédiaire de l'échappement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre de sa plage de déplacement normal dans un deuxième sens opposé au premier sens ;

- la figure 14 montre la position finale de l'échappement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention lors d'un choc tel que celui défini en relation avec la figure 13 ;

- la figure 15 montre en vue de dessus une partie d'un échappement selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 16 montre en vue de dessus une partie d'un échappement selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

En référence à la figure 3, un échappement selon un premier mode de réalisation de l'invention pour une pièce d'horlogerie telle qu'une montre-bracelet comprend une roue d'échappement 1, une ancre 2 et, monté sur un axe de balancier 3, un organe de transmission entre l'ancre 2 et l'axe de balancier 3
5 constitué par exemple par des grand et petit plateaux 4, 5. Comme dans un échappement à ancre suisse traditionnel, l'ancre 2 est montée pivotante sur un axe 2a et comprend une palette d'entrée 6 et une palette de sortie 7 coopérant avec les dents 8 de la roue d'échappement 1, chacune de ces palettes 6, 7 comprenant un revers 9, un bec d'impulsion 10, une face d'impulsion 11 et une
10 face de repos 12. L'ancre 2 comprend également à l'extrémité de sa baguette 13 une fourchette comprenant une entrée de fourchette 14a coopérant avec une cheville de plateau ou « ellipse » 15 solidaire du grand plateau 4, des cornes 14b et un organe 16 remplissant la fonction d'un dard et coopérant avec le petit plateau 5. Le fonctionnement de l'échappement est ainsi identique à celui d'un
15 échappement à ancre suisse traditionnel.

La fonction de limitation des oscillations de l'ancre 2 en fonctionnement normal de l'échappement est assurée non pas par des étocaux ou goupilles fixes mais par une forme particulière des palettes d'entrée et de sortie 6, 7 de l'ancre 2. Ainsi, ces palettes 6, 7 comprennent sur leur face de repos 12 un plan de repos 17
20 et un plan de rappel 18 faisant un angle entre eux. L'arrêt de l'ancre 2 dans sa position de repos d'entrée, où sa palette d'entrée 6 bloque la roue d'échappement 1, se produit lorsque le bec de repos 19 d'une dent 8 de la roue d'échappement 1 vient se loger dans le coin défini par le plan de repos 17 et le plan de rappel 18 de la palette d'entrée 6 (figure 3). L'arrêt de l'ancre 2 dans sa position de repos de
25 sortie, où sa palette de sortie 7 bloque la roue d'échappement 1, se produit lorsque le bec de repos 19 d'une dent 8 de la roue d'échappement 1 vient se loger dans le coin défini par le plan de repos 17 et le plan de rappel 18 de la palette de sortie 7 (figure 4).

Selon l'invention, la roue d'échappement 1 présente à sa périphérie des formations de protection contre les chocs, à savoir, dans ce premier mode de réalisation :

- des premières saillies 20 régulièrement réparties angulairement et formées sur la serge de la roue 1, entre les dents 8 ;
- des deuxièmes saillies 21 régulièrement réparties angulairement et formées sur le flanc arrière des dents 8 ;
- des troisièmes saillies 22 régulièrement réparties angulairement et formées sur le flanc avant des dents 8.

Les notions d' « avant » et d' « arrière » doivent s'entendre dans le cadre de la présente invention par rapport au sens de rotation, désigné par R, de la roue 1 lorsque celle-ci est en mouvement par l'action de l'organe moteur (barillet) de la pièce d'horlogerie. Les deuxièmes et troisièmes saillies 21, 22 donnent une forme bombée aux flancs arrière et avant des dents 8. Les premières saillies 20 sont en forme de vagues avançant dans le sens inverse du sens R. Les saillies 20, 21, 22 sont toutes arrondies. Entre chaque première saillie 20 et la deuxième saillie 21 qui lui est consécutive dans le sens R est ménagé un premier dégagement 23. Entre chaque première saillie 20 et la troisième saillie 22 qui lui est consécutive dans le sens opposé au sens R est ménagé un deuxième dégagement 24.

Comme montré aux figures 5 et 6, lors d'un choc se produisant alors que l'ancre 2 était dans sa position de repos d'entrée et ayant pour effet de déplacer angulairement l'ancre 2 dans le sens indiqué par la flèche F3, c'est-à-dire de faire sortir l'ancre 2 de sa plage de déplacement normal délimitée par ses positions de repos d'entrée et de sortie, la palette d'entrée 6 se dirige vers la serge de la roue 1, ce qui fait reculer la roue 1 par la coopération entre le bec de repos 19 d'une dent 8 et le plan de rappel 18 de la palette d'entrée 6, et la face d'impulsion 11 de la palette d'entrée 6 entre en contact avec une saillie 20 (figure 5). La forme de la saillie 20 permet à ce mouvement de continuer, la face d'impulsion 11 glissant sur la saillie 20 faisant ainsi encore reculer la roue 1 jusqu'à ce que le revers 9 de la

palette d'entrée 6 vienne buter contre une saillie 21 (figure 6). A ce moment, la face d'impulsion 11 exerce sur la saillie 20 une force tendant à faire tourner la roue 1 dans le sens opposé au sens R tandis que le revers 9 exerce sur la saillie 21 une force tendant à faire tourner la roue 1 dans le sens R. La roue 1 et l'ancre 2 sont donc arrêtées. Pendant tout le mouvement causé par le choc, le bec d'impulsion 10 de la palette d'entrée 6 reste hors de contact de la roue 1. Dans la position finale d'arrêt illustrée à la figure 6, le bec d'impulsion 10 de la palette d'entrée 6 se trouve dans le dégagement 23. Une fois l'effet du choc terminé, l'ancre 2 est ramenée dans sa position de repos d'entrée par la saillie 20 poussant et glissant sur le plan d'impulsion 11 puis par le bec de repos 19 d'une dent 8 poussant et glissant sur le plan de rappel 18, sous l'action de l'organe moteur entraînant la roue d'échappement 1 dans le sens R.

Comme montré aux figures 7 et 8, lors d'un choc se produisant alors que l'ancre 2 était dans sa position de repos de sortie et ayant pour effet de déplacer angulairement l'ancre 2 dans le sens indiqué par la flèche F4, c'est-à-dire de faire sortir l'ancre 2 de sa plage de déplacement normal délimitée par ses positions de repos d'entrée et de sortie, la palette de sortie 7 se dirige vers la serge de la roue 1, ce qui fait reculer la roue 1 par la coopération entre le bec de repos 19 d'une dent 8 et le plan de rappel 18 de la palette de sortie 7, et la face d'impulsion 11 de la palette de sortie 7 entre en contact avec une saillie 22 (figure 7). La forme de la saillie 22 permet à ce mouvement de continuer, la face d'impulsion 11 glissant sur la saillie 22 faisant ainsi encore reculer la roue 1 jusqu'à ce que le revers 9 de la palette de sortie 7 vienne buter contre une saillie 20 (figure 8). A ce moment, la face d'impulsion 11 exerce sur la saillie 22 une force tendant à faire tourner la roue 1 dans le sens opposé au sens R tandis que le revers 9 exerce sur la saillie 20 une force tendant à faire tourner la roue 1 dans le sens R. La roue 1 et l'ancre 2 sont donc arrêtées. Pendant tout le mouvement causé par le choc, le bec d'impulsion 10 de la palette de sortie 7 reste hors de contact de la roue 1. Dans la position finale d'arrêt illustrée à la figure 8, le bec d'impulsion 10 de la palette de

sortie 7 se trouve dans le dégagement 24. Une fois l'effet du choc terminé, l'ancre 2 est ramenée dans sa position de repos de sortie par la saillie 22 poussant et glissant sur le plan d'impulsion 11 puis par le bec de repos 19 d'une dent 8 poussant et glissant sur le plan de rappel 18, sous l'action de l'organe moteur entraînant la roue d'échappement 1 dans le sens R.

De la sorte, pendant de tels chocs, l'échappement est protégé de tout contact entre le bec d'impulsion 10 des palettes 6, 7 et la roue 1. Ce résultat est atteint sans qu'il soit nécessaire d'imposer un agencement, une forme ou des dimensions particulières aux palettes 6, 7, les saillies 20, 21, 22 ne jouant aucun rôle pendant le fonctionnement normal de l'échappement. Ainsi, lors de la conception de l'échappement, les palettes 6, 7 peuvent être conformées et dimensionnées pour optimiser le rendement de l'échappement, par exemple comme décrit dans la demande de brevet EP 1892589 de la présente demanderesse, puis les saillies 20, 21, 22 peuvent être dessinées en fonction de la forme et des dimensions des palettes 6, 7.

Lorsque les chocs décrits plus haut se produisent alors que l'ancre 2 est en mouvement entre ses deux positions de repos, avec la cheville de plateau 15 dans l'entrée de fourchette 14a ou entre les cornes 14b, le choc aura d'abord pour effet de déplacer l'ancre 2 jusqu'à l'une de ses positions de repos puis, si la force du choc est supérieure à la force de maintien de l'ancre 2 dans cette position de repos, de déplacer l'ancre 2 au-delà de cette position de repos. Les saillies 20, 21, 22 jouent alors le rôle décrit ci-dessus.

Lorsqu'un choc se produit ayant pour effet de rapprocher l'ancre 2 de l'une de ses positions de repos alors que l'ancre 2 était dans son autre position de repos, c'est-à-dire de déplacer l'ancre 2 dans le sens F4 alors qu'elle était dans sa position de repos d'entrée ou dans le sens F3 alors qu'elle était dans sa position de repos de sortie, l'organe 16 remplissant la fonction du dard bute contre le petit plateau 5 ce qui limite le déplacement de l'ancre 2.

La présente invention présente un intérêt particulier dans le cas d'échappements réalisés dans une matière fragile, c'est-à-dire une matière ne présentant pas de domaine plastique, telle que le verre, le diamant, le silicium, le carbure de silicium, l'oxyde d'aluminium cristallisé ou d'autres matières à base de l'une de ces matières. En évitant tout contact entre le bec d'impulsion 10 des palettes 6, 7 et la roue d'échappement 1 pendant un choc, on évite les fortes contraintes inhérentes aux contacts entre arêtes et surfaces, contraintes qui sont incompatibles avec la fragilité d'une telle matière. On notera aussi à cet égard que la forme arrondie des saillies 20, 21, 22 contribue à réduire les contraintes créées par les contacts entre les palettes 6, 7 et la roue d'échappement 1.

Ainsi, la roue d'échappement 1 et l'ancre 2, ou l'une d'entre elles, peuvent être réalisées dans une telle matière fragile, de manière monolithique, par exemple par gravure ionique réactive profonde DRIE (Deep Reactive Ion Etching).

Un second mode de réalisation de l'invention est illustré aux figures 9 à 14. L'échappement selon ce second mode de réalisation est identique à celui selon le premier mode de réalisation, à l'exception de la forme des saillies 20', 21', 22' de la roue d'échappement et de l'emplacement des deuxièmes saillies 21', situées en partie au moins sur la serge de ladite roue et non plus entièrement sur le flanc arrière des dents de ladite roue. Dans une variante, les troisièmes saillies 22', situées sur le flanc avant des dents de la roue d'échappement, pourraient être séparées desdites dents et être elles aussi sur la serge de ladite roue.

Bien qu'il soit préférable que les moyens de limitation des oscillations de l'ancre en fonctionnement normal de l'échappement soient prévus sur l'ancre et/ou la roue d'échappement à la fois pour l'entrée et la sortie, la présente invention n'exclut pas l'utilisation d'un organe de limitation fixe, par exemple du type goupille, pour l'entrée ou la sortie et de moyens de limitation prévus sur l'ancre et/ou la roue d'échappement pour la sortie ou l'entrée, respectivement. Dans ce cas, les saillies de la roue d'échappement ne seraient bien entendu utiles que du côté, entrée ou sortie, où se trouveraient lesdits moyens de limitation.

Par ailleurs, la présente invention peut s'appliquer à des échappements dont la roue d'échappement est constituée non pas d'une planche comme représenté mais de deux planches superposées coopérant respectivement avec les palettes d'entrée et de sortie, comme décrit dans la demande de brevet
5 EP 1914605. Dans ce cas, chacune des deux planches peut comporter des saillies pour la palette avec laquelle elle coopère.

Il a aussi été constaté par le présent inventeur que des dommages importants peuvent résulter de chocs entre la fourchette de l'ancre d'un échappement et la cheville de plateau, en particulier si ces éléments, ou l'un
10 d'entre eux, sont réalisés dans une matière fragile. Comme montré à la figure 3, la transition entre la face interne de chaque corne 14b et la face interne correspondante de l'entrée de fourchette 14a est constituée par une arête 14c. Lors d'un choc subi par la montre, la cheville de plateau 15 peut heurter ou être heurtée par l'une de ces arêtes 14c. Suivant les matériaux utilisés, un tel
15 heurtement pourra endommager la zone de l'arête 14c et/ou la cheville de plateau 15, voire casser l'arête 14c et produire des ébréchures qui seront libres de se déplacer dans le mouvement et d'en perturber le fonctionnement. A la figure 15 est représenté un mode de réalisation de l'invention dans lequel les faces internes
20 25 des cornes 26 de l'ancre sont arrondies (convexes) afin d'assurer une transition douce, sans arête, en d'autres termes une transition à grand rayon de courbure, entre ces faces internes 25 et les faces internes correspondantes 27 de l'entrée de fourchette 28. Ainsi, en cas de choc, les pressions de contact et donc les risques d'endommagement sont réduits. L'ancre est typiquement réalisée dans une matière fragile telle que le verre, le diamant, le silicium, le carbure de silicium,
25 l'oxyde d'aluminium cristallisé ou une autre matière à base de l'une de ces matières, et usinée par gravure ionique réactive profonde.

De manière comparable, on constate à la figure 3 que la cheville de plateau 15, lorsqu'elle a la forme traditionnelle d'un demi-cylindre ou segment de cylindre, comme représenté, comporte des arêtes 15a entre sa surface cylindrique 15b et

sa surface plane 15c. Lors d'un choc subi par la montre, l'une de ces arêtes 15a peut heurter ou être heurtée par la fourchette de l'ancre. Suivant les matériaux utilisés, un tel heurtement pourra endommager la zone de l'arête 15a et/ou la fourchette de l'ancre, voire casser l'arête 15a et produire des ébréchures qui seront libres de se déplacer dans le mouvement et d'en perturber le fonctionnement. A la figure 16 est représenté un autre mode de réalisation de l'invention, combinable avec celui de la figure 15, dans lequel la cheville de plateau est constituée par un ergot 29 d'une pièce monobloc 30 remplissant la fonction d'organe de transmission entre l'ancre et l'axe de balancier. La pièce monobloc 30 comprend une ouverture 31 pour son montage sur l'axe de balancier. La pièce monobloc 30 est typiquement réalisée dans une matière fragile telle que le verre, le diamant, le silicium, le carbure de silicium, l'oxyde d'aluminium cristallisé ou une autre matière à base de l'une de ces matières, et usinée par gravure ionique réactive profonde. L'ergot 29 fait saillie radialement sur la périphérie d'une partie annulaire 32 de la pièce 30 comportant l'ouverture 31. L'ergot 29 comporte deux surfaces latérales convexes opposées 33 en forme de segments d'un même cylindre. Ces deux surfaces 33 sont les surfaces actives de l'ergot 29, qui viennent en contact et coopèrent avec la fourchette de l'ancre pendant le fonctionnement normal de l'échappement, de la même manière que la surface cylindrique 15b de la cheville de plateau 15. L'extrémité de l'ergot 29 est formée par une surface cylindrique convexe 34 de plus grand rayon de courbure que les surfaces 33. Cette surface 34 correspond à la surface plane 15c de la cheville de plateau 15, et est inactive en ce sens qu'elle n'est pas destinée à entrer en contact avec la fourchette de l'ancre pendant le fonctionnement normal de l'échappement. Comme la surface 15c, cette surface 34 sert à définir les sûretés de l'échappement en terme d'ébats de corne et de coin. Dans la présente invention, la convexité de cette surface 34 permet d'arrondir sensiblement la transition 35 entre chacune des surfaces 33 et la surface 34 et de supprimer ainsi les arêtes 15a afin de réduire les pressions de contact et donc les risques

d'endommagement en cas de chocs subis par la montre. Le rayon de courbure de la surface 34 est choisi suffisamment petit pour que les transitions 35 soient douces, c'est-à-dire aient un grand rayon de courbure, et suffisamment grand pour conserver une sécurité suffisante en terme d'ébats de corne et de coin. La pièce

5 monobloc 30 peut être associée à un petit plateau du type de celui désigné par le repère 5 à la figure 3. Elle peut être rapportée à ce petit plateau ou monobloc avec celui-ci.

REVENDICATIONS

1. Echappement d'horlogerie comprenant une roue d'échappement (1) et
5 une ancre (2), l'ancre (2) comprenant une palette d'entrée (6) et une
palette de sortie (7) coopérant avec des dents (8) de la roue
d'échappement (1), chacune des palettes d'entrée et de sortie (6, 7)
comprenant un revers (9), un bec d'impulsion (10), une face d'impulsion
10 (11) et une face de repos (12), l'ancre (2) et/ou la roue d'échappement
(1) comprenant des moyens (17, 18) pour limiter les oscillations de
l'ancre (2) en fonctionnement normal de l'échappement à une plage de
déplacement délimitée par une position de repos d'entrée où la palette
d'entrée (6) bloque la roue d'échappement (1) et par une position de
15 repos de sortie où la palette de sortie (7) bloque la roue d'échappement
(1), caractérisé en ce que la roue d'échappement (1) comprend à sa
périphérie des saillies (20, 21, 22) agencées pour que :

- lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite
plage de déplacement dans un premier sens (F3), la face
d'impulsion (11) et le revers (9) de la palette d'entrée (6) puissent
20 venir s'appuyer respectivement sur deux (20, 21) des saillies (20,
21, 22) et arrêter ainsi l'ancre (2), sans contact entre le bec
d'impulsion (10) de la palette d'entrée (6) et la roue d'échappement
(1),

et/ou pour que :

- lors d'un choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite
plage de déplacement dans un deuxième sens (F4), la face
d'impulsion (11) et le revers (9) de la palette de sortie (7) puissent
25 venir s'appuyer respectivement sur deux (22, 20) des saillies (20,
21, 22) et arrêter ainsi l'ancre (2), sans contact entre le bec

d'impulsion (10) de la palette de sortie (7) et la roue d'échappement (1).

- 5 2. Echappement selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites saillies (20, 21, 22) comprennent des premières saillies (20) situées entre les dents (8) de la roue d'échappement (1) et pouvant chacune servir d'appui à la face d'impulsion (11) de la palette d'entrée (6) en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le premier sens (F3) et au revers (9) de la palette de
- 10 sortie (7) en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens (F4).
- 15 3. Echappement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites saillies (20, 21, 22) comprennent des deuxièmes saillies (21) situées sur les flancs arrière des dents (8) de la roue d'échappement (1) ou entre lesdites dents (8) et pouvant chacune servir d'appui au revers (9) de la palette d'entrée (6) en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le premier sens (F3).
- 20 4. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites saillies (20, 21, 22) comprennent des troisièmes saillies (22) situées sur les flancs avant des dents (8) de la roue d'échappement (1) ou entre lesdites dents (8) et pouvant chacune
- 25 servir d'appui à la face d'impulsion (11) de la palette de sortie (7) en cas de choc ayant pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens (F4).

5. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites saillies (20, 21, 22) sont arrondies.

6. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pour limiter les oscillations de l'ancre (2) comprennent un coin défini par la face de repos (12) de la palette d'entrée et/ou de la palette de sortie (6, 7) et avec lequel peut coopérer un bec de repos (19) des dents (8) de la roue d'échappement (1).

7. Echappement selon la revendication 6, caractérisé en ce que le coin est défini par un plan de rappel (18) et par un plan de repos (17) formés sur la face de repos (12) de la palette d'entrée et/ou de la palette de sortie (6, 7), et en ce que lesdites saillies (20, 21, 22) sont agencées pour que :

- après un choc ayant eu pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le premier sens (F3) jusqu'àudit arrêt de l'ancre (2), l'une (20) desdites deux saillies (20, 21) puisse pousser l'ancre (2) vers sa position de repos d'entrée jusqu'à ce qu'une coopération entre le bec de repos (19) d'une dent (8) de la roue d'échappement (1) et le plan de rappel (18) de la palette d'entrée (6) termine de ramener l'ancre (2) à sa position de repos d'entrée, sous l'action de la rotation de la roue d'échappement (1) ;

et/ou pour que :

- après un choc ayant eu pour effet de faire sortir l'ancre (2) de ladite plage de déplacement dans le deuxième sens (F4) jusqu'àudit arrêt de l'ancre (2), l'une (22) desdites deux saillies (22, 20) puisse pousser l'ancre (2) vers sa position de repos de sortie jusqu'à ce qu'une coopération entre le bec de repos (19) d'une dent (8) de la

roue d'échappement (1) et le plan de rappel (18) de la palette de sortie (7) termine de ramener l'ancre (2) à sa position de repos de sortie, sous l'action de la rotation de la roue d'échappement (1).

- 5 8. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la roue d'échappement (1) est en une seule pièce.
9. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'ancre (2) est en une seule pièce.
- 10 10. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins l'une de l'ancre (2) et de la roue d'échappement (1) est réalisée en une matière fragile.
- 15 11. Echappement selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite matière fragile est le verre, le diamant, le silicium, le carbure de silicium, l'oxyde d'aluminium cristallisé ou une autre matière à base de l'une de ces matières.
- 20 12. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'ancre comprend une fourchette comprenant une entrée de fourchette (28) et des cornes (26), et en ce que la face interne (25) de chaque corne (26) est arrondie de manière à adoucir la transition entre cette face interne (25) et la face interne correspondante
- 25 (27) de l'entrée de fourchette (28).
13. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend un organe (30) de transmission entre l'ancre et un axe de balancier, en ce que cet organe (30) comprend une

partie (29) remplissant la fonction d'une cheville de plateau (15), en ce que ladite partie (29) comprend des surfaces actives convexes (33) et une surface inactive (34) reliant les surfaces actives (33) entre elles, et en ce que la surface inactive (34) est convexe avec un rayon de courbure plus grand que celui des surfaces actives (33) de manière à adoucir la transition (35) entre la surface inactive (34) et chacune des surfaces actives (34).

14. Echappement selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit organe (30) est une pièce monobloc comprenant une ouverture (31) pour son montage sur l'axe de balancier et un ergot (29) s'étendant radialement et constituant ladite partie (29) remplissant la fonction d'une cheville de plateau (15).

15. Echappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il consiste en un échappement à ancre suisse.

16. Ancre d'échappement d'horlogerie comprenant une fourchette comprenant une entrée de fourchette (28) et des cornes (26), caractérisée en ce que la face interne (25) de chaque corne (26) est arrondie de manière à adoucir la transition entre cette face interne (25) et la face interne correspondante (27) de l'entrée de fourchette (28).

17. Organe (30) de transmission entre une ancre d'horlogerie et un axe de balancier d'horlogerie, comprenant une partie (29) remplissant la fonction d'une cheville de plateau (15), ladite partie (29) comprenant des surfaces actives convexes (33) et une surface inactive (34) reliant les surfaces actives (33) entre elles, caractérisé en ce que la surface inactive (34) est convexe avec un rayon de courbure plus grand que

celui des surfaces actives (33) de manière à adoucir la transition (35) entre la surface inactive (34) et chacune des surfaces actives (34).

- 5 18. Pièce d'horlogerie comprenant un échappement selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, une ancre selon la revendication 16 ou un organe de transmission selon la revendication 17.