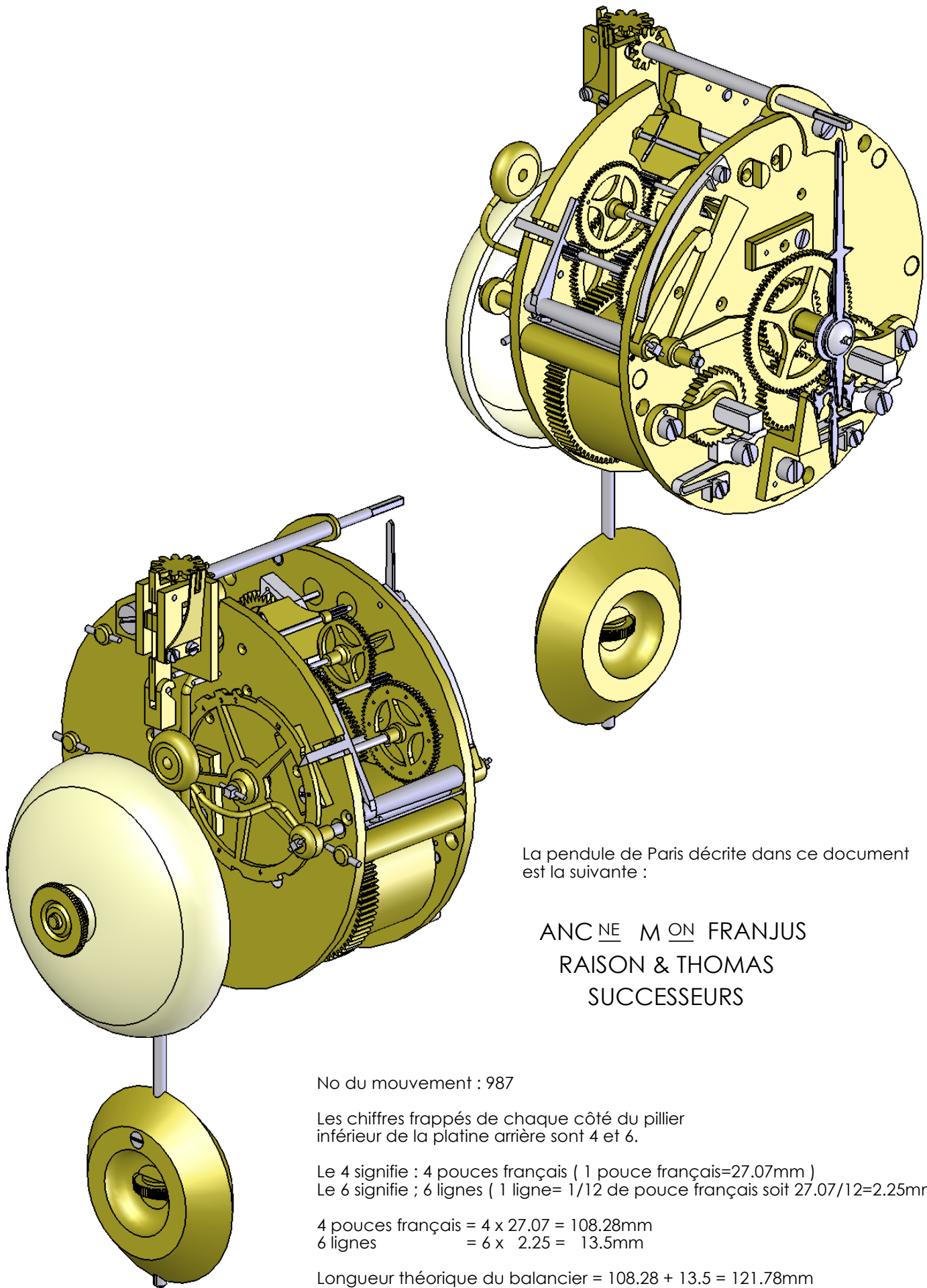


# LA PENDULE DE PARIS



La pendule de Paris décrite dans ce document est la suivante :

ANC NE M ON FRANJUS  
RAISON & THOMAS  
SUCCESEURS

No du mouvement : 987

Les chiffres frappés de chaque côté du pillier inférieur de la platine arrière sont 4 et 6.

Le 4 signifie : 4 pouces français ( 1 pouce français=27.07mm )  
Le 6 signifie ; 6 lignes ( 1 ligne= 1/12 de pouce français soit 27.07/12=2.25mm )

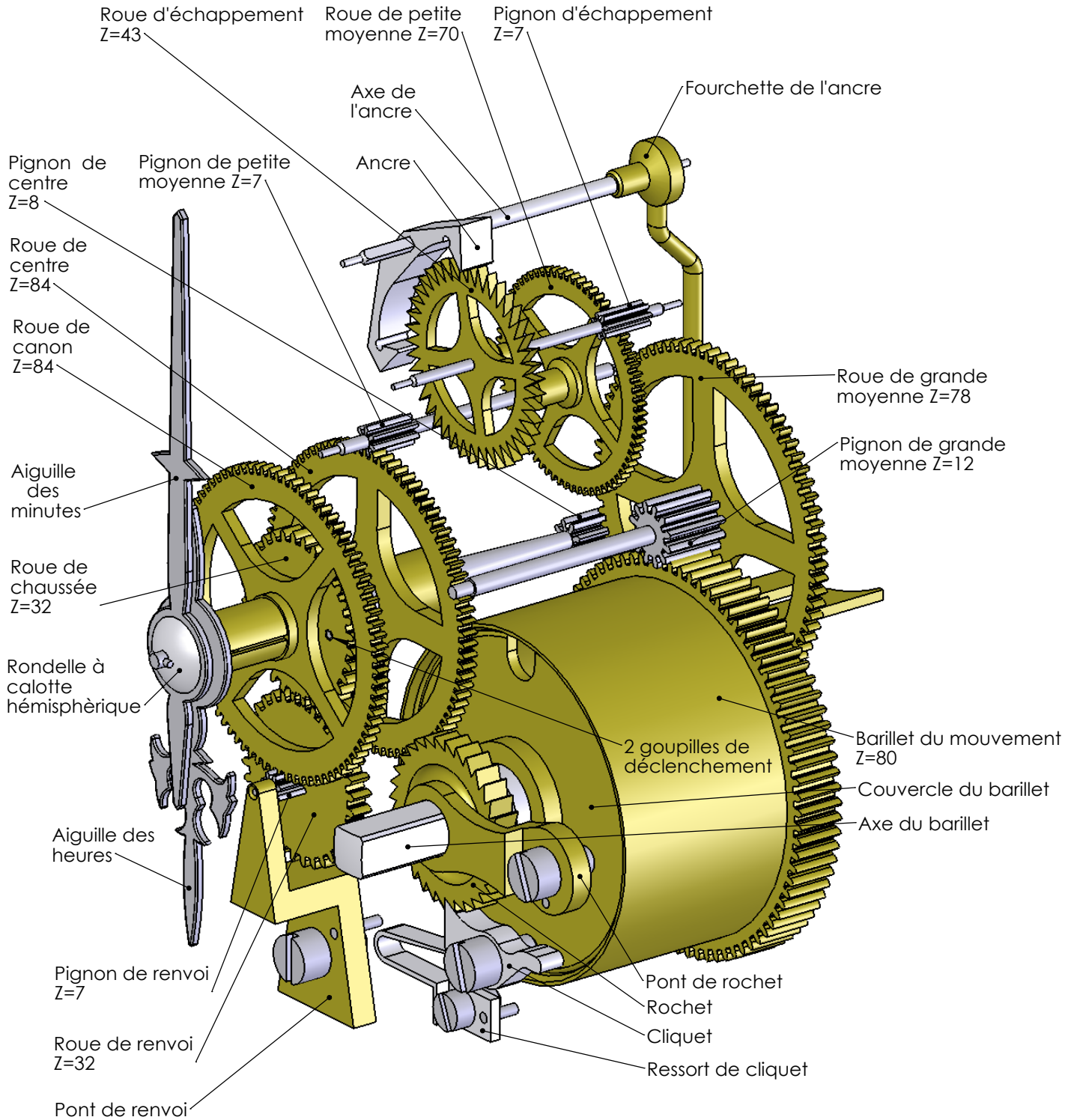
4 pouces français = 4 x 27.07 = 108.28mm  
6 lignes = 6 x 2.25 = 13.5mm

Longueur théorique du balancier = 108.28 + 13.5 = 121.78mm

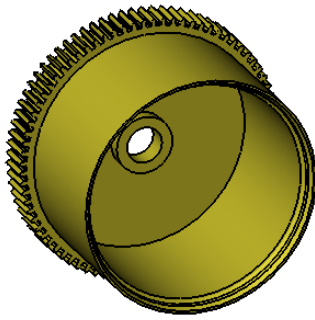
## TABLE DES MATIERES

- 1 La pendule de Paris
- 2 Table des matières
- 3 Composants principaux du mouvement
- 4 Détails composants mouvement ( 1 )
- 5 Détails composants mouvement ( 2 )
- 6 Détails composants mouvement ( 3 )
- 7 Détails composants mouvement ( 4 )
- 8 Cinématique du mouvement ( mise à plat des rouages du mouvement les axes passant par le même plan )
- 9 Cinématique train d'engrenages du mouvement
- 10 Suspension Brocot + balancier + ancre
- 11 Eclaté suspension Brocot
- 12 Composants principaux de la sonnerie ( 1 )
- 13 Composants principaux de la sonnerie ( 2 )
- 14 Détails composants sonnerie ( 1 )
- 15 Détails du chaperon
- 16 Détails composants sonnerie ( 2 )
- 17 Détails composants sonnerie ( 3 )
- 18 Cinématique sonnerie phase A ( il est ~ 5h47min )
- 19 Cinématique sonnerie phase B ( il est ~ 5h50min )
- 20 Cinématique sonnerie phase C ( il est ~ 5h51min )
- 21 Cinématique sonnerie phase D ( il est ~ 5h59min )
- 22 Cinématique sonnerie phase E ( il est 6h00min )
- 23 Cinématique sonnerie phase E suite 1
- 24 Cinématique sonnerie phase E suite 2
- 25 Détails des positions du couteau pendant la sonnerie de 6h00  
Détails des positions du couteau pendant la sonnerie de 6h30
- 26 Cinématique sonnerie phase F ( il est 6h30 min )
- 27 Cinématique sonnerie phase F suite 1
- 28 Fonctionnement de la frappe du marteau sur le timbre
- 29 Assemblage des platines et de la fausse plaque
- 30 PHOTOS de la " Pendule de Paris RAISON&THOMAS + Estampille du fabricant et No du mouvement "
- 31 Vue de face
- 32 Vue arrière
- 33 Vue de droite
- 34 Vue de gauche
- 35 Vue de dessus

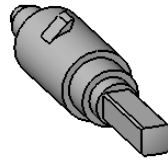
# COMPOSANTS PRINCIPAUX DU MOUVEMENT



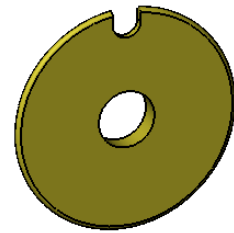
DETAILS COMPOSANTS MOUVEMENT ( 1 )



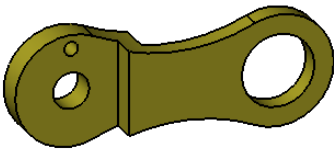
Barillet Z=80



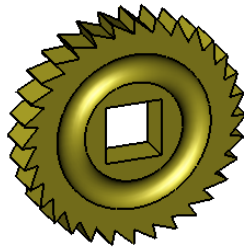
Axe du barillet



Couvercle du barillet



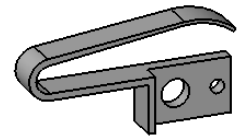
Pont de rochet



Rochet



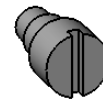
Cliquet



Ressort de cliquet



Vis du pont de rochet



Vis du cliquet



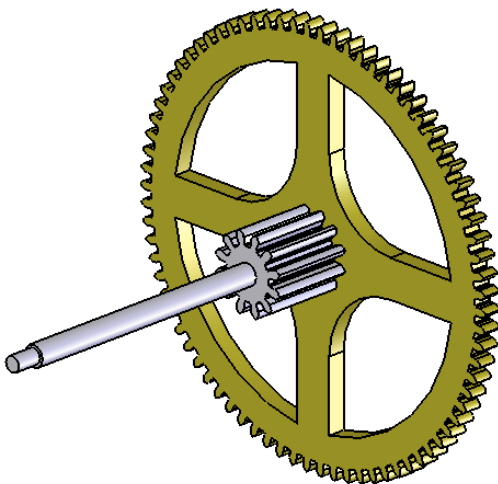
Vis du ressort de cliquet



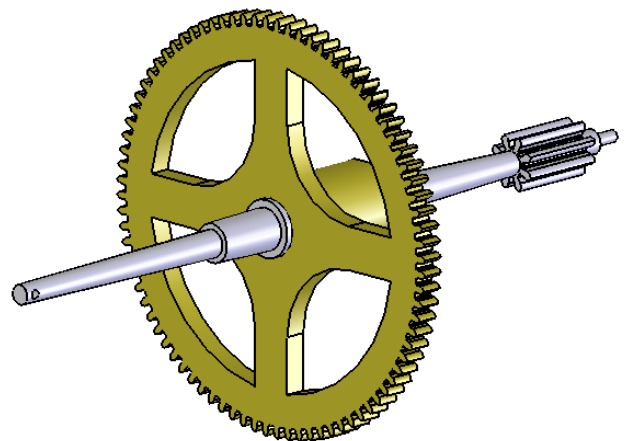
Goupille du pont de rochet



Goupille du ressort de cliquet

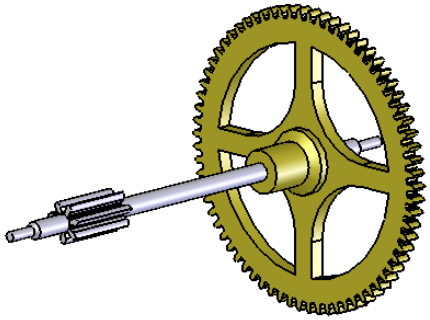


Pignon et roue de grande moyenne  
z=12 et Z=78

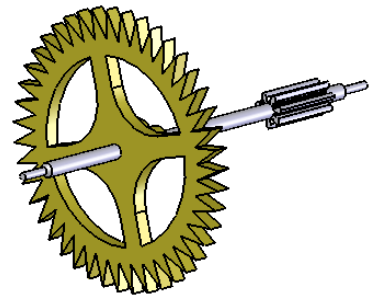


Pignon et roue de centre  
z=8 et Z=84

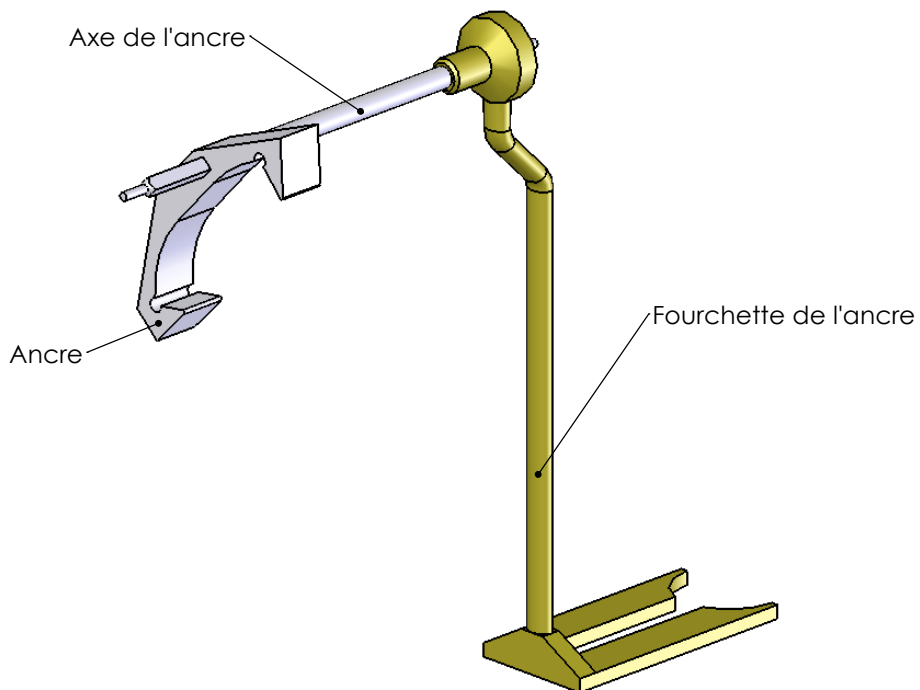
DETAILS COMPOSANTS MOUVEMENT ( 2 )



Pignon et roue de petite moyenne  
 $z=7$  et  $Z=70$



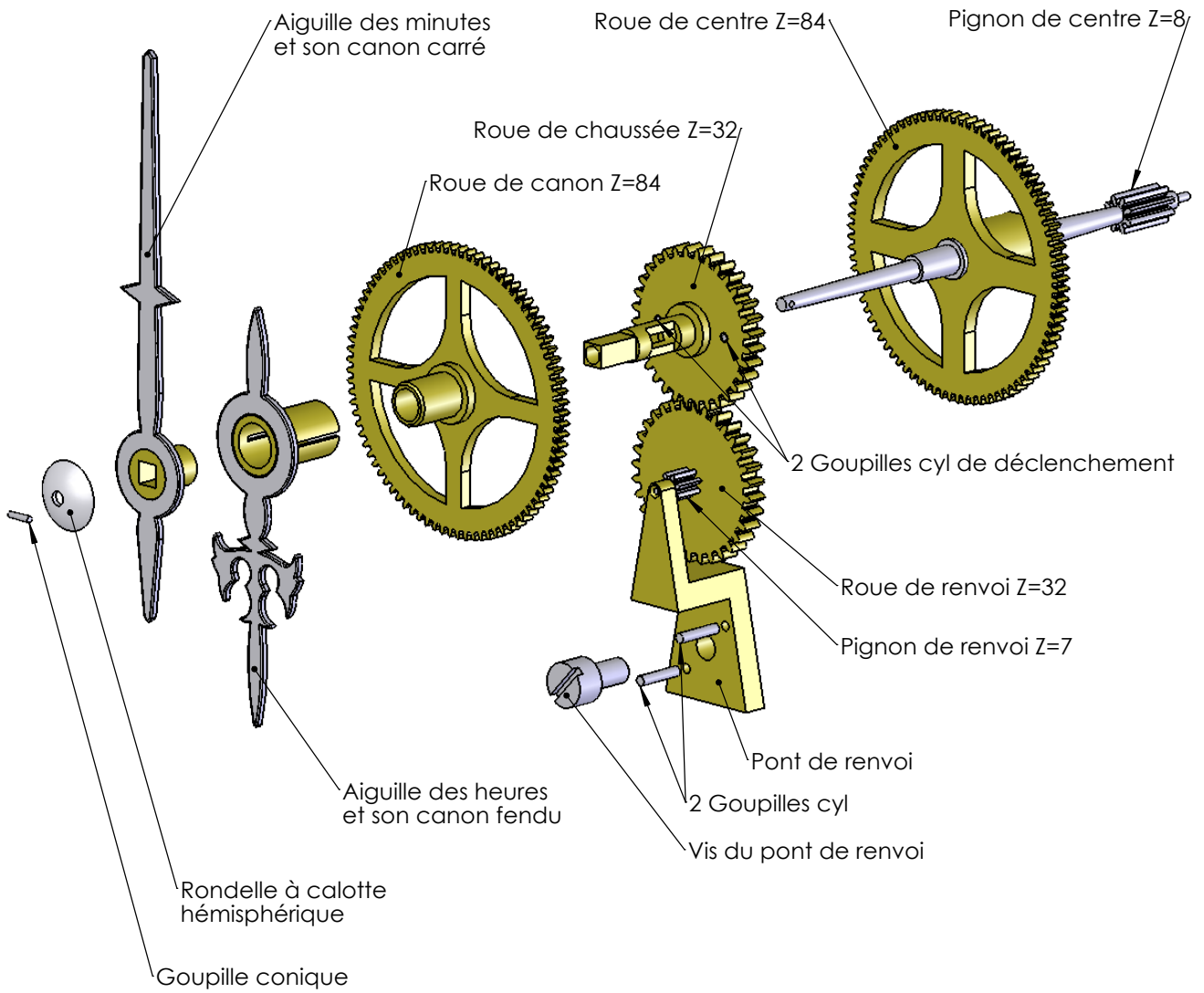
Pignon et roue d'échappement  
 $z=7$  et  $Z=43$



Assemblage de l'ancre

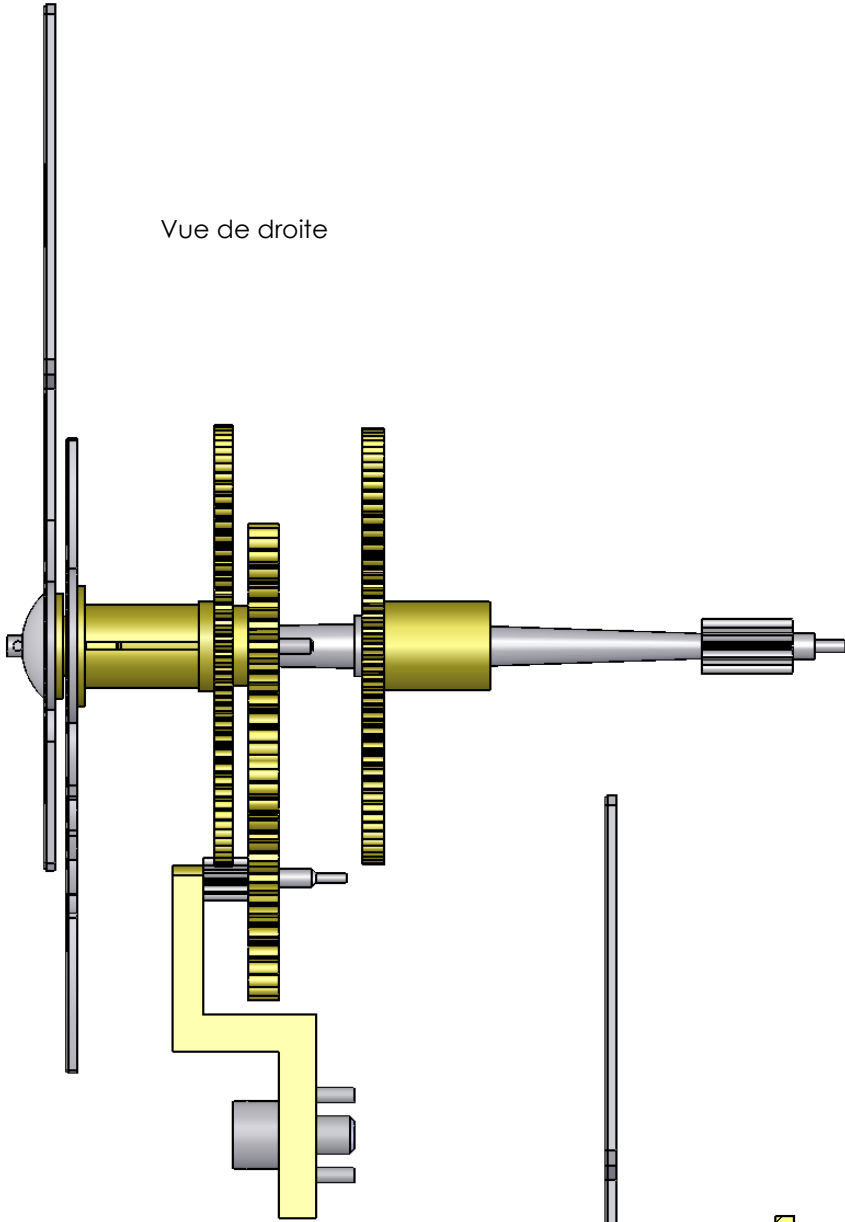
DETAILS COMPOSANTS MOUVEMENT ( 3 )

( ECLATE DES COMPOSANTS )

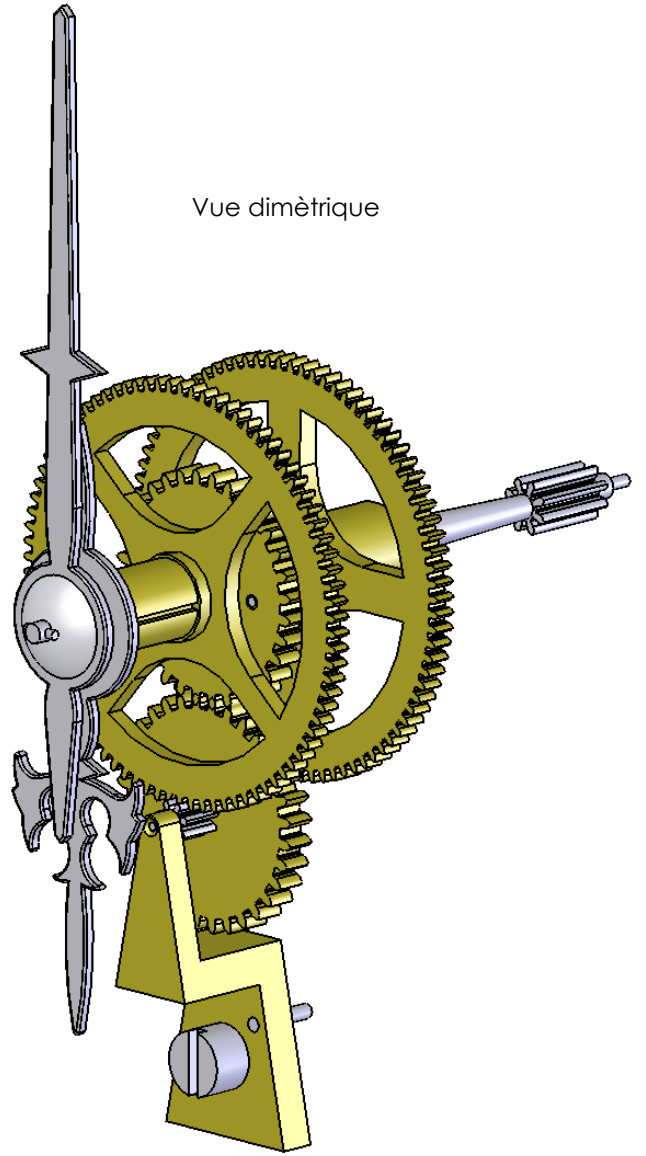


DETAILS COMPOSANTS MOUVEMENT ( 4 )

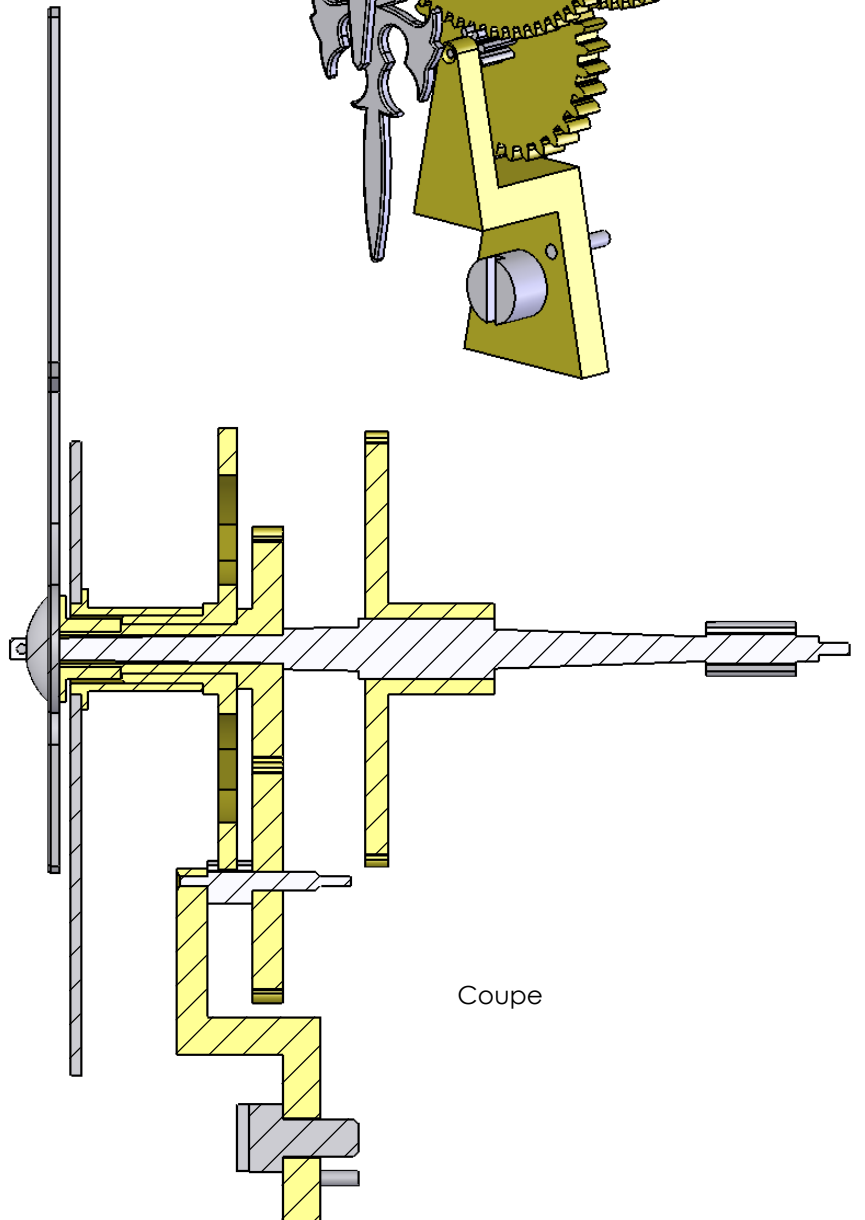
Vue de droite



Vue dimétrique

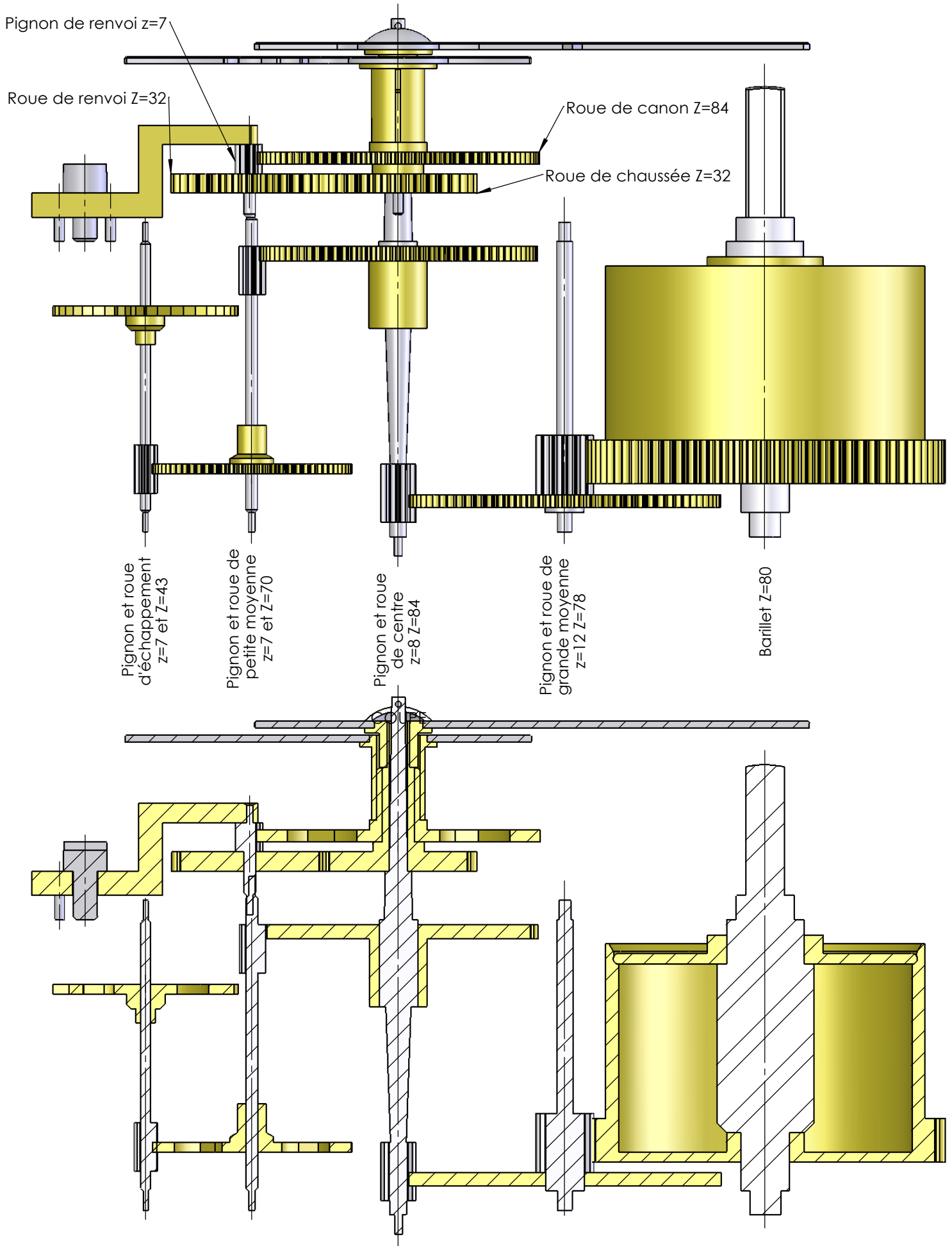


Coupe



# CINEMATIQUE DU MOUVEMENT

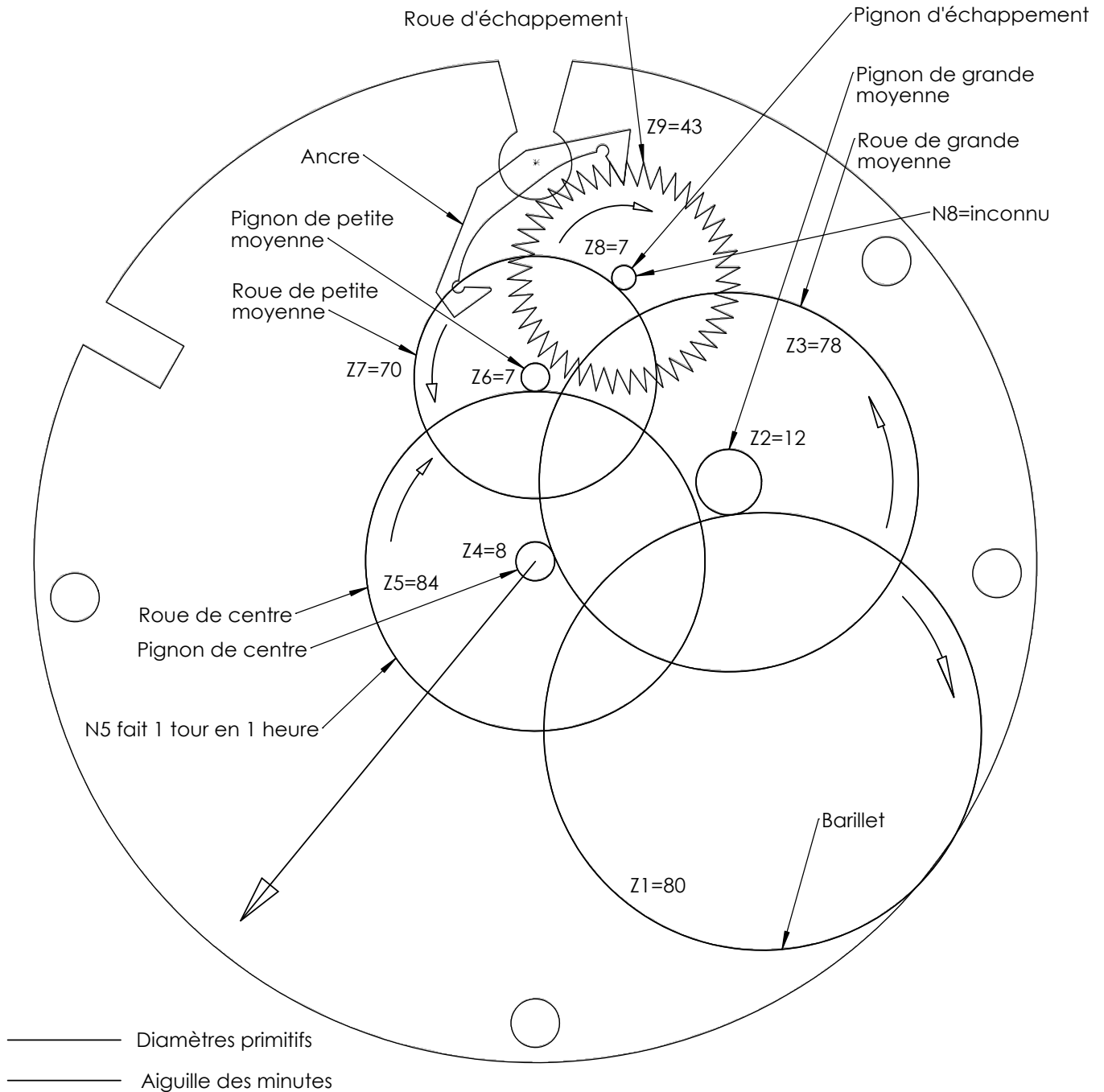
Mise à plat des rouages du mouvement  
( les axes passant par le même plan )



COUPE



# CINEMATIQUE TRAIN D'ENGRENAGES DU MOUVEMENT



L'aiguille des minutes ( bleu ) qui est solidaire de l'axe du pignon de centre et de la roue de centre fait un tour en 1 heure,

$N5=1$  tour/heure

$N8=\text{inconnu}$

$$\frac{N8}{N5} = \frac{Z5 \times Z7}{Z6 \times Z8} \quad \text{d'ou} \quad N8 = \frac{N5 \times Z5 \times Z7}{Z6 \times Z8} = \frac{1 \times 84 \times 70}{7 \times 7} = \frac{5880}{49} = 120 \text{ tours/heure}$$

La roue d'échappement  $Z9$  comporte 43 dents

Pour faire tourner d'une dent la roue d'échappement il faut que le balancier fasse un aller-retour de la position la plus extrême gauche à la plus extrême droite et revienne à la position extrême gauche, on appelle cela une oscillation.

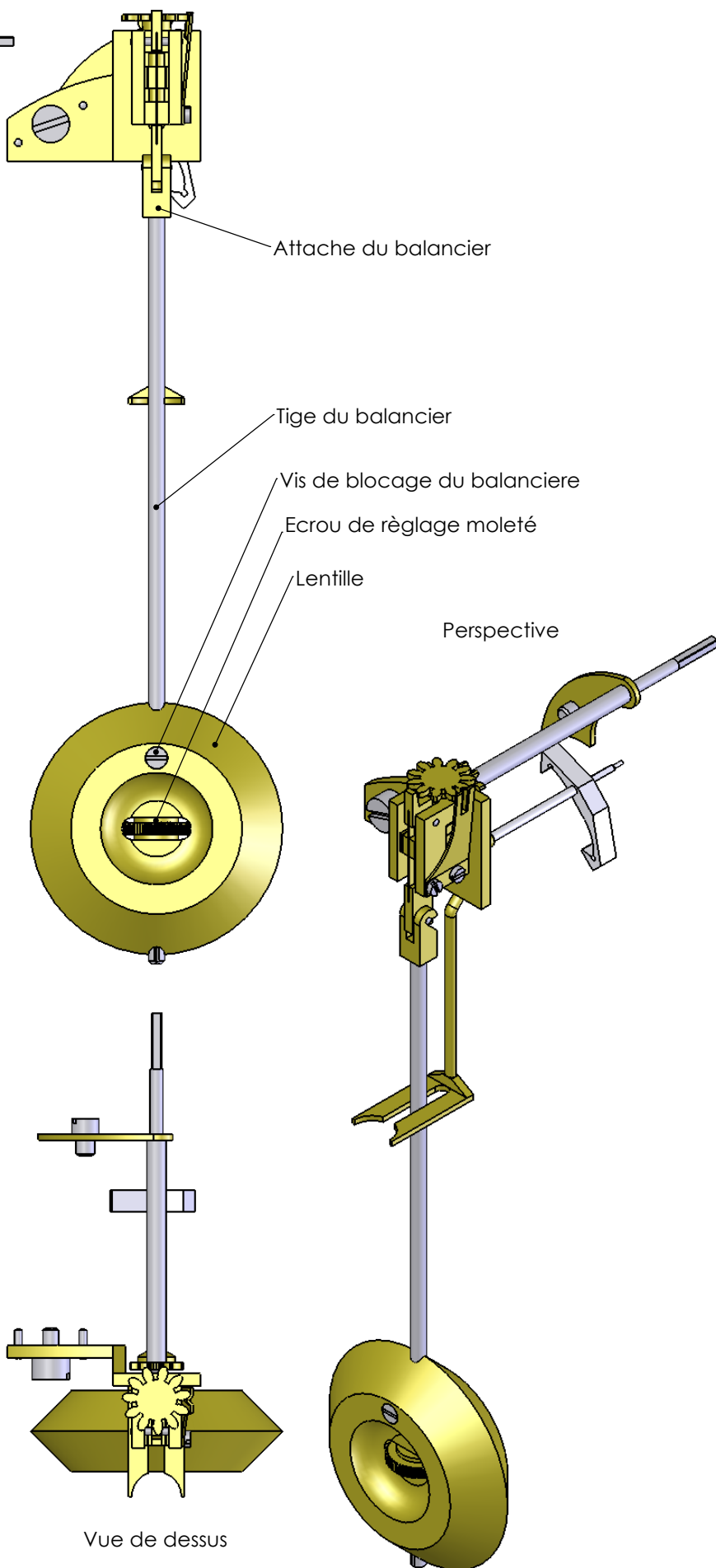
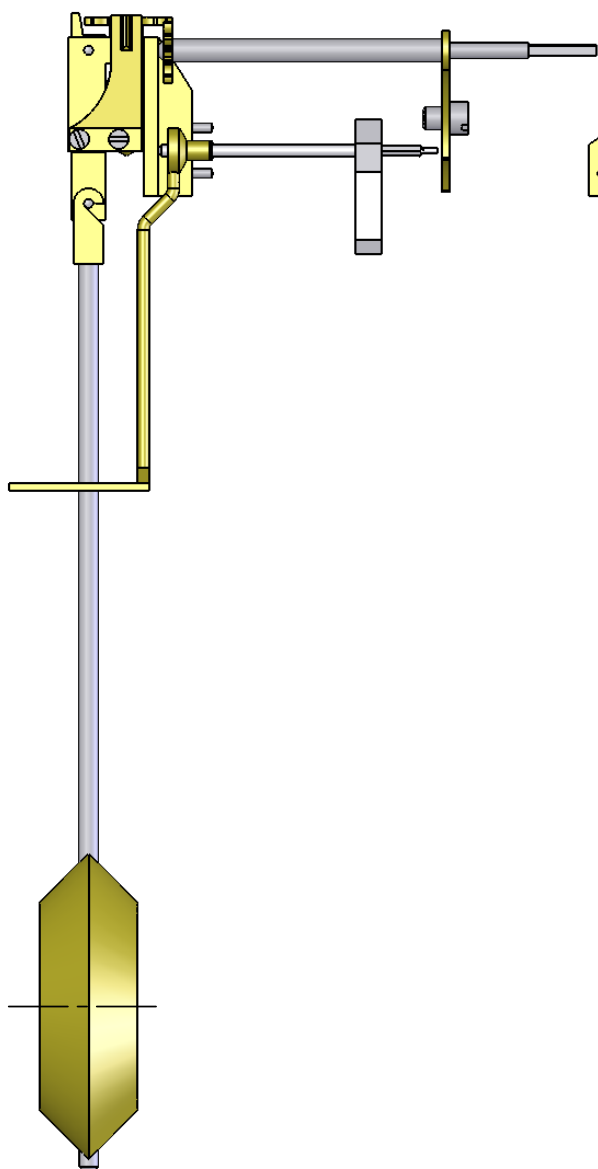
$$\text{Nombre d'oscillations} = N8 \times Z9 = 120 \times 43 = 5160 \text{ osc/h} = 86 \text{ osc/min} = 1.433 \text{ osc/sec}$$

$$\text{La période } T \text{ représente la durée d'une oscillation} = 1/1.433 = 0.6976744 \text{ sec}$$

SUSPENSION BROCOT + BALANCIER + ANCRE

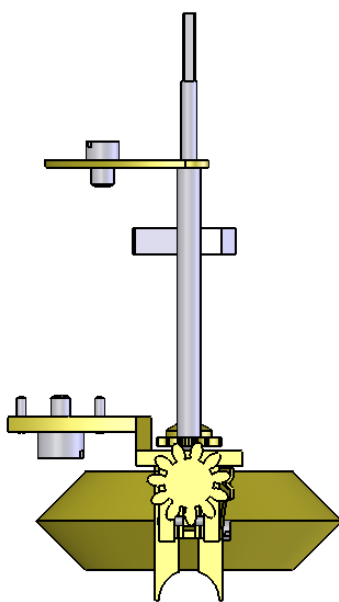
Vue de gauche

Vue arrière



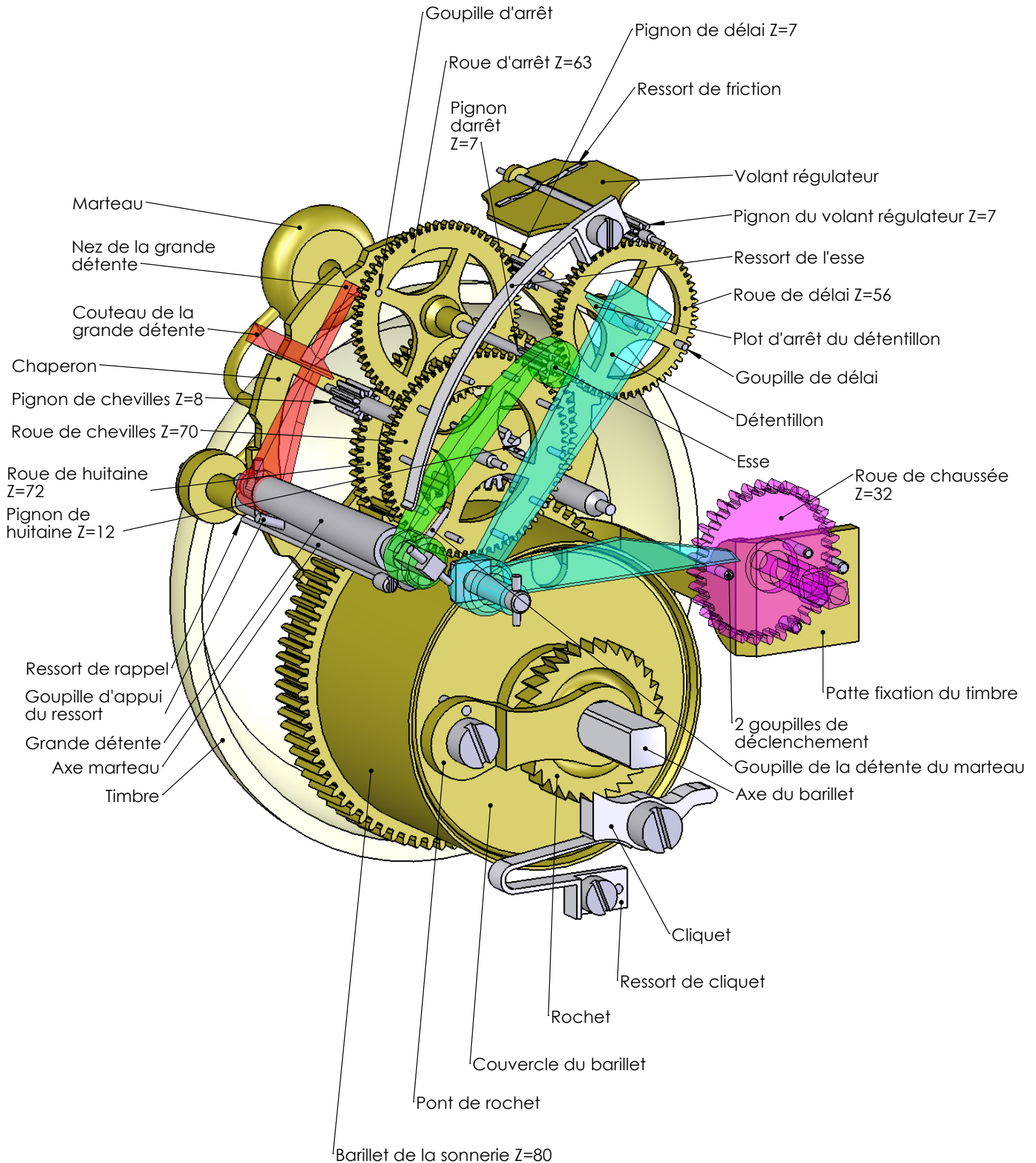
Perspective

Vue de dessus

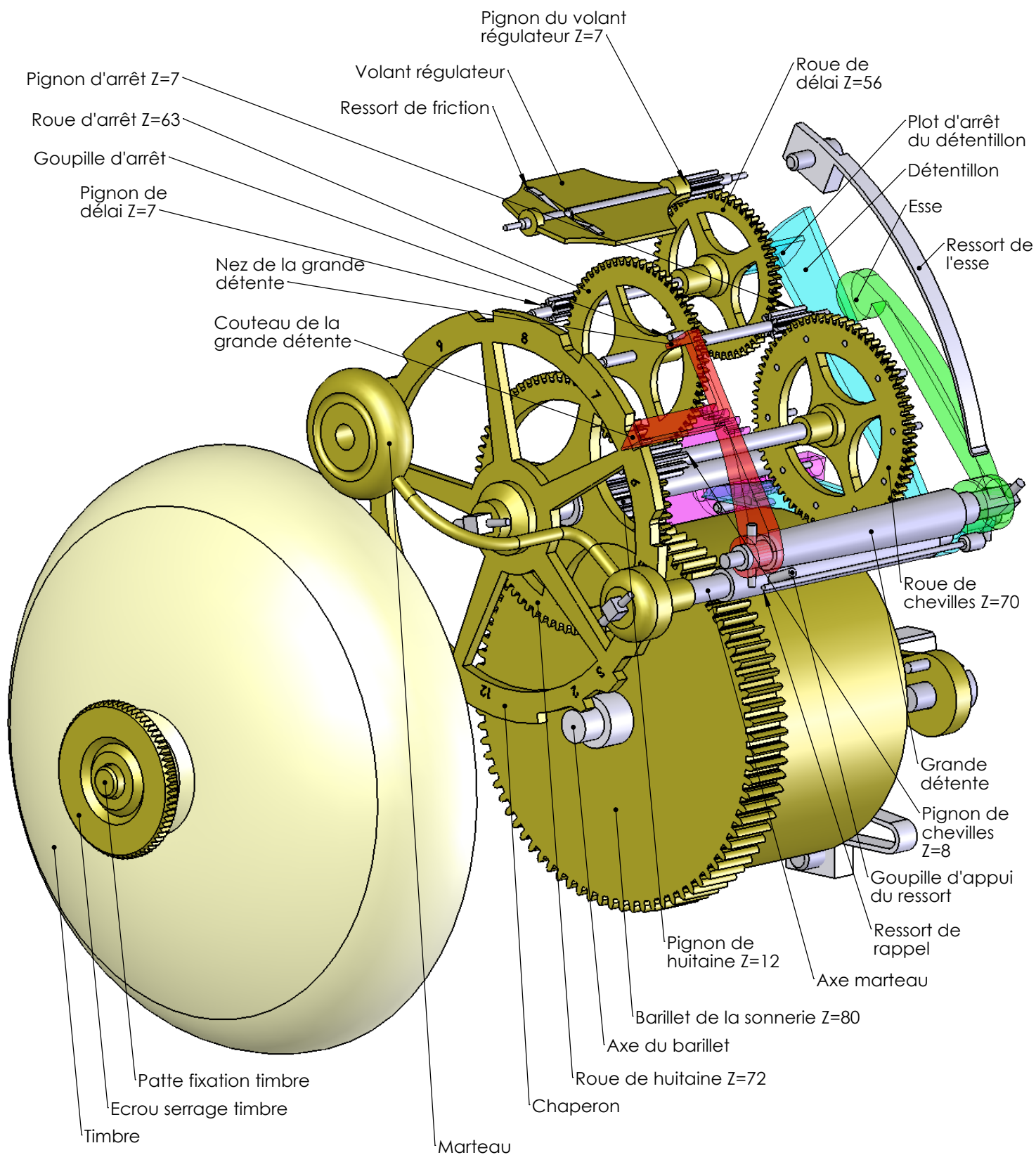




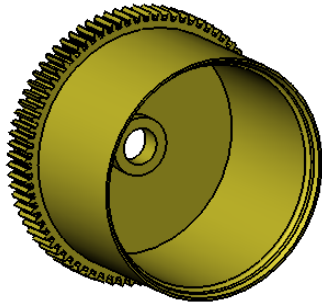
# COMPOSANTS PRINCIPAUX DE LA SONNERIE ( 1 )



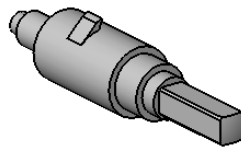
COMPOSANTS PRINCIPAUX DE LA SONNERIE ( 2 )



DETAILS COMPOSANTS SONNERIE (1)



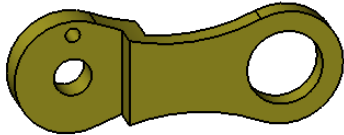
Barillet Z=80



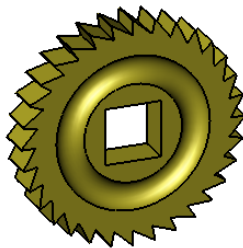
Axe du barillet



Couvercle du barillet



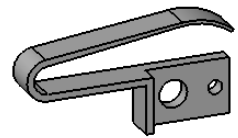
Pont de rochet



Rochet



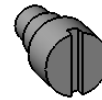
Cliquet



Ressort de cliquet



Vis du pont de rochet



Vis du cliquet



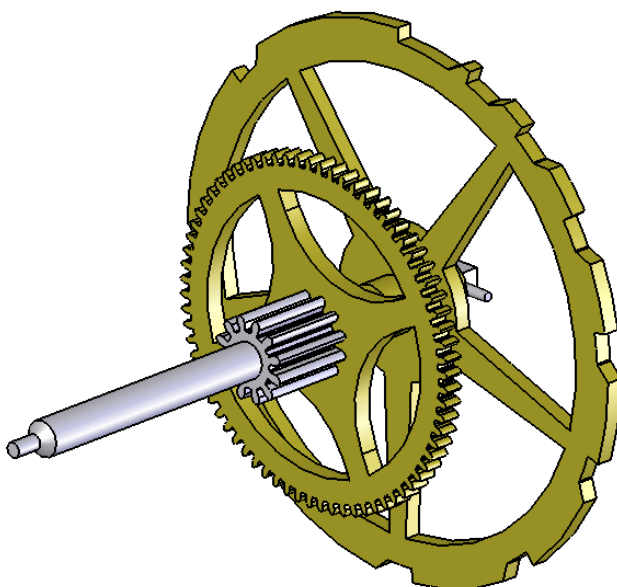
Vis du ressort de cliquet



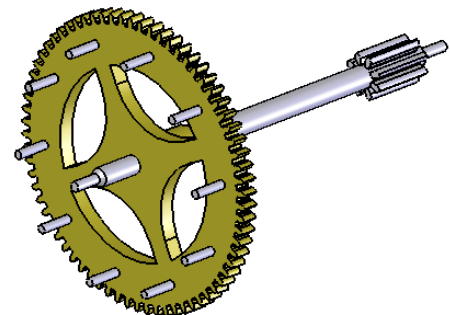
Goupille du pont de rochet



Goupille du ressort de cliquet

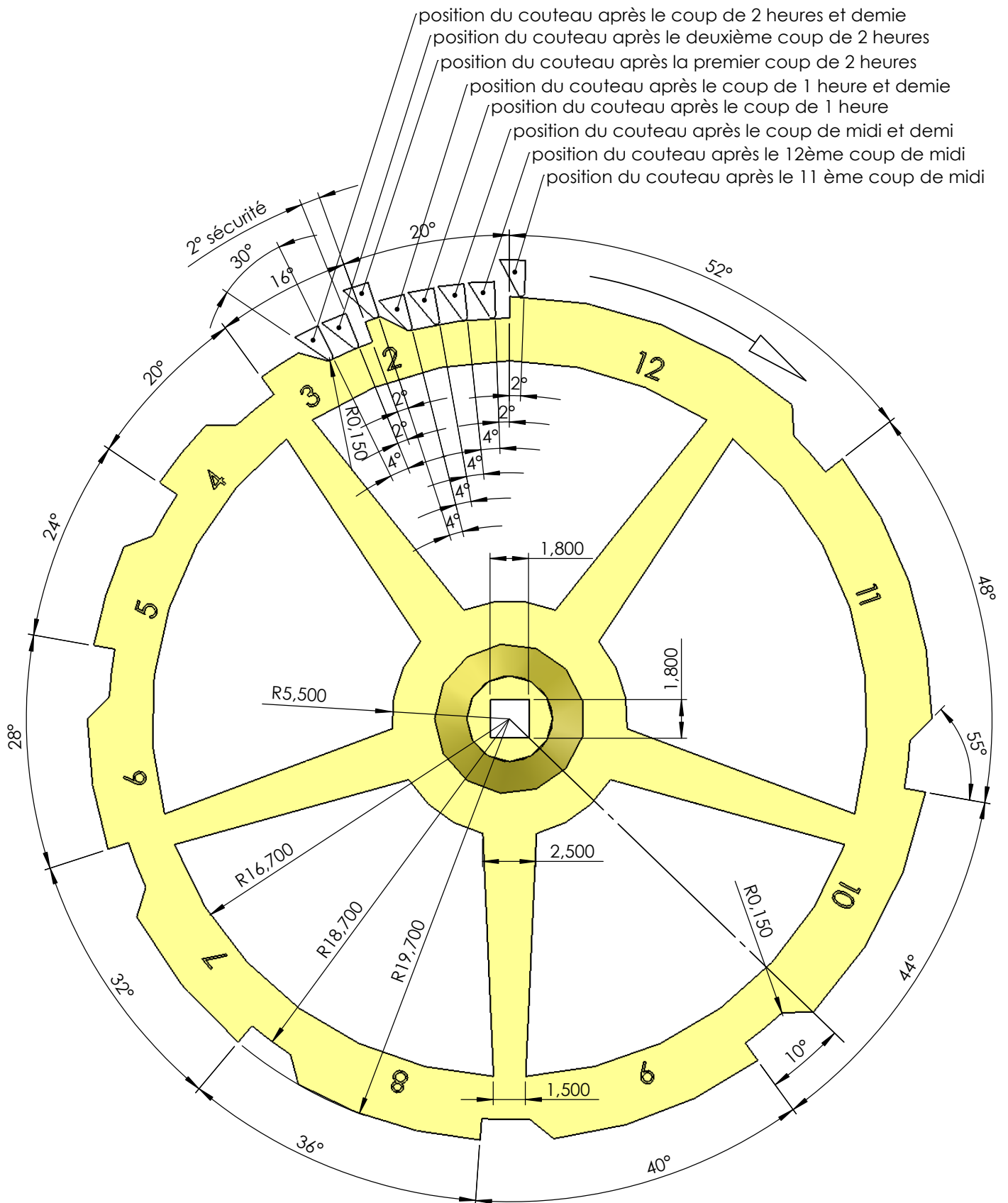


Pignon et roue de huitaine z=12 Z=72 + chaperon + goupille conique



Pignon et roue de cheville z=8 Z=70 + 10 chevilles

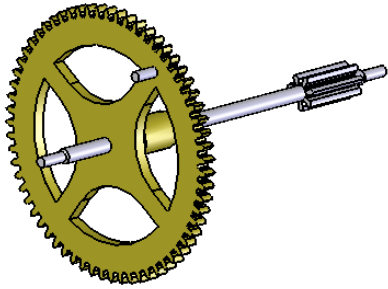
DETAILS DU CHAPERON ( vu de l'arrière de la pendule )



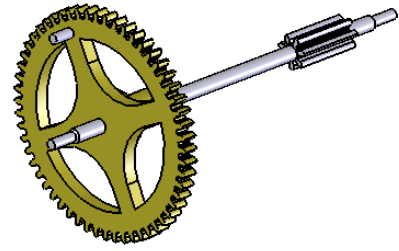
En un tour, le chaperon doit effectuer la somme de :  $1h+2h+3h+4h+5h+6h+7h+8h+9h+10h+11h+12h = 78$  coups  
 En un tour, le chaperon doit également effectuer 12 sonneries de 1 coup pour les 1/2 heure soit 12 coups  
 Soit au total : 90 coups

Entre 2 coups, le chaperon tourne de  $\frac{360^\circ}{90} = 4^\circ$  par coup

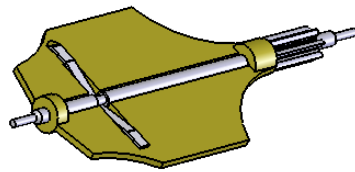
DETAILS COMPOSANTS SONNERIE ( 2 )



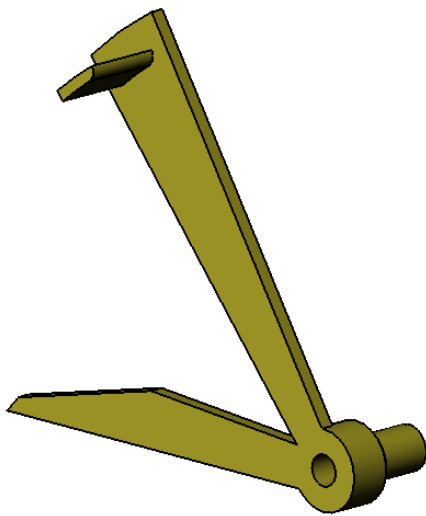
Pignon et roue d'arrêt z=7 Z=63 + goupille d'arrêt



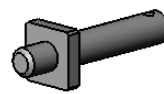
Pignon et roue de délai z=7 Z=56 + goupille de délai



Pignon du volant régulateur z=7 + volant régulateur + lame de ressort de friction



Détentillon



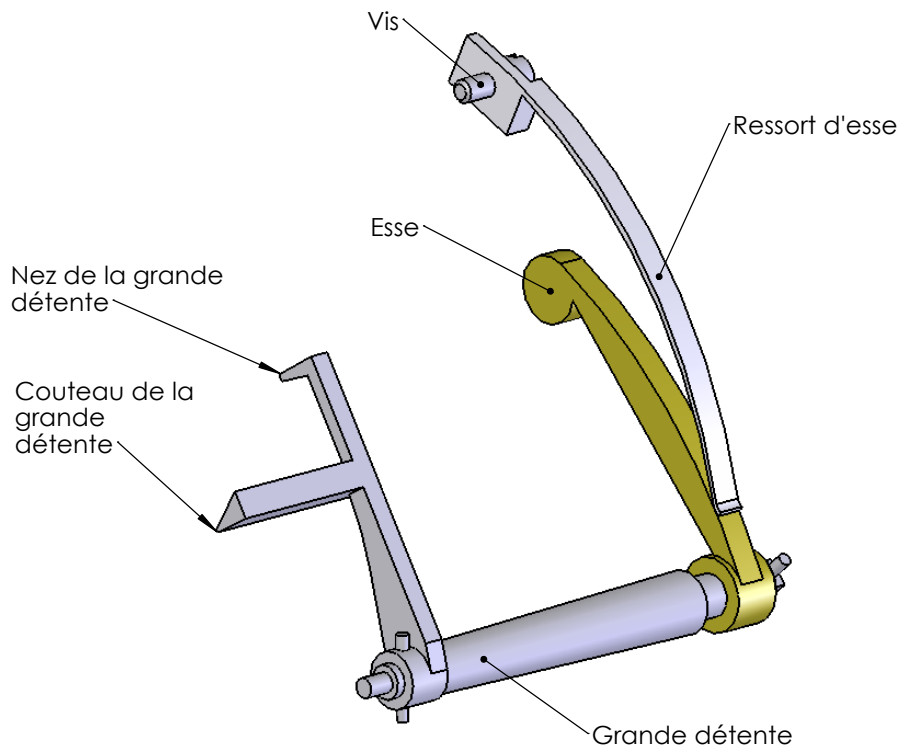
Axe du détentillon



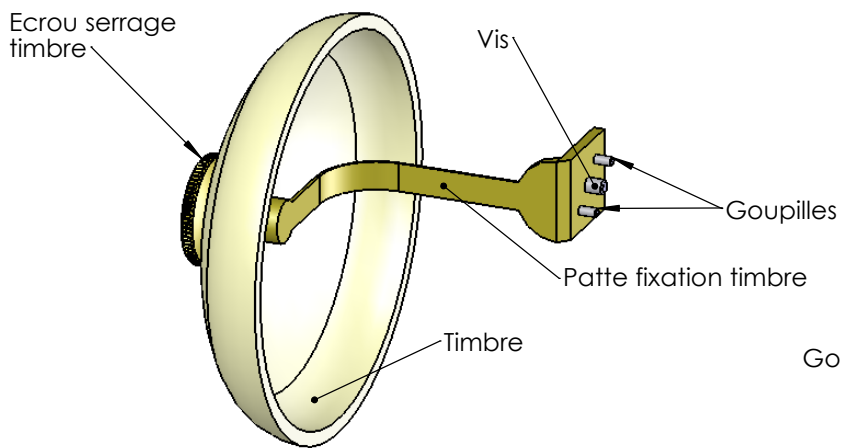
Goupille conique



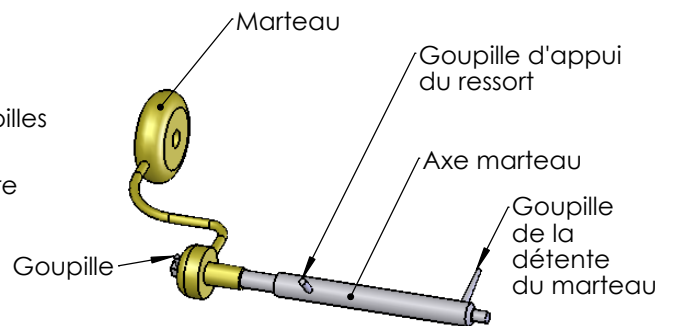
### DETAILS COMPOSANTS SONNERIE ( 3 )



Assemblage de la grande détente + esse + 2 goupilles coniques + ressort d'esse + vis



Assemblage des éléments du timbre



Assemblage des éléments du marteau



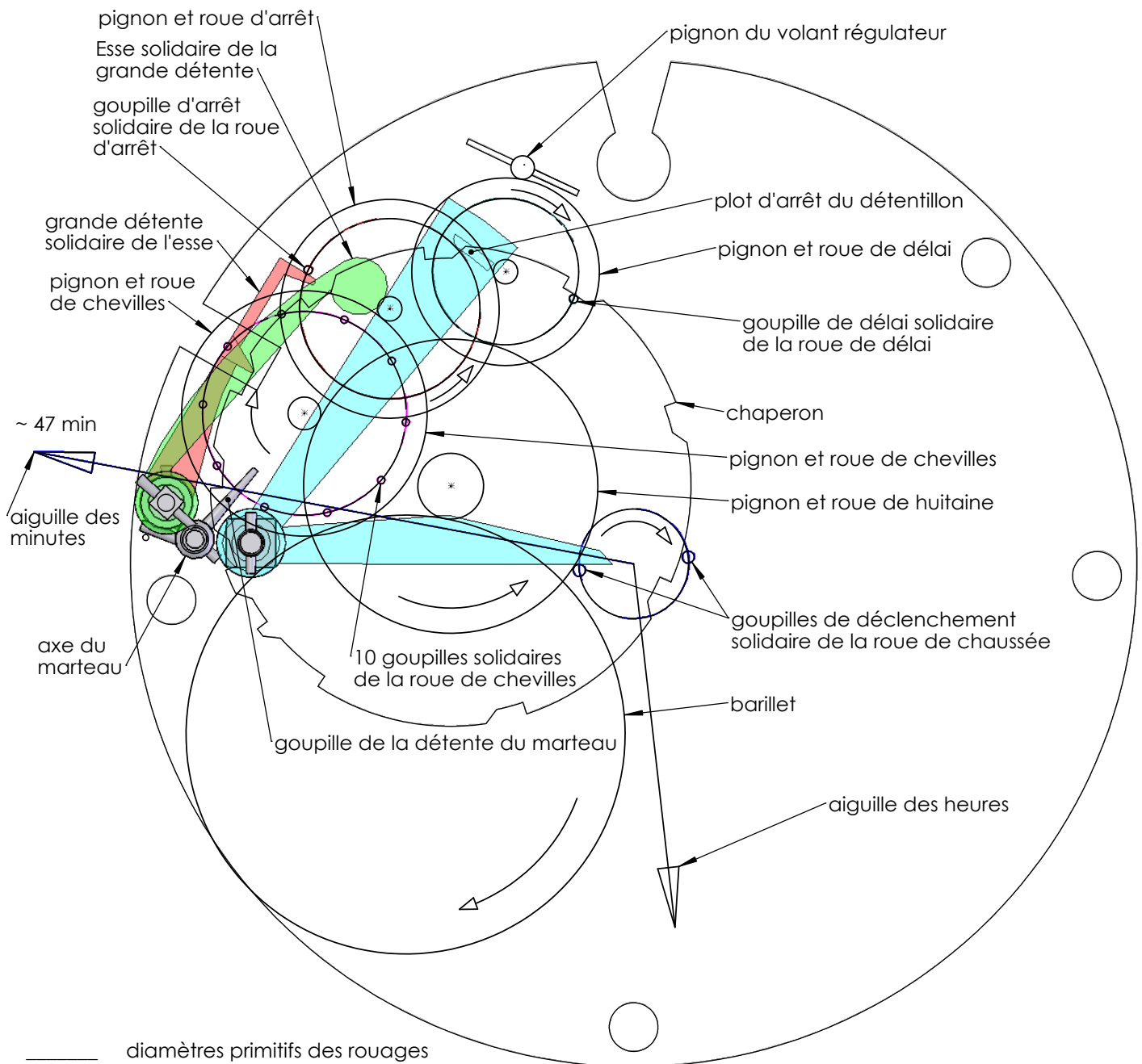
Ressort de rappel du marteau

## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE A ( il est ~ 5h47min )

Position des mobiles juste à l'instant où la goupille de déclenchement de la roue de chaussée va soulever le détentillon.  
L'aiguille des minutes indique environ 47 min à cet instant là.  
La sonnerie de 5 h 30 min est terminée depuis environ 17 min.

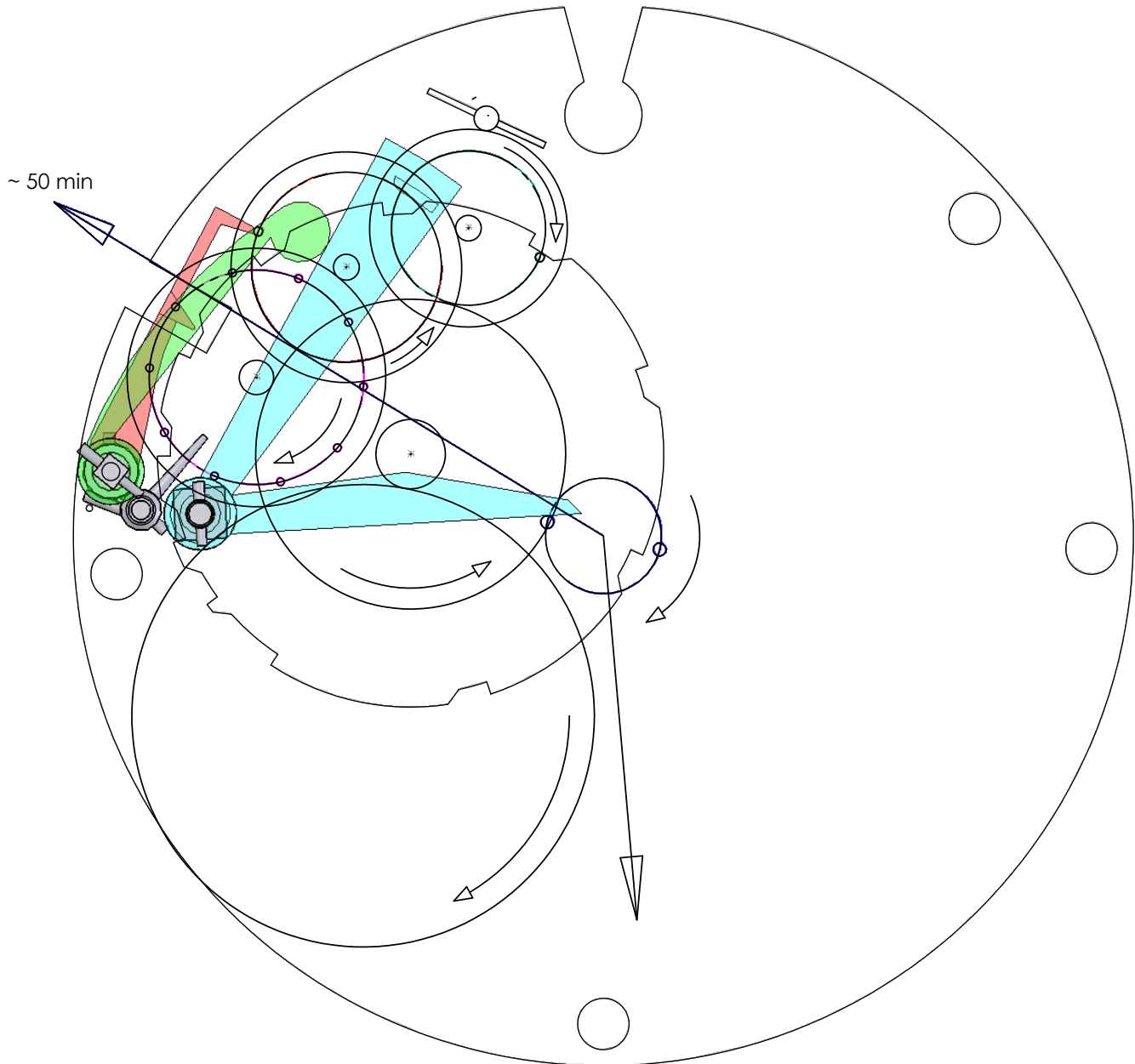
Rouage en arrêt de sonnerie et repairs observés.

La goupille d'arrêt de la roue d'arrêt est en butée contre le nez de la grande détente.  
La goupille de délai de la roue de délai est à l'opposé ( 180° ) du plot d'arrêt du détentillon.  
Le couteau de la grande détente est en appui dans le creux du chaperon dans la position de fin de la sonnerie de 5 h et 30 min.



## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE B ( il est ~ 5h50min )

A ce stade, le détentillon continue d'être soulevé par la goupille de déclenchement de la roue de chaussée.  
La goupille d'arrêt de la roue d'arrêt n'a pas encore été libérée du nez de la grande détente mais est sur le point de l'être.  
Il est alors environ 5 h et 50 min.



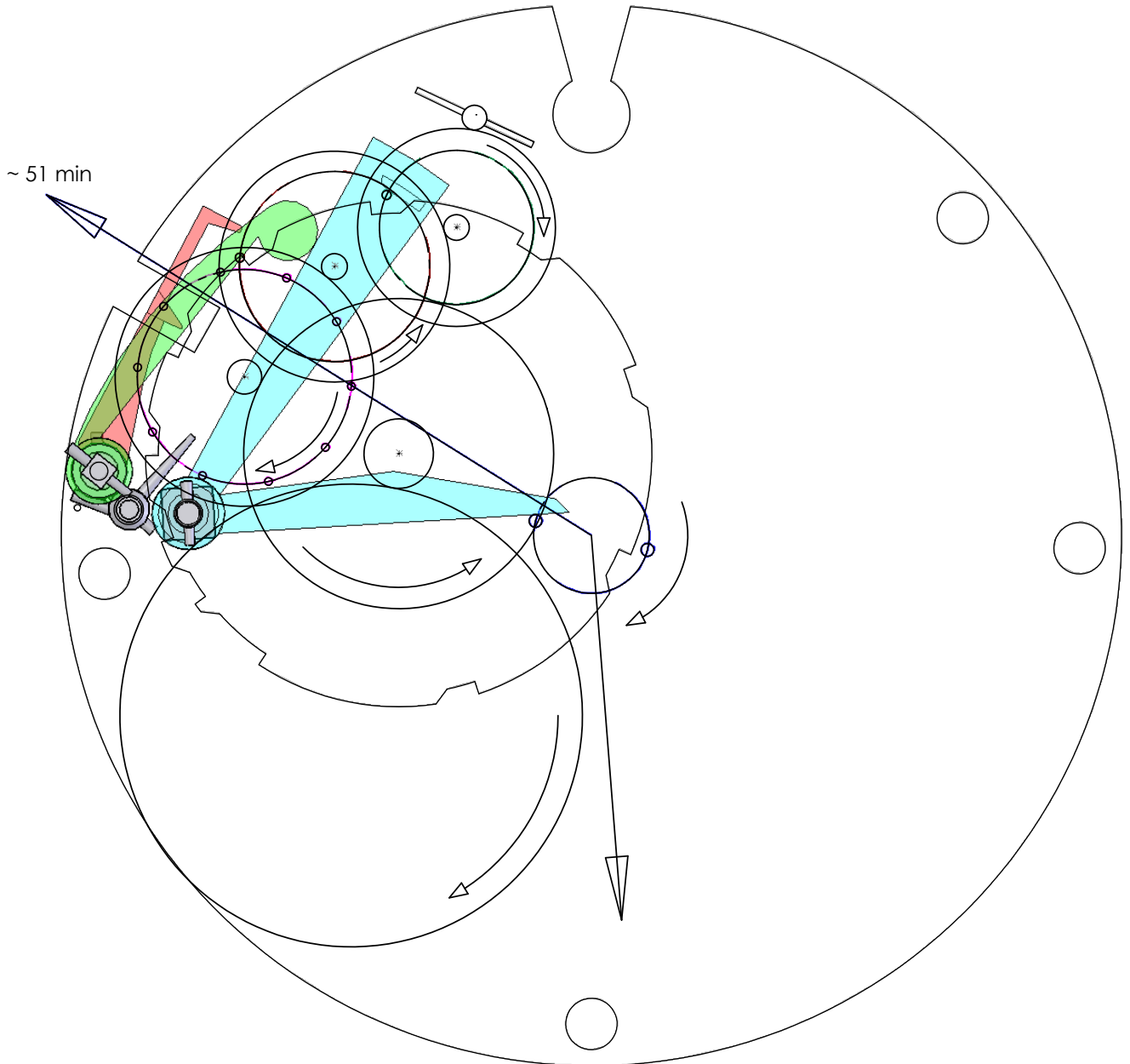
## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE C ( il est ~ 5h51min )

Il est environ 5 h et 51 min, lorsque la goupille d'arrêt de la roue d'arrêt est enfin libérée permettant ainsi à la roue de délai d'effectuer une rotation.  
Cette rotation est limitée par la goupille de la roue de délai qui vient s'appuyer contre le plot d'arrêt du détentillon.  
Cette rotation est d'environ 180°.

A ce stade, nous sommes en situation de délai effectué.  
En attente du déclenchement de la sonnerie de 6 heures.

A la fin de cette opération, la roue de délai aura effectué une rotation d'environ 180° depuis sa position initiale de la phase A.

A la fin de cette opération, la roue d'arrêt aura effectué une rotation d'environ 20° depuis sa position initiale de la phase A.



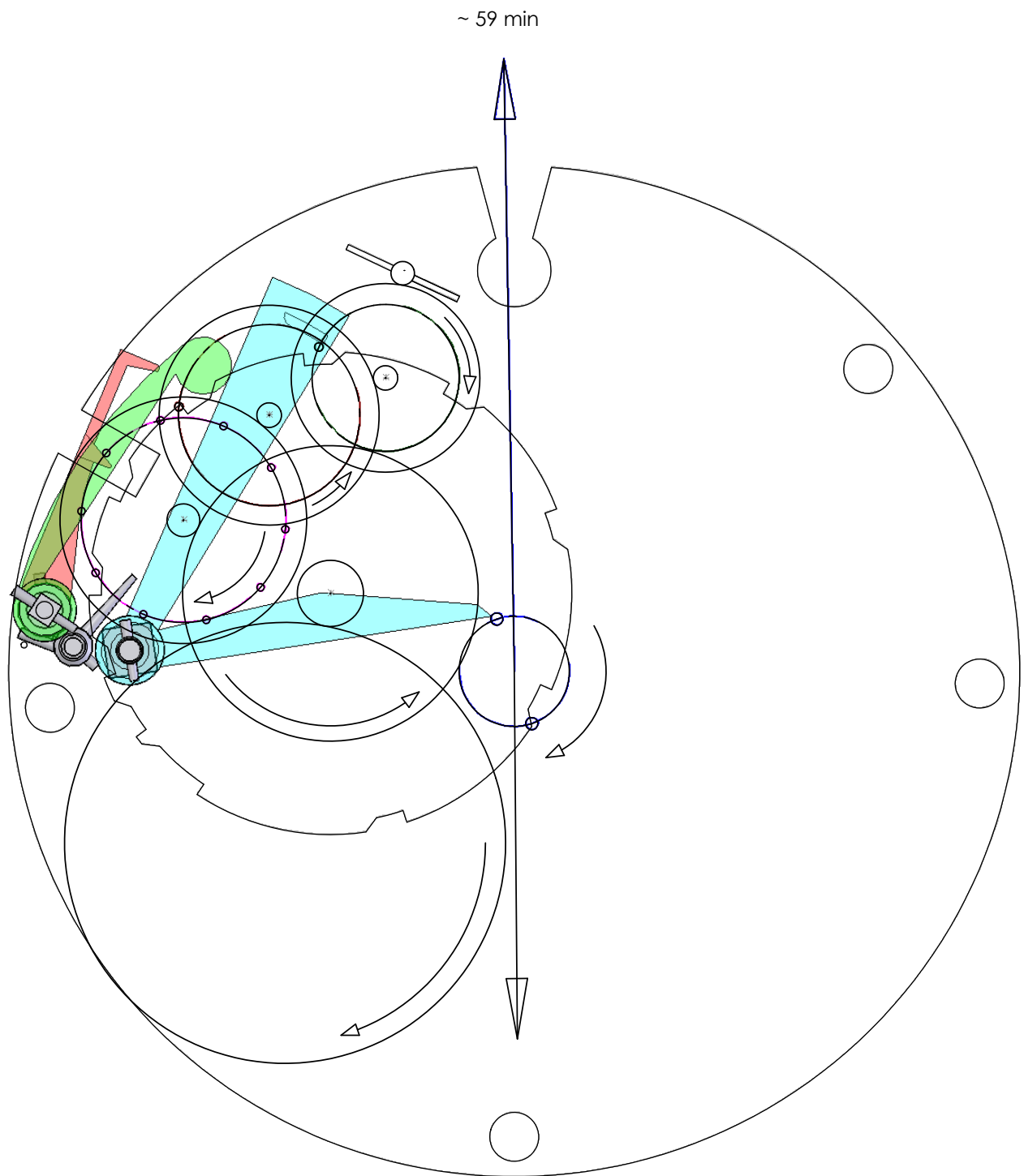
## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE D ( il est ~ 5h59min )

Il est environ 5 h et 59 min, la goupille de déclenchement de la roue de chaussée est sur le point de libérer la pointe de l'équerre du détentillon.

Entre la phase C et D, la goupille de la roue de délai n'a fait que de glisser et s'appuyer contre la face du plot d'arrêt du détentillon du fait que le détentillon n'a cessé de se soulever durant ce laps de temps.

Pour l'instant, aucun coup n'a encore été frappé sur le timbre.

A ce stade, nous sommes toujours en situation de délai effectué et en attente du déclenchement de la sonnerie de 6 heures.



## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE E ( il est 6h00min )

Il est 6h00min, la goupille de déclenchement solidaire de la roue de chaussée a enfin fini de soulever le détentillon, libérant ainsi celui-ci.

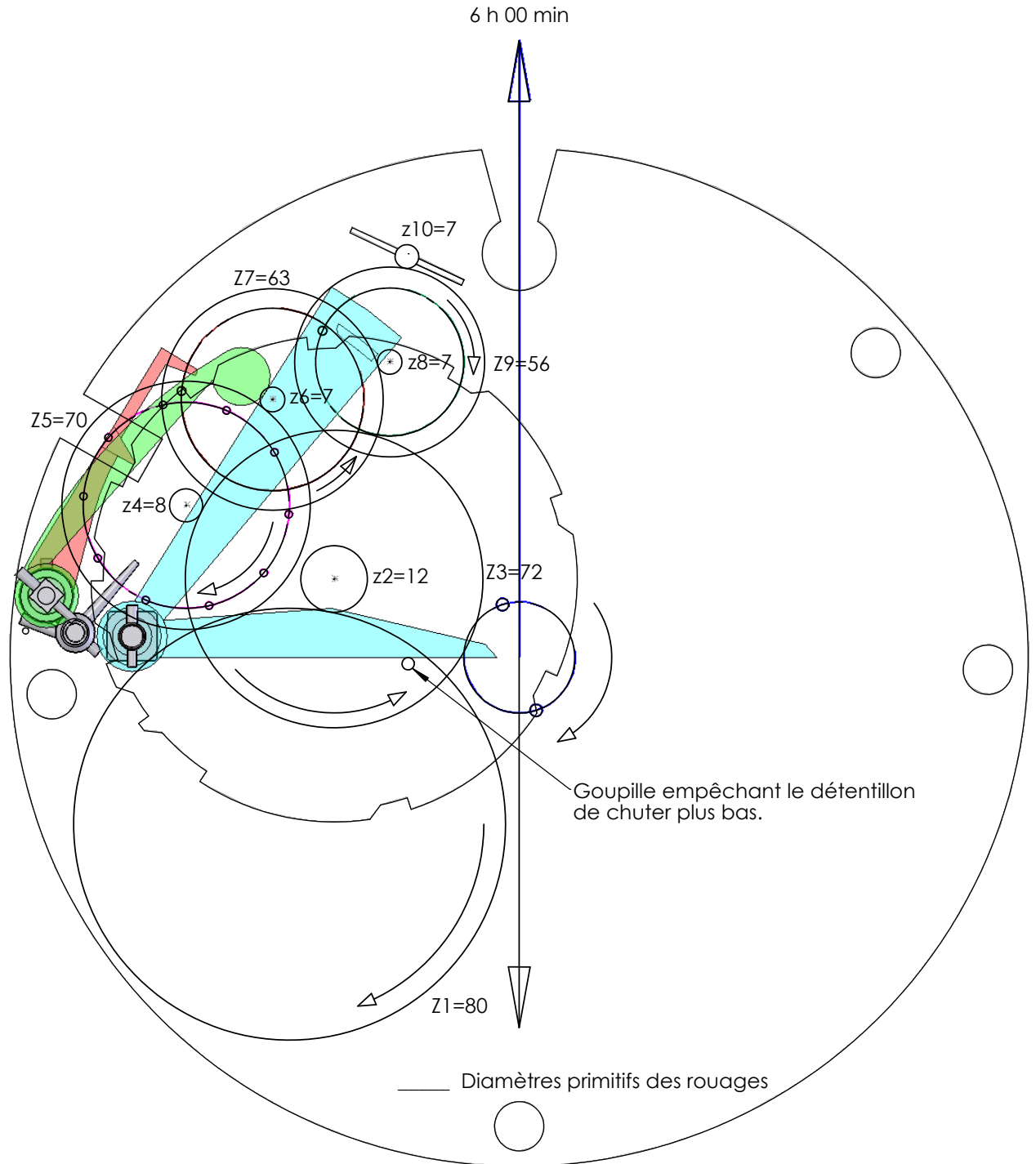
Le détentillon chute alors pour retourner à sa position initiale, en appui contre une goupille plantée dans la platine avant du mouvement, l'empêchant ainsi de chuter plus bas.

Le détentillon est aidé dans sa chute par le ressort de l'esse ( non dessiné dans cette vue pour ne pas surcharger la vue )

La grande détente de ce fait a également chuté et son couteau repose désormais en appui sur l'étage inférieur de la came ( chaperon ).

Cette action a également permis à la goupille de la roue de délai de se libérer du plot d'arrêt du détentillon.

Dès lors, la roue de délai peut tourner librement, sa goupille passant devant le nez du plot d'arrêt du détentillon. Les rouages dans leur ensemble, se mettent en mouvement et le premier coup de la sonnerie de 6h00min peut désormais démarrer.



Le chaperon, le pignon de huitaine et la roue de huitaine étant les 3 solidaires, ils effectuent une rotation de  $4^\circ$  à chaque coup frappé sur le timbre ( comme déjà indiqué précédemment )

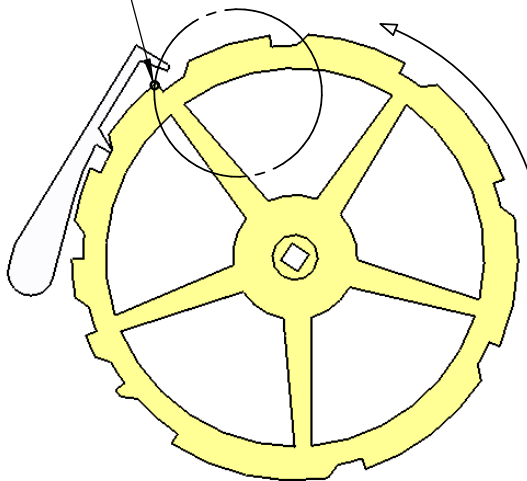
Rapport  $\frac{z3}{z4} = \frac{72}{8} = 9$  Le pignon de la roue de chevilles et la roue de chevilles effectuent une rotation de  $4^\circ \times 9 = 36^\circ$  par coup frappé sur le timbre.

Rapport  $\frac{z5}{z6} = \frac{70}{7} = 10$  Le pignon de la roue d'arrêt et la roue d'arrêt effectuent une rotation de  $4^\circ \times 9 \times 10 = 360^\circ$  par coup frappé sur le timbre.

Rapport  $\frac{z7}{z8} = \frac{63}{7} = 9$  Le pignon de la roue de délai et la roue de délai effectuent une rotation de  $4^\circ \times 9 \times 10 \times 9 = 3240^\circ$  soit  $3240^\circ / 360^\circ = 9$  tours par coup frappé sur le timbre.

Rapport  $\frac{z9}{z10} = \frac{56}{7} = 8$  Le pignon du volant régulateur effectue une rotation de  $4^\circ \times 9 \times 10 \times 9 \times 8 = 25920^\circ$  soit  $25920^\circ / 360^\circ = 72$  tours par coup frappé sur le timbre.

goupille d'arrêt en position de délai effectué ( voir phase C )

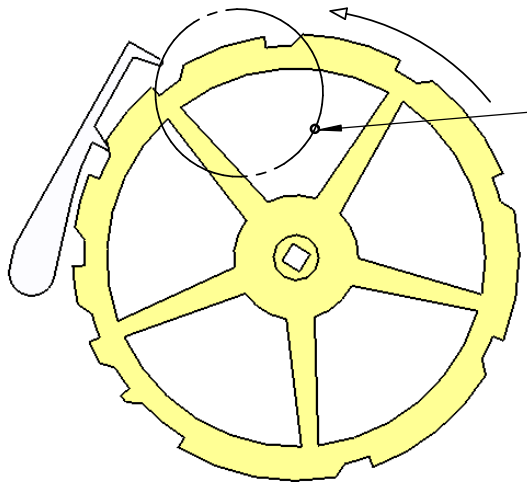


La position initiale de la goupille d'arrêt se situe en butée contre le nez de la grande détente. ( voir phase A )

Etudions le déroulement du 1er coup frappé de la sonnerie de 6 h 00.

Position des éléments à l'instant du déclenchement de la sonnerie de 6h00min. Délai déjà effectué auparavant. La goupille de la roue d'arrêt est à  $20^\circ$  de sa position initiale.

Le couteau de la grande détente est au fond du creux de la came ( chaperon ). Pour que la goupille de la roue d'arrêt puisse tourner librement, il faut que le nez de la grande détente soit soulevé pour libérer le passage. C'est exactement le rôle de la partie montante de la came ( chaperon ) qui permet lors des  $4^\circ$  de rotation de celle-ci de faire passer le couteau de la grande détente du creux de la came à l'étage supérieur, libérant ainsi le passage de la goupille d'arrêt pour que les 6 coups puissent être frappés sans encombre ni obstacles.



position de la goupille d'arrêt après les  $2^\circ$  de rotation de la came ( chaperon )

Nous sommes à mi-chemin de la partie montante de la came, le chaperon a effectué une rotation de  $2^\circ$ . La goupille de la roue d'arrêt a quand à elle effectuée une rotation de  $180^\circ$  par rapport à sa position initiale.

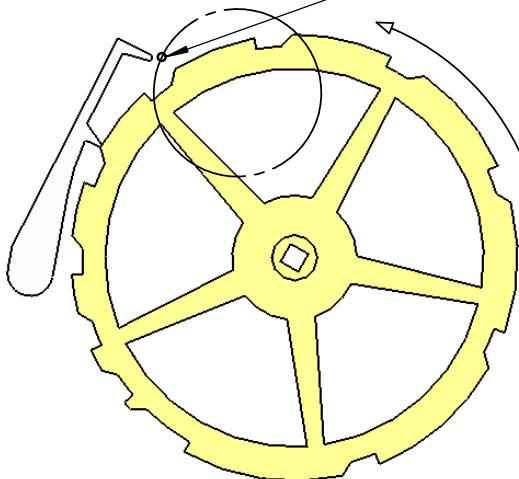
position de la goupille d'arrêt à la fin des  $4^\circ$  de rotation de la came ( chaperon )

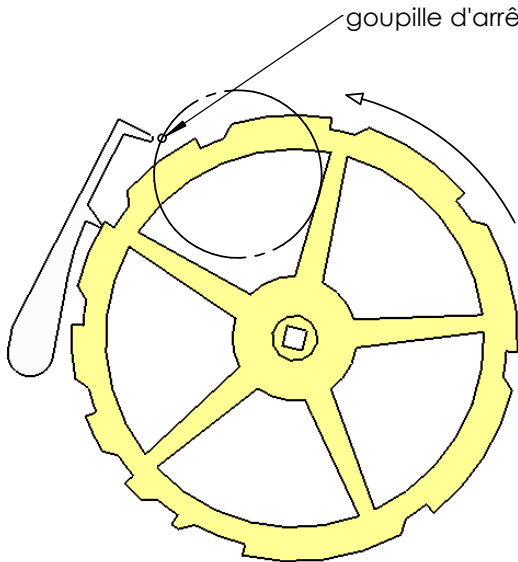
Nous sommes à la fin de la montée de la came ( chaperon ). Le chaperon a effectué une rotation totale de  $4^\circ$ . Le couteau de la grande détente a atteint l'étage supérieur de la came.

Le premier coup de la sonnerie de 6h00min est frappé. La goupille d'arrêt peut désormais passer librement devant le nez de la grande détente afin d'effectuer les 5 coups restants de la sonnerie de 6h00min.

A la fin des 6 coup frappés sur le timbre, le couteau de la grande détente va chuter sur l'étage inférieur de la came et la goupille d'arrêt va venir buter contre le nez de la grande détente, interrompant net la sonnerie de 6h00min. La grande détente sera alors en position d'attente du déclenchement de la sonnerie de 6h30 min.

Rouages en arrêt de sonnerie et repaires observés. N'oublions les petits calculs des rapports étudiés précédemment. A chaque coup frappé, le chaperon effectue  $4^\circ$  de rotation et la roue de chevilles quand à elle effectue  $36^\circ$  de rotation. C'est exactement l'arc nécessaire pour actionner le marteau de frappe du timbre.



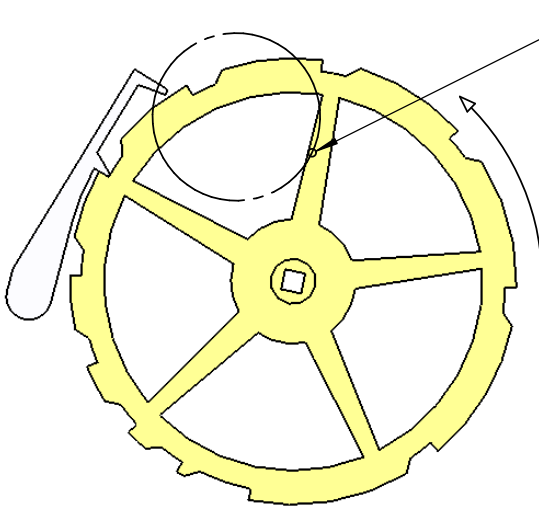


La position initiale de la goupille d'arrêt se situe en butée contre le nez de la grande détente. ( voir phase A )

Etudions le déroulement du dernier coup frappé de la sonnerie de 6h00min.

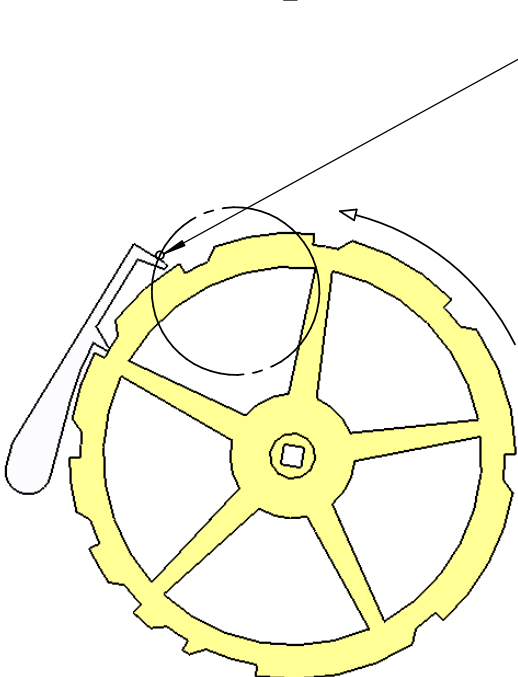
Position des éléments à l'instant du début du dernier coup frappé de la sonnerie de 6h00min.

Le couteau de la grande détente est en appui contre l'étage supérieur de la came.  
La goupille d'arrêt et la goupille de délai n'ont aucun obstacles sur leur chemin et peuvent continuer à tourner librement.



Position de la goupille d'arrêt après rotation de 2° de la came ( chaperon ) par rapport à la situation définie çï-dessus.

La goupille d'arrêt a effectué une rotation de 180° par rapport à sa position initiale.  
Le couteau de la grande détente vient de chuter sur l'étage inférieur de la came.  
De ce fait, le nez de la grande détente empêche désormais que la goupille d'arrêt continue de tourner librement.



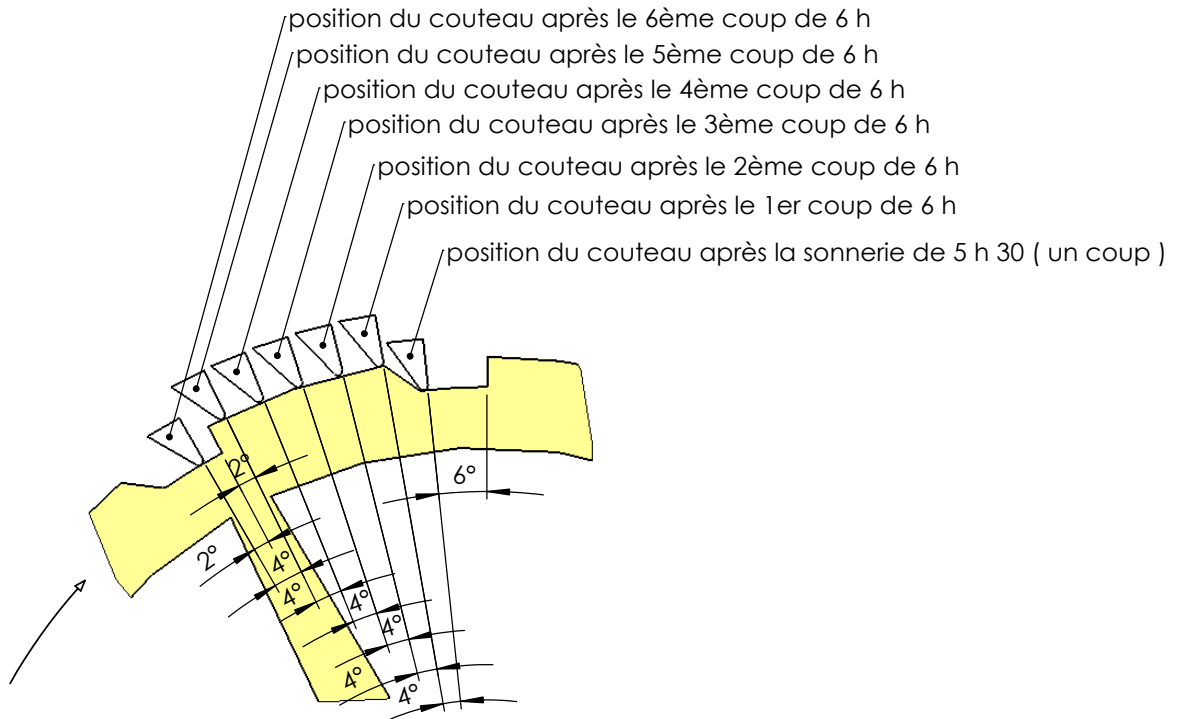
Position de la goupille d'arrêt après rotation de 2° supplémentaires de la came (chaperon )

La goupille d'arrêt effectue une rotation de 180° et vient buter contre le nez de la grande détente.  
De ce fait, la sonnerie est stoppée net.  
c'est la fin de la sonnerie de 6h00min et les 6 coups ont bien été frappés sur le timbre.

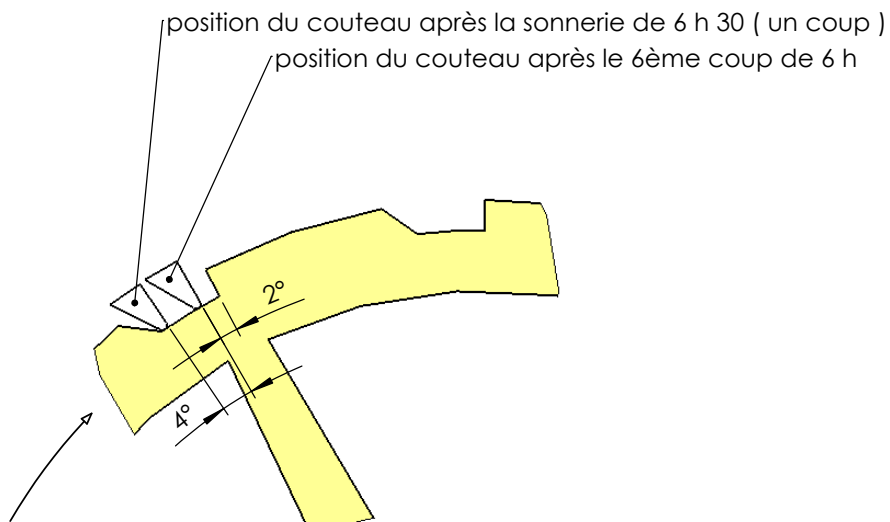
La goupille d'arrêt est revenue dans sa position initiale. ( voir phase A )  
La goupille de délai est également revenue dans sa position initiale. ( voir phase A )  
Le dispositif est désormais en attente de la sonnerie de 6h30min, et les repaires sont observés.



DETAILS DES POSITIONS DU COUTEAU PENDANT LA SONNERIE DE 6 h 00  
( vu de l'arrière de la pendule )



DETAILS DES POSITIONS DU COUTEAU PENDANT LA SONNERIE DE 6 h 30  
( vu de l'arrière de la pendule )



## CINEMATIQUE SONNERIE PHASE F ( il est 6h30min )

Les phases A,B,C et D de la sonnerie de 6h30 sont semblables à celles décrites précédemment pour la préparation de la sonnerie de 6h00.

Je ne les décrirai donc pas une seconde fois.

La seule chose qui change, c'est que la came ( chaperon ) se situe maintenant dans la position qu'elle a atteint à la fin du dernier coup frappé de 6h00.

Il est 6h30, la goupille de déclenchement solidaire de la roue de chaussée a enfin fini de soulever le détentillon, libérant ainsi celui-ci.

Le détentillon chute alors pour retourner à sa position initiale, en appui contre une goupille plantée dans la platine avant du mouvement, l'empêchant ainsi de chuter plus bas.

Le détentillon est aidé dans sa chute par le ressort de l'esse. ( non dessiné dans cette vue pour ne pas surcharger la vue )

La grande détente de ce fait a également chuté et son couteau repose désormais en appui sur l'étage inférieur de la came ( chaperon ).

Cette action a également permis à la goupille de la roue de délai de se libérer du plot d'arrêt du détentillon.

Dès lors, la roue de délai peut tourner librement, sa goupille passant devant le nez du plot d'arrêt du détentillon.

Les rouages dans leur ensemble, se mettent en mouvement et le seul coup de la sonnerie de 6h30 peut désormais démarrer.

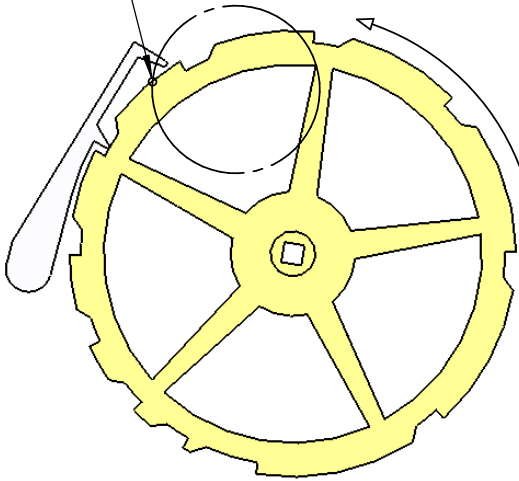
Diagramme cinématique de la sonnerie à 6h30min. Le schéma illustre le mécanisme interne d'une horloge, montrant les roues, les goupilles, les détenteurs et les ressorts. Les éléments sont colorés : une roue de délai en vert, une roue de chaussée en rouge, et un détentillon en cyan. Des flèches indiquent le sens de rotation des roues. Une goupille empêche le détentillon de chuter plus bas. Le diagramme est étiqueté "6h30min" et "Diamètres primitifs des rouages".

Goupille empêchant le détentillon de chuter plus bas

Diamètres primitifs des rouages

6h30min

goupille d'arrêt en position de délai effectué ( voir phase C )

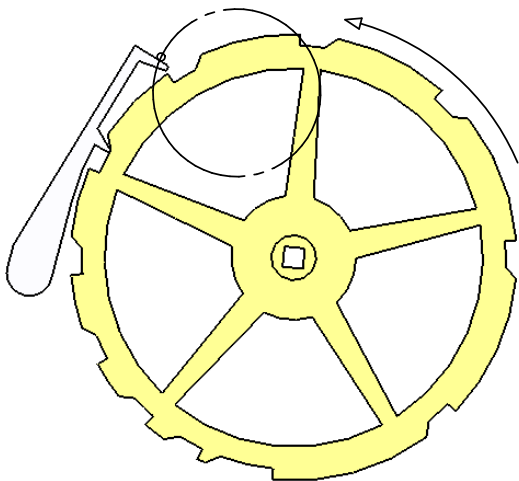


La position initiale de la goupille d'arrêt se situe en butée contre le nez de la grande détente ( voir phase A )

Etudions le déroulement du seul coup frappé de la sonnerie 6h30

Position des éléments à l'instant du déclenchement de la sonnerie de 6h30. Délai déjà effectué auparavant, la goupille de la roue d'arrêt est à  $20^\circ$  de sa position initiale.

Pendant toute la rotation de  $4^\circ$  de la came ( chaperon ), le couteau de la grande détente reste en appui contre l'étage inférieur de la came.



A la fin de la rotation de  $4^\circ$  de la came ( chaperon ), la goupille d'arrêt aura effectué une rotation de  $360^\circ$  par rapport à sa position initiale, et finira en butée contre le nez de la grande détente.

De ce fait, la sonnerie est stoppée net.

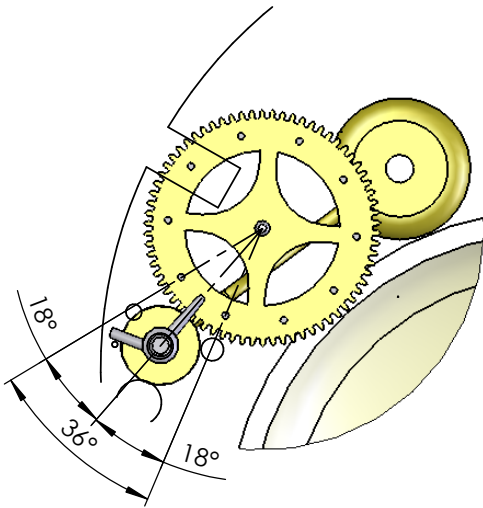
C'est la fin de la sonnerie de 6h30 et un seul coup a bien été frappé sur le timbre.

La goupille d'arrêt est revenue dans sa position initiale, ( voir phase A )

La goupille de délai est également revenue dans sa position initiale, ( voir phase A )

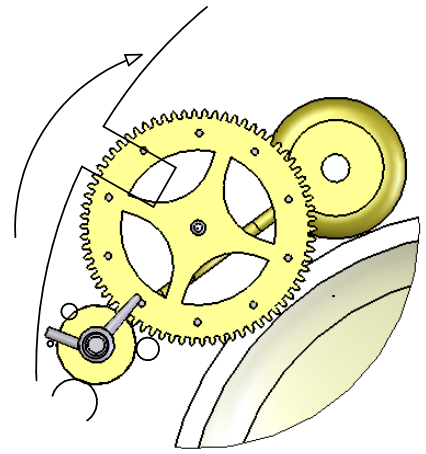
Le dispositif est désormais en attente de la sonnerie de 7h00, et les repaires sont observés.

## FONCTIONNEMENT DE LA FRAPPE DU MARTEAU SUR LE TIMBRE



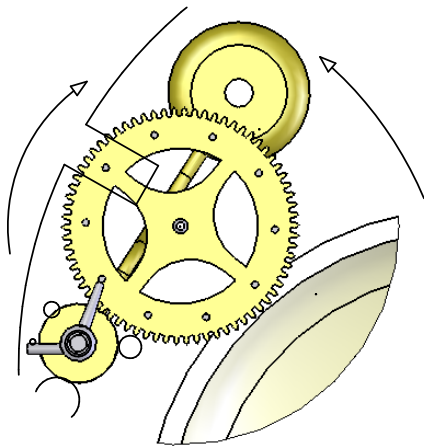
PHASE A

Dispositif en attente de la sonnerie de 6h30.  
Les repaires sont observés.



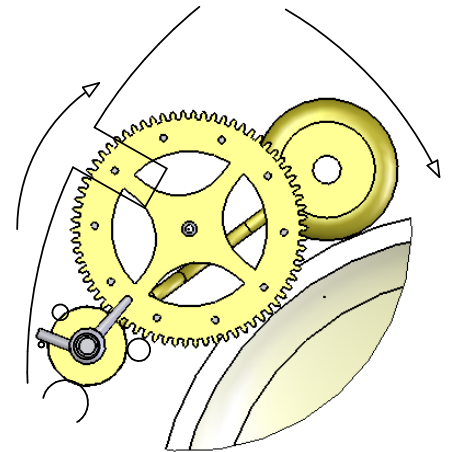
PHASE B

Sonnerie enclenchée, la roue de cheville tourne.  
La cheville entre en contact avec la goupille de la détente du marteau.



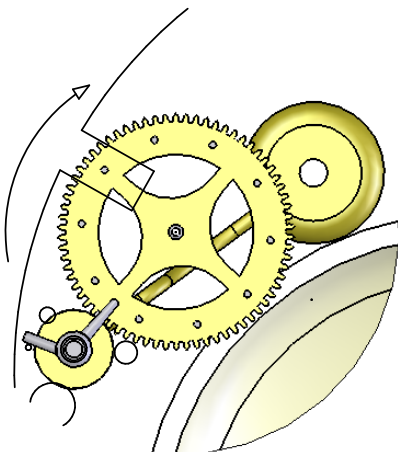
PHASE C

La cheville pousse et soulève la goupille de la détente du marteau, jusqu'à ce que celle-ci soit libérée..



PHASE D

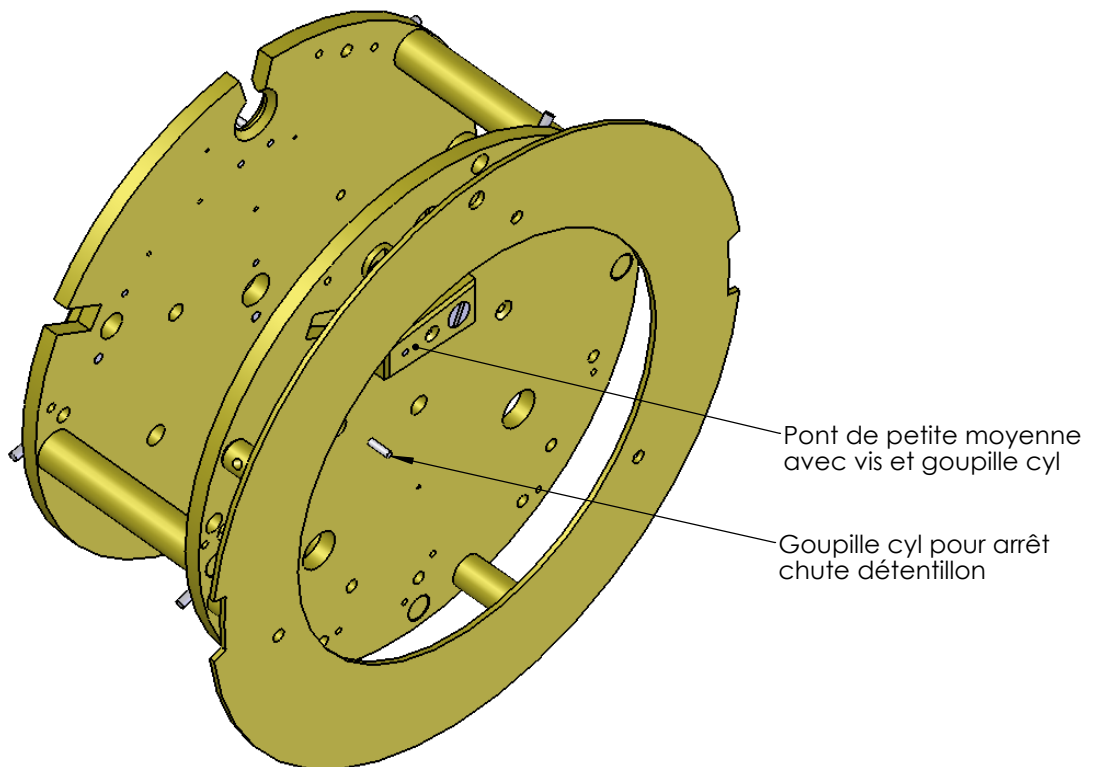
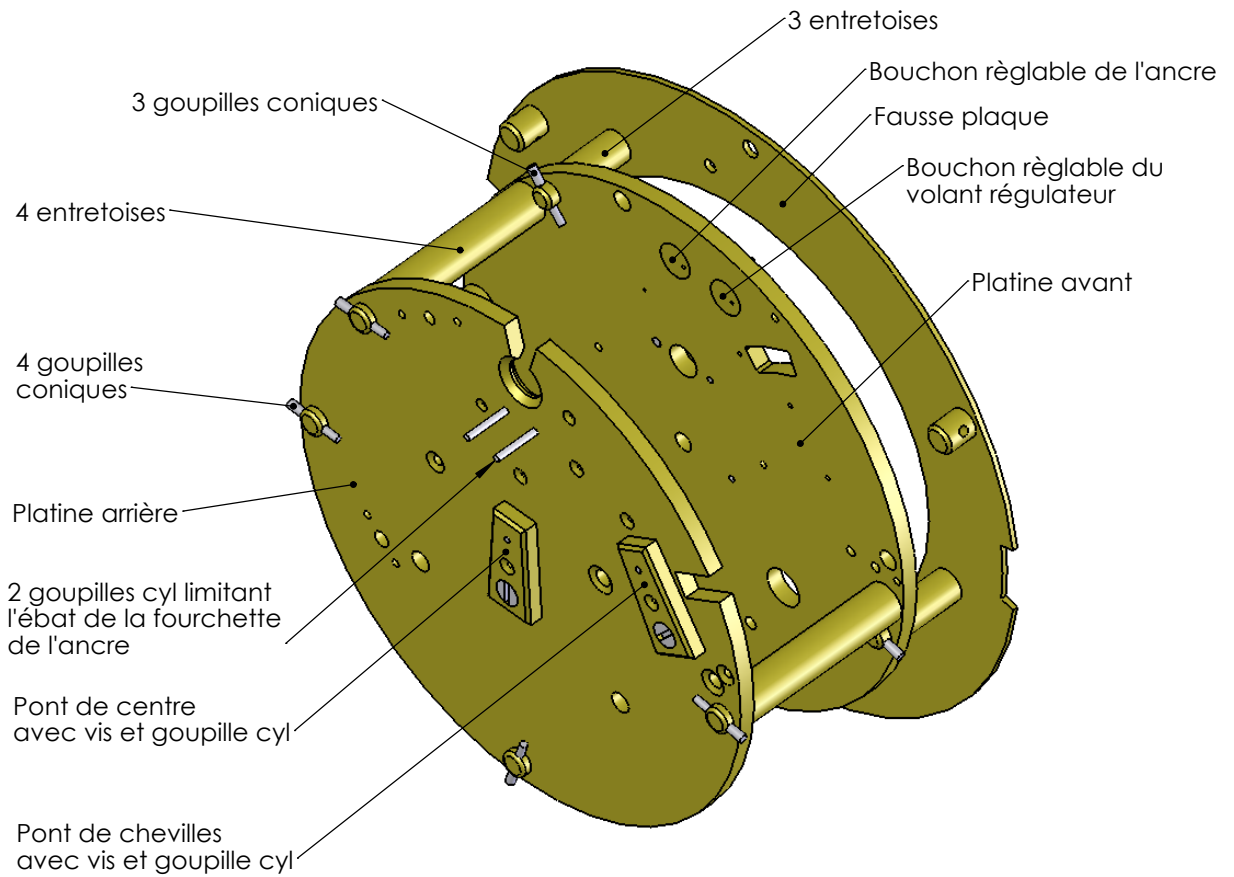
La goupille du marteau vient d'être libérée.  
Le ressort de rappel appuie contre la goupille d'appui du ressort, amplifiant la force de frappe, permettant ainsi de frapper un coup violent sur le timbre.



PHASE E

Le coup est frappé.  
La roue de cheville continue sa rotation jusqu'à ce qu'elle termine sa rotation de 36°. ( voir calcul de la phase E cinématique sonnerie )  
La roue de cheville réintègre sa position initiale.  
La sonnerie de 6h30 est maintenant terminée.  
Dispositif en attente de la sonnerie de 7h00.  
Les repaires sont observés

## ASSEMBLAGE DES PLATINES ET DE LA FAUSSE PLAQUE



Sur la fausse plaque sont fixés la lunette avant et ses 2 bretelles, ainsi que le cadran ( non visibles dans cette vue )

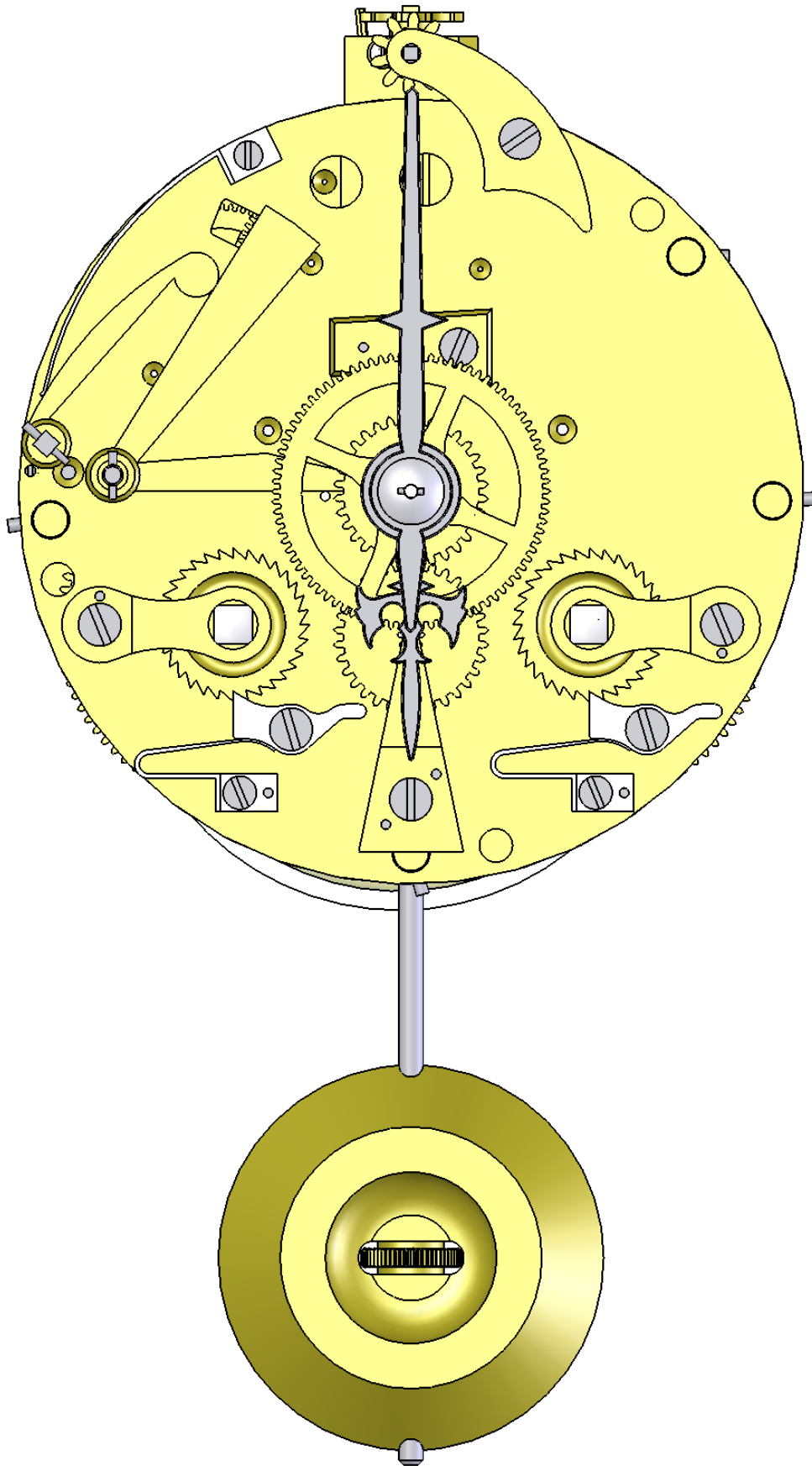


Pendule de Paris RAISON & THOMAS

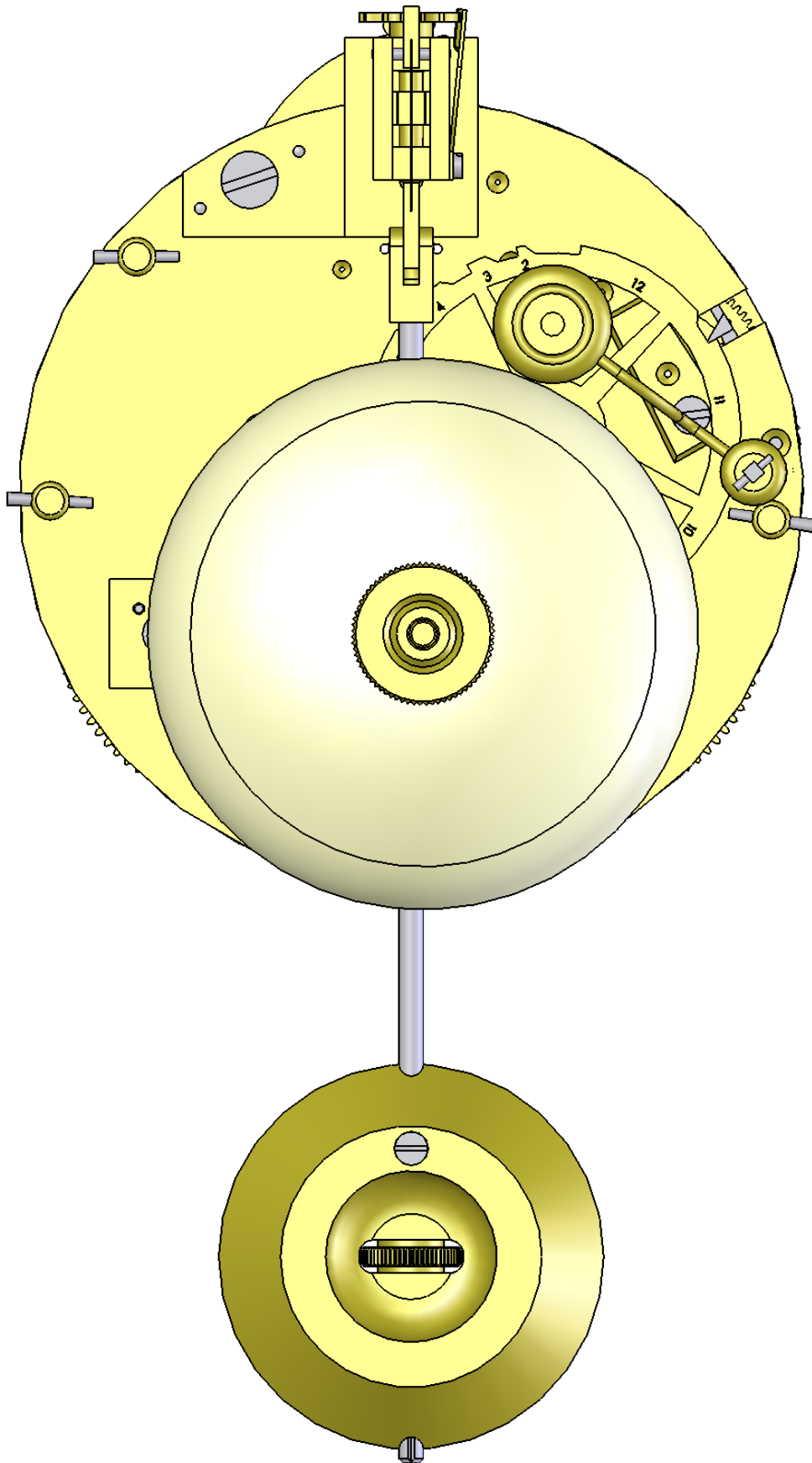


Estampille du fabricant et No du mouvement

VUE DE FACE

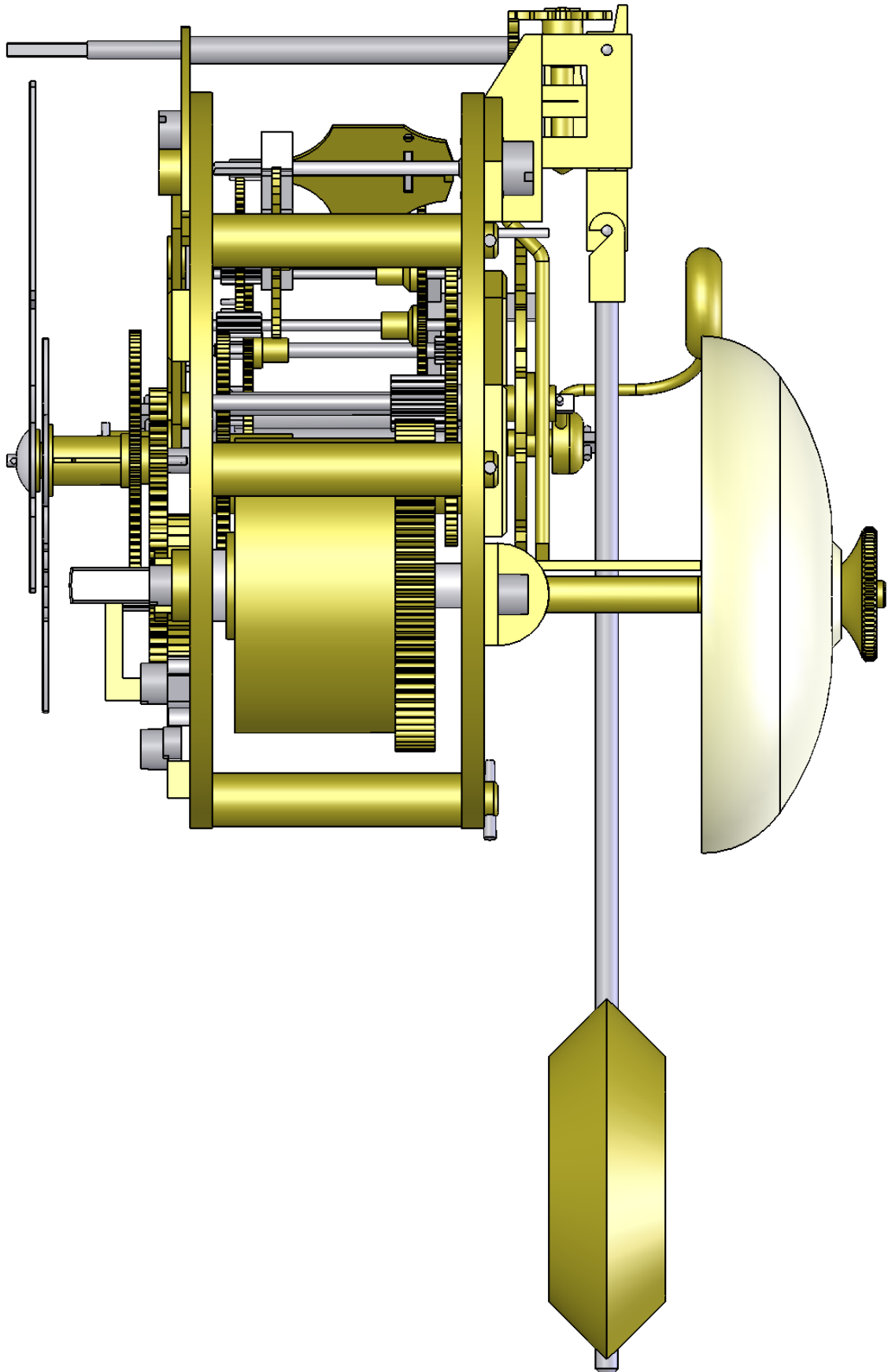


VUE ARRIERE

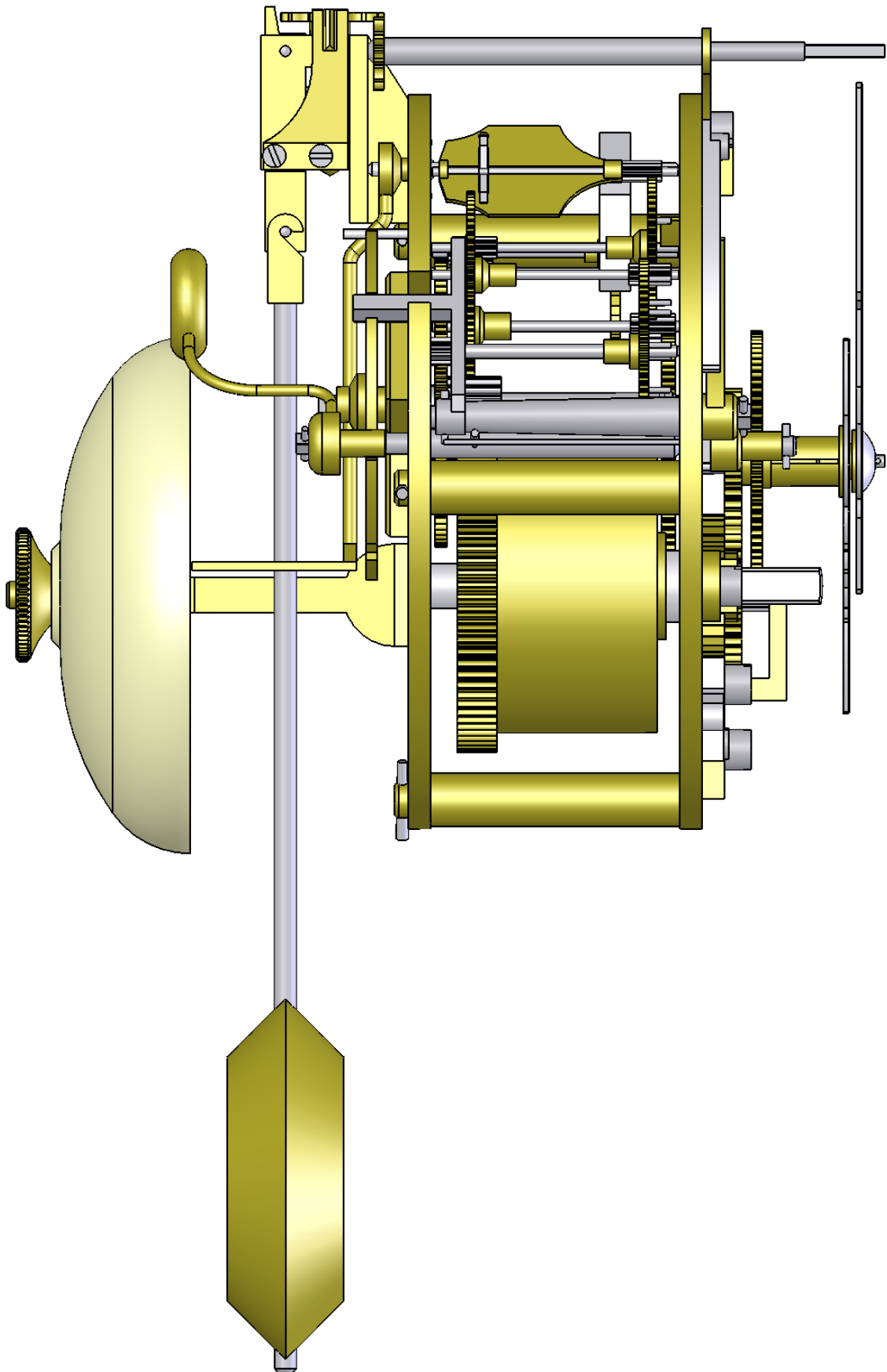




VUE DE DROITE



VUE DE GAUCHE



VUE DE DESSUS

