



Calibre 3505 avec Eterna Spherodrive

Barillet sur roulements à billes

gage de qualité et de durabilité

Sommaire.

1. Le fonctionnement d'un mouvement mécanique	3
2. La construction du barillet – état de la technique	5
3. L'innovation: le double roulement à billes	10
4. Le nouveau double roulement à billes intégré au mouvement	13
5. Constat	16

1. Le fonctionnement d'un mouvement mécanique.

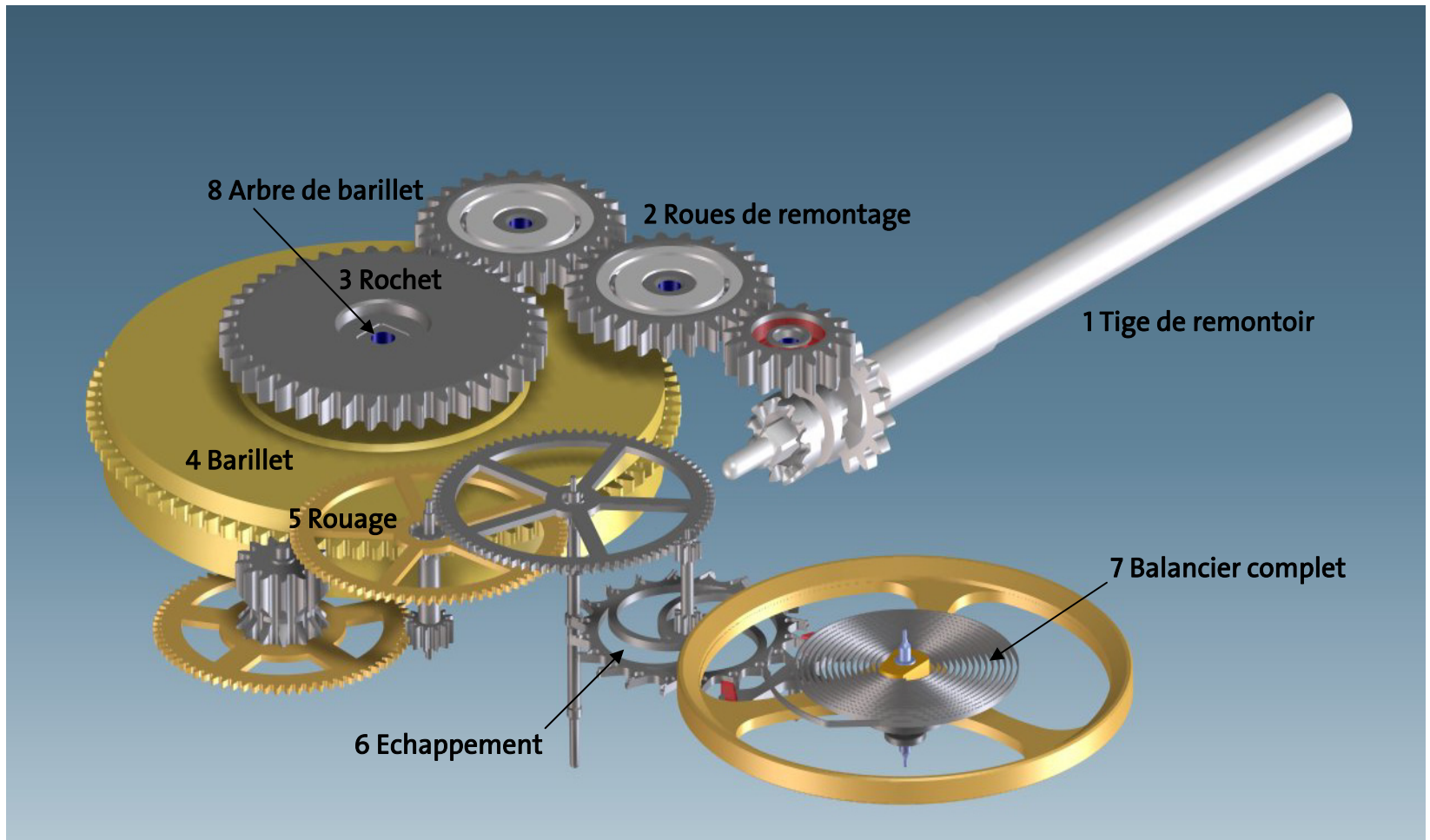


Figure 1

1. Le fonctionnement d'un mouvement mécanique.

Description de la figure 1

La rotation de la **tige de remontoir (1)** (remontage manuel) met les **roues de remontage (2)** en mouvement. Les **roues de remontage (2)** ont pour fonction de tendre le ressort de barillet (invisible ici) via le **rochet (3)** à l'intérieur du **barillet (4)**. Le ressort à l'intérieur du **barillet (4)** est bandé par le **rochet (3)**, sous l'effet de l'**arbre de barillet (8)**. Le **barillet (4)**, accumulateur d'énergie et organe moteur, transmet sa force au **rouage (5)**, qui sert de transmission. L'**échappement (6)** transforme la rotation du **rouage (5)** en un mouvement d'oscillation. Le **balancier (7)** donne le rythme pour la régulation de la montre.

2. La construction du barillet – état de la technique.

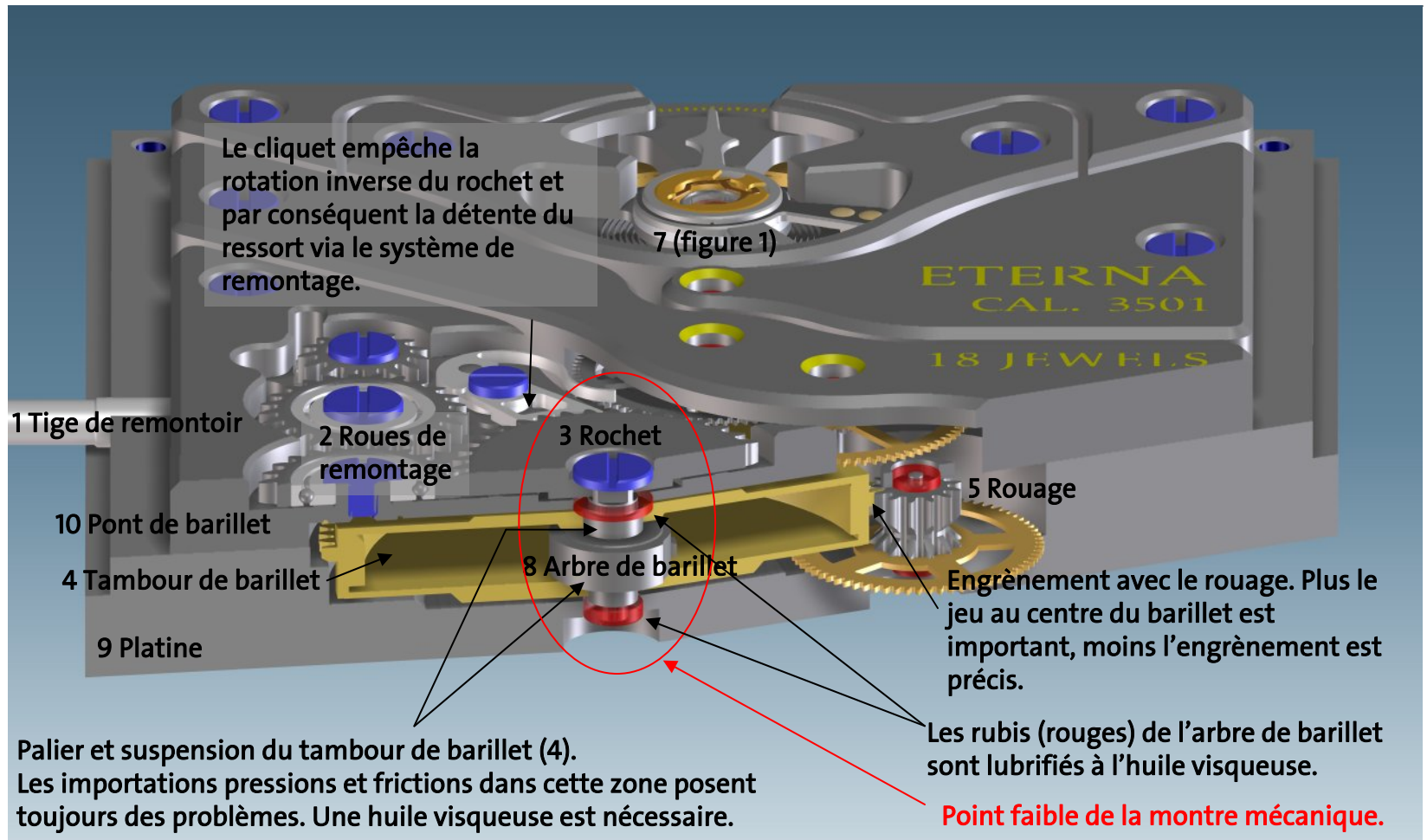


Figure 2

Attention: contrairement à la figure 6, le ressort n'est pas installé dans le tambour 4.

2. La construction du barillet – état de la technique.

Description de la figure 2

Via les **roues de remontage (2)** et le **rochet (3)**, l'**arbre de barillet (8)** bande le ressort (non représenté en figure 2) à l'intérieur du **barillet (4)**. Avec cette construction classique, l'**arbre de barillet (8)** possède une seconde fonction. Il sert non seulement d'axe de remontage du ressort mais aussi de suspension ou de palier du tambour de barillet (voir partie jaune (4)).

2. La construction du barillet – état de la technique.

Description de la figure 2

C'est aussi le principal inconvénient de ce système. Lors d'un mouvement de remontage, l'**arbre de barillet (8)** tourne autour de son propre axe pour tendre le ressort. En revanche, lors de la détente, l'**arbre (8)** reste fixe et le **tambour de barillet (4)** tourne autour de l'**arbre (8)** pour transmettre le mouvement rotatif au **rouage (5)**. Avec cette construction, en cas de remontage complet, il s'exerce une couple de rotations d'environ 1 Nmm (1000 g) à l'endroit où l'**arbre (8)** en acier est en contact avec le **tambour de barillet (4)** en laiton. Il en résulte une friction importante et une perte d'énergie. Ces deux matériaux s'usent réciproquement malgré la lubrification, de sorte que le **tambour de barillet (4)** peut devenir instable à long terme. Les conséquences possibles sont une perte de couple, une erreur d'engrènement avec le **rouage (5)** et un contact du tambour sur les **éléments porteurs (9, 10)**. Ceci exerce une influence négative sur la réserve de marche, la précision et la durée de vie de la montre.

2. La construction du barillet – état de la technique.

Description de la figure 2

Il faut en outre s'assurer que l'arbre de barillet (8) ne coince pas au centre entre les éléments porteurs (9, 10). De même, le tambour de barillet (4) ne doit pas se bloquer sur l'arbre (8). Il ne doit cependant pas présenter trop de jeu car, sinon, l'ensemble du barillet (organe moteur) deviendrait trop instable. Avec le système actuel, ces points nécessitent d'importants réglages.

A observer au montage: une fois que le pont de barillet a été monté et huilé, il ne peut plus être enlevé sans complètement démonter le mouvement et le nettoyer. Si on enlève les éléments porteurs (9,10), l'huile s'écoule dans les rubis (rouges) et pourrait encrasser tout le mouvement.

2. La construction du barillet – état de la technique.

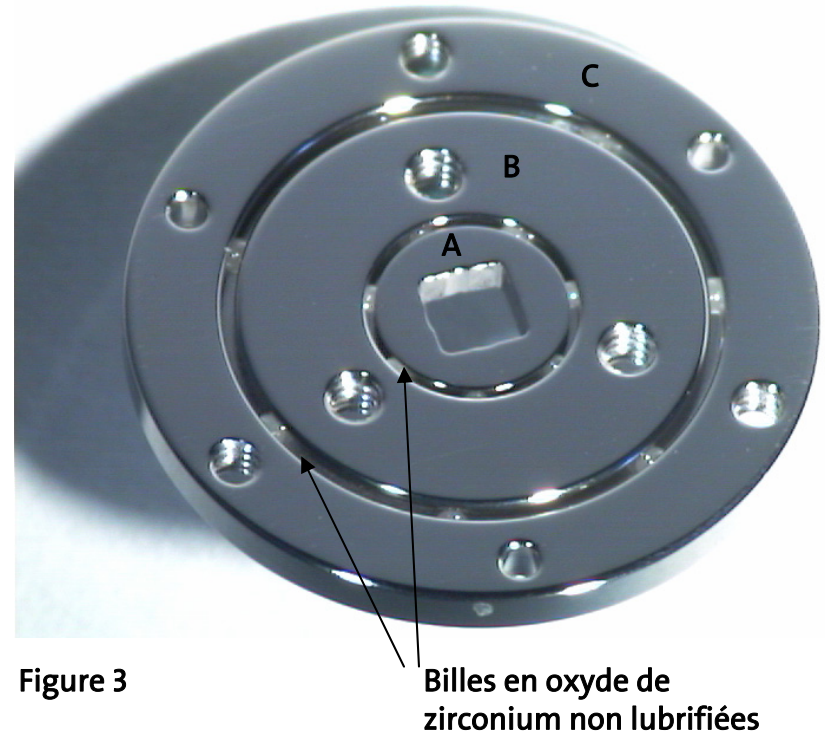
Les inconvénients de la construction classique

- Ajustages et réglages fastidieux.
- Lubrification nécessaire.
- Usure mécanique du tambour de barillet et de son axe.
- Instabilité du barillet.
- Perte de force et de couple.
- Coûts car le tambour de barillet et son arbre doivent pratiquement toujours être remplacés lors d'une révision.
- Une fois que le pont de barillet a été monté et que les paliers ont été huilés, il ne peut plus être enlevé sans qu'il faille démonter et nettoyer complètement le mouvement.

3. L'innovation: le double roulement à billes.

Vu les problèmes précités, une équipe d'ingénieurs, de techniciens et d'horlogers a développé un roulement à billes miniature à double fonction.

- **Bague A:** palier de l'arbre de barillet (8)
- **Bague B:** support du palier, vissé dans la platine (9)
- Le **barillet (4)** est vissé sur la **bague C**



Les billes sont en oxyde de zirconium et ne nécessitent aucune lubrification (pas besoin d'huile). Pour s'assurer qu'aucun problème ne surviendra à l'avenir, des essais de simulation ont été exécutés avec le fabricant des roulements (MPS, Micro Precision Systems AG) sur une durée de 20 ans. Ces billes n'ont montré aucune usure significative.

3. L'innovation: le double roulement à billes.

Sur cette figure, le roulement à billes **ABC** est vissé sur la **platine (9)**. Le vissage s'effectue depuis dessous. Les extrémités des vis sont signalées par la couleur bleue sur la bague médiane **B**. La bague extérieure **C** et la bague intérieure **A** peuvent tourner librement car leur hauteur est de 1/10 mm inférieure à celle de la bague **B**.

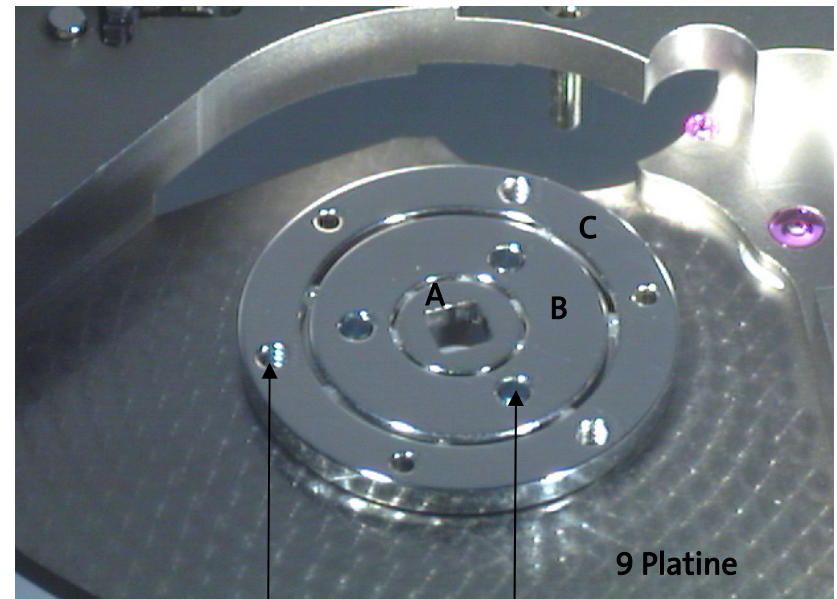


Figure 4

Taraudage de fixation du
tambour de barillet 4

Vissage depuis dessous

3. L'innovation: le double roulement à billes.

Sur la figure 5, on peut voir que le **tambour de barillet (4)** est vissé sur le double roulement à billes **ABC**, soit sur sa bague **C**. Le **tambour de barillet (4)** reçoit ensuite le ressort et l'**arbre de barillet (8)**. Le système est ensuite fermé par un couvercle (couvercle de barillet).

Notons que le jeu des bagues tournant librement **A** et **C**, et par conséquent de l'**arbre (8)** et du **barillet (4)**, est compris entre 6 et 10 microns, soit une précision 5 à 10 fois supérieure à celle obtenue avec une construction classique.

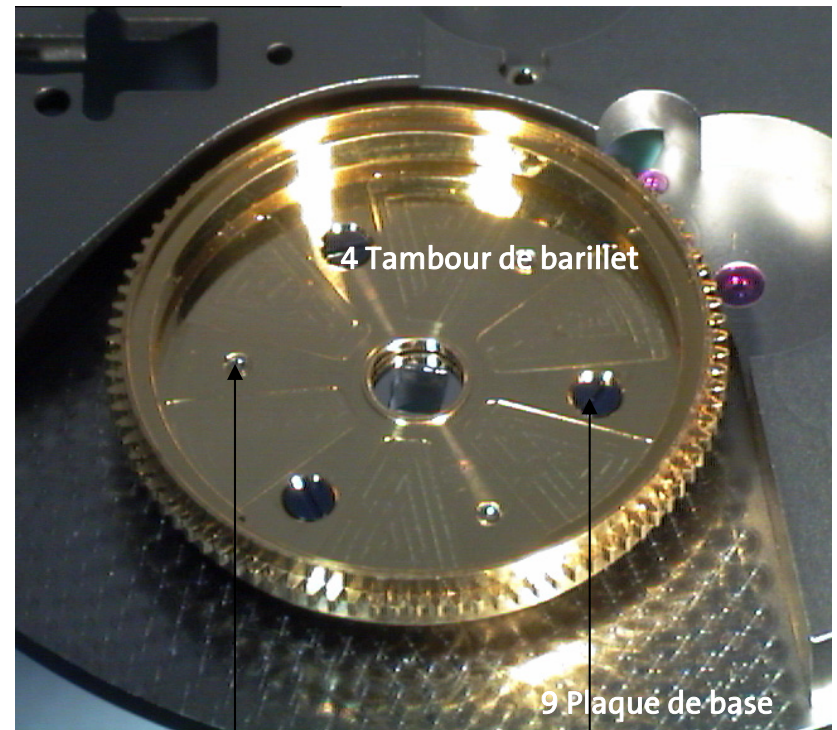


Figure 5

Goupille de centrage
assurant la concentricité

Vis de fixation du tambour
de barillet 4
sur le roulement à billes ABC

4. Le nouveau double roulement à billes intégré au mouvement.

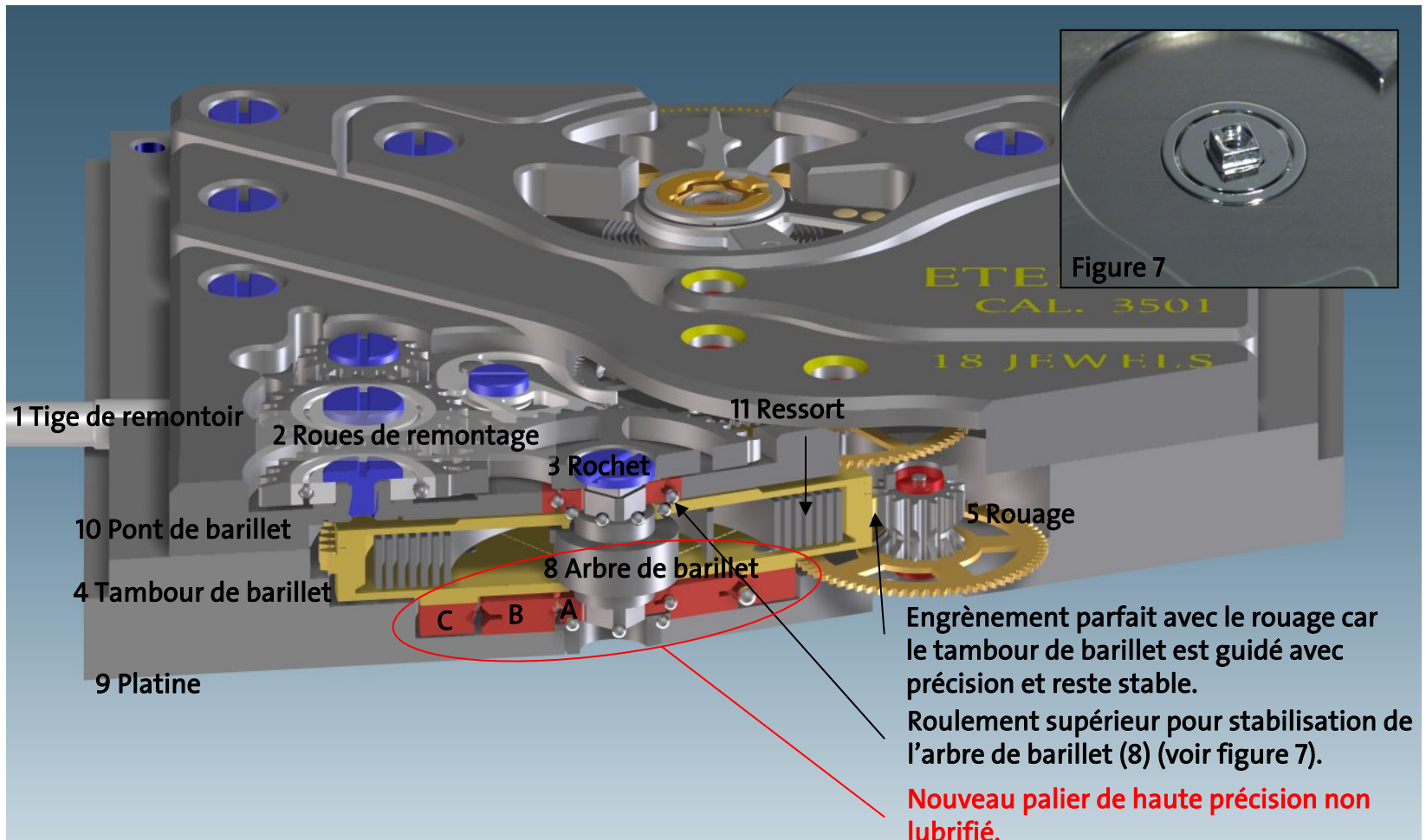


Figure 6

4. Le nouveau double roulement à billes intégré au mouvement.

Description de la figure 6

Le dessin CAO montre le roulement intégré au mouvement (cercle rouge). La platine (9) supporte le double roulement à billes ABC. Le barillet (4) avec son arbre (8) est vissé sur le roulement. Cet arbre sert à remonter le ressort (11) via les roues de remontage (2, 3). On distingue aussi sur la figure le roulement à billes supérieur (figure 7), qui sert à stabiliser l'arbre de barillet (8). Globalement, le barillet (4) présente jusqu'à 10 fois moins de jeu qu'une construction classique et l'erreur du balancement (instabilité) au niveau de l'engrènement dans le rouage (5) est réduite de 4 à 6 fois.

Etant donné que ce système fonctionne sans lubrification et que le tambour de barillet (4) est vissé d'un côté seulement sur le double roulement à billes ABC et qu'il assure une parfaite stabilité, le pont de barillet (10) peut être démonté et remonté sans arrière-pensée.

4. Le nouveau double roulement à billes intégré au mouvement.

Avantages de l'innovation

- Grande durabilité grâce au mouvement roulant, supprimant les pressions importantes dans le mécanisme, d'où moins de frictions et d'abrasion.
- Meilleure transmission de l'énergie: un barillet stable permet un engrènement optimal avec le rouage, améliorant ainsi la transmission de l'énergie.
- Pas de lubrification (huile) grâce au roulement à billes en oxyde de zirconium non lubrifié.
- Réserve de marche plus importante grâce à un ressort moins épais.
- Montage et révision de la montre facilités et erreurs minimales: suppression de l'ajustage et du réglage grâce au roulement à billes.
- Travaux de révision moins complexes car il n'est plus nécessaire de remplacer systématiquement le barillet après 3 à 5 ans suite à l'usure normale. Des essais sur 20 ans n'ont pas démontré d'usure significative.

5. Constat.

La simplicité apparente de cette invention n'a d'égale que son efficacité. L'élément central d'une montre mécanique, sa source d'énergie, est monté ici sur roulement à billes, un système simple, efficace et ne nécessitant aucune lubrification. La plupart des inconvénients auxquels les horlogers sont confrontés depuis des décennies ont ainsi été éliminés purement et simplement.

Le roulement à billes n'est pas une nouveauté technique dans l'horlogerie mais il représente un gain de qualité indéniable pour une montre mécanique. Cet élément se passe pratiquement de tout entretien car il remplace les mouvements coulissants par des mouvements roulants, permettant ainsi de supprimer la lubrification. Les intervalles de révision, la durabilité, la fiabilité et la précision à long terme de la montre représentent d'importants avantages pour le consommateur, indépendamment du fait qu'il porte au poignet la technologie actuellement la plus avancée.