

25^{ème} concours

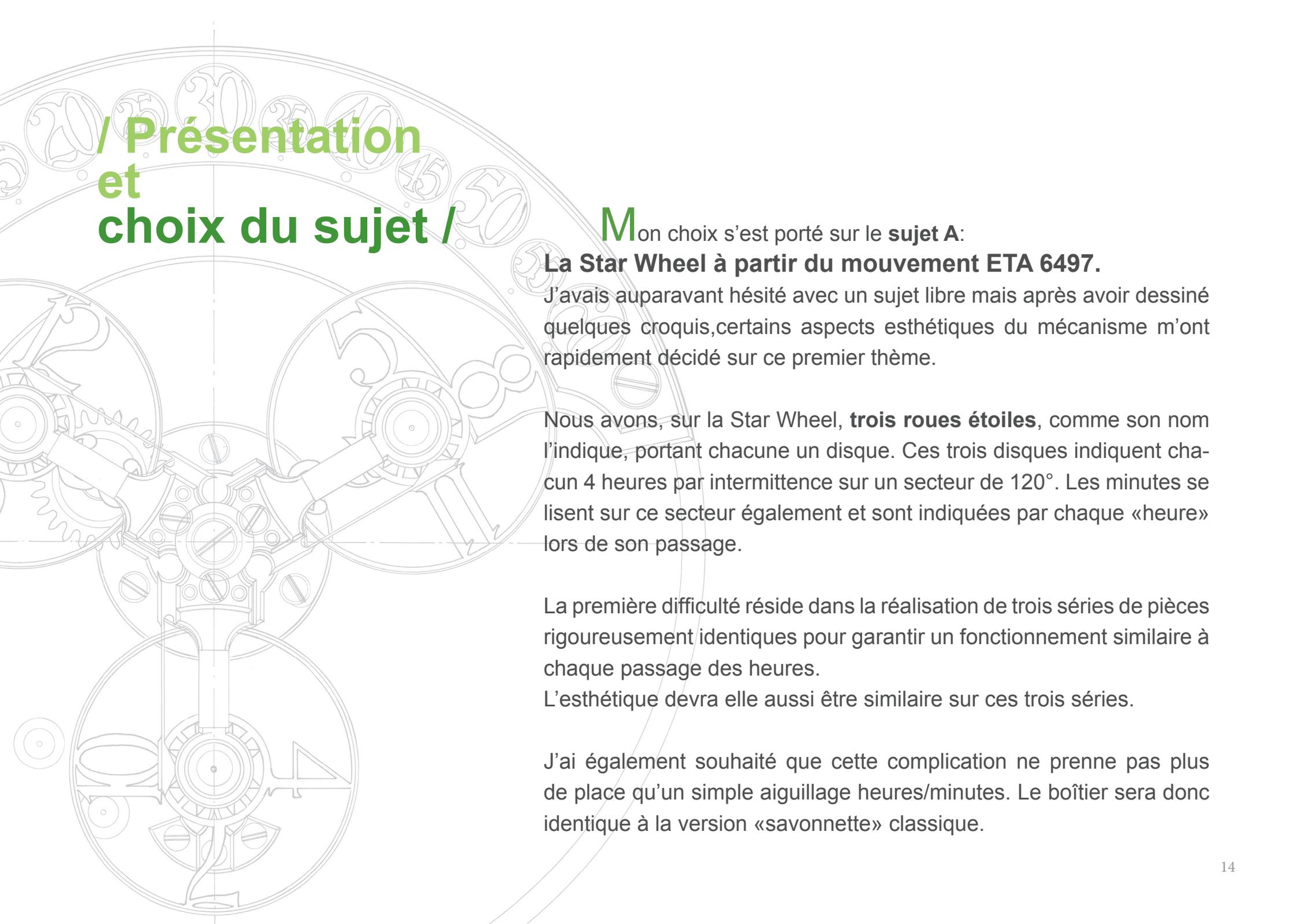


2015

/ Sommaire /



- . Présentation et choix du sujet. 8
- . Choix techniques, choix esthétiques. 8
- . Atelier et moyens techniques. 8
- . Plans, dessins techniques. 8
- . Fabrication des composants, décorations. 8
- . Vue Générale du projet. 8
- . Remerciements. 8



/ Présentation et choix du sujet /

Mon choix s'est porté sur le **sujet A**:

La Star Wheel à partir du mouvement ETA 6497.

J'avais auparavant hésité avec un sujet libre mais après avoir dessiné quelques croquis, certains aspects esthétiques du mécanisme m'ont rapidement décidé sur ce premier thème.

Nous avons, sur la Star Wheel, **trois roues étoiles**, comme son nom l'indique, portant chacune un disque. Ces trois disques indiquent chacun 4 heures par intermittence sur un secteur de 120°. Les minutes se lisent sur ce secteur également et sont indiquées par chaque «heure» lors de son passage.

La première difficulté réside dans la réalisation de trois séries de pièces rigoureusement identiques pour garantir un fonctionnement similaire à chaque passage des heures.

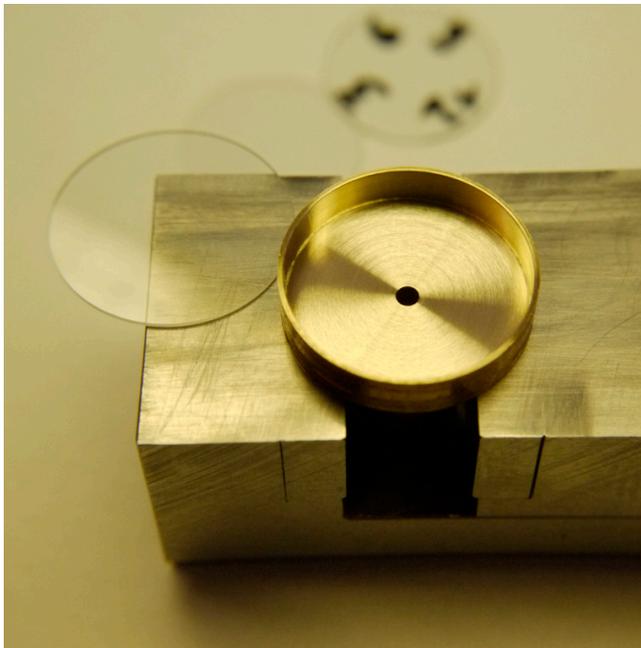
L'esthétique devra elle aussi être similaire sur ces trois séries.

J'ai également souhaité que cette complication ne prenne pas plus de place qu'un simple aiguillage heures/minutes. Le boîtier sera donc identique à la version «savonnette» classique.

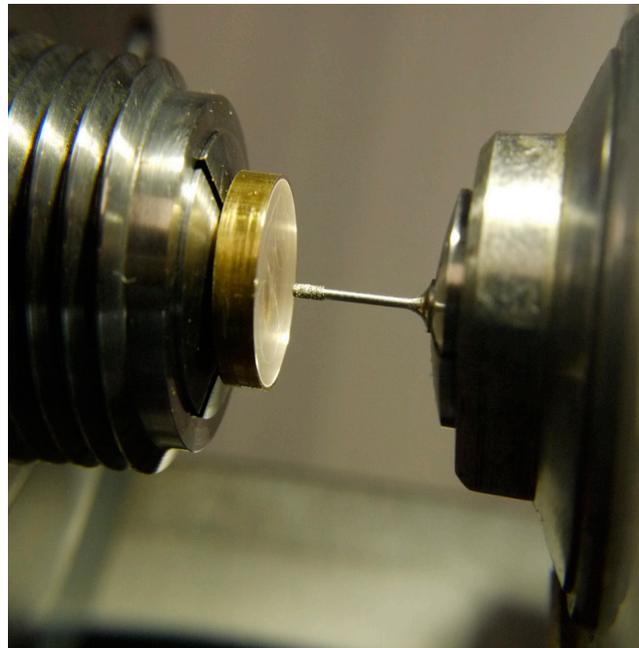
/ Choix techniques, choix esthétiques /

Aux prémices de l'étude s'est vite posé le problème du choix et de la taille des disques.

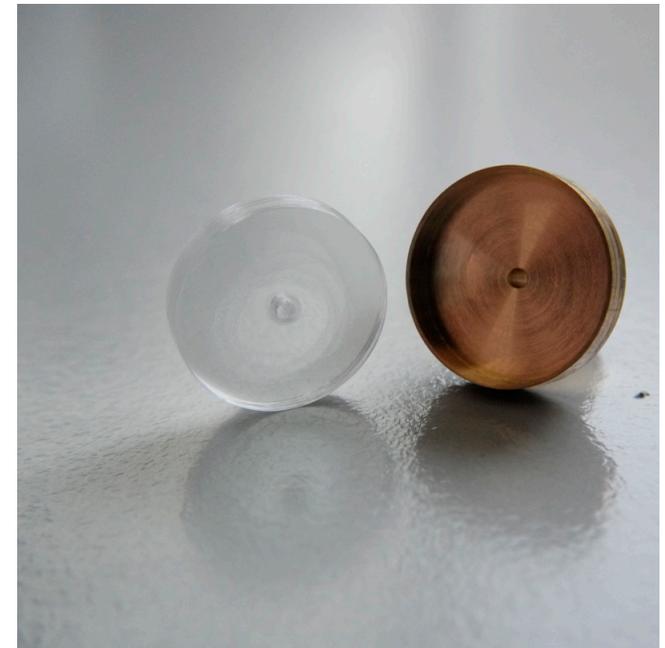
Possédant de petites glaces saphir, j'ai rapidement effectué quelques usinages de prototypes avant de décider ou non de ce choix.



Outil dans lequel sont insérés 7 disques collés les uns sur les autres et guidés par le diamètre extérieur.



L'alésage est ébauché avec une meule diamanté à gros grains. Le diamètre 1,005 est obtenu par rectification du trou à la meule fine. 2000 tours/min.



L'empilement des disques évite l'égrisure en entrée et sortie de meule. Le premier et le dernier disque ne sont donc pas utilisés.

Finalement, les tests d'usinage du saphir furent concluants et validés pour la conception.

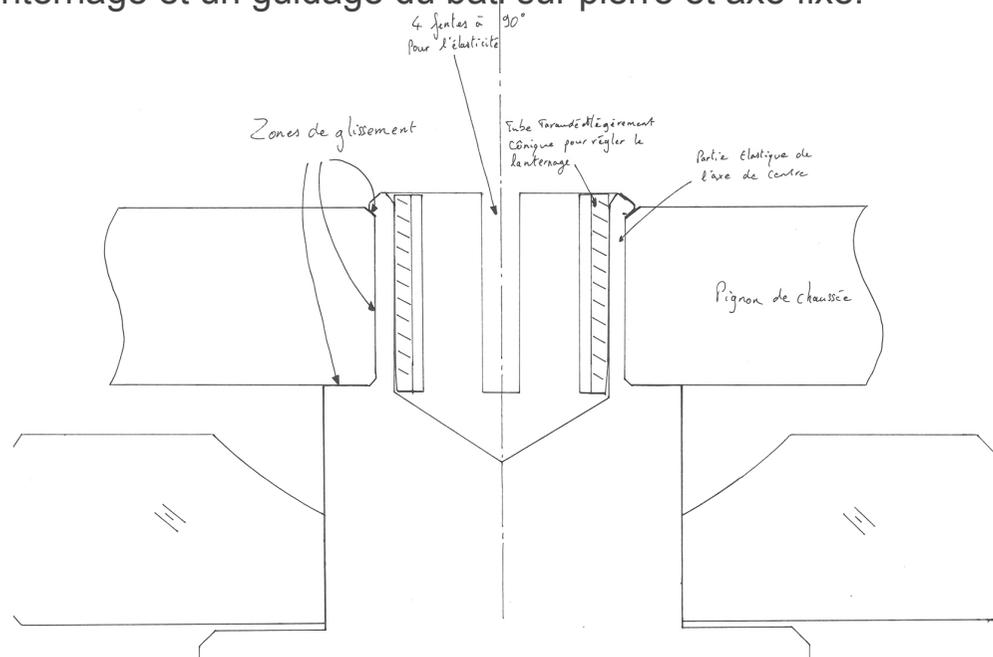
Un second choix s'est porté sur le guidage ou non de l'ensemble tournant sur la chaussée.

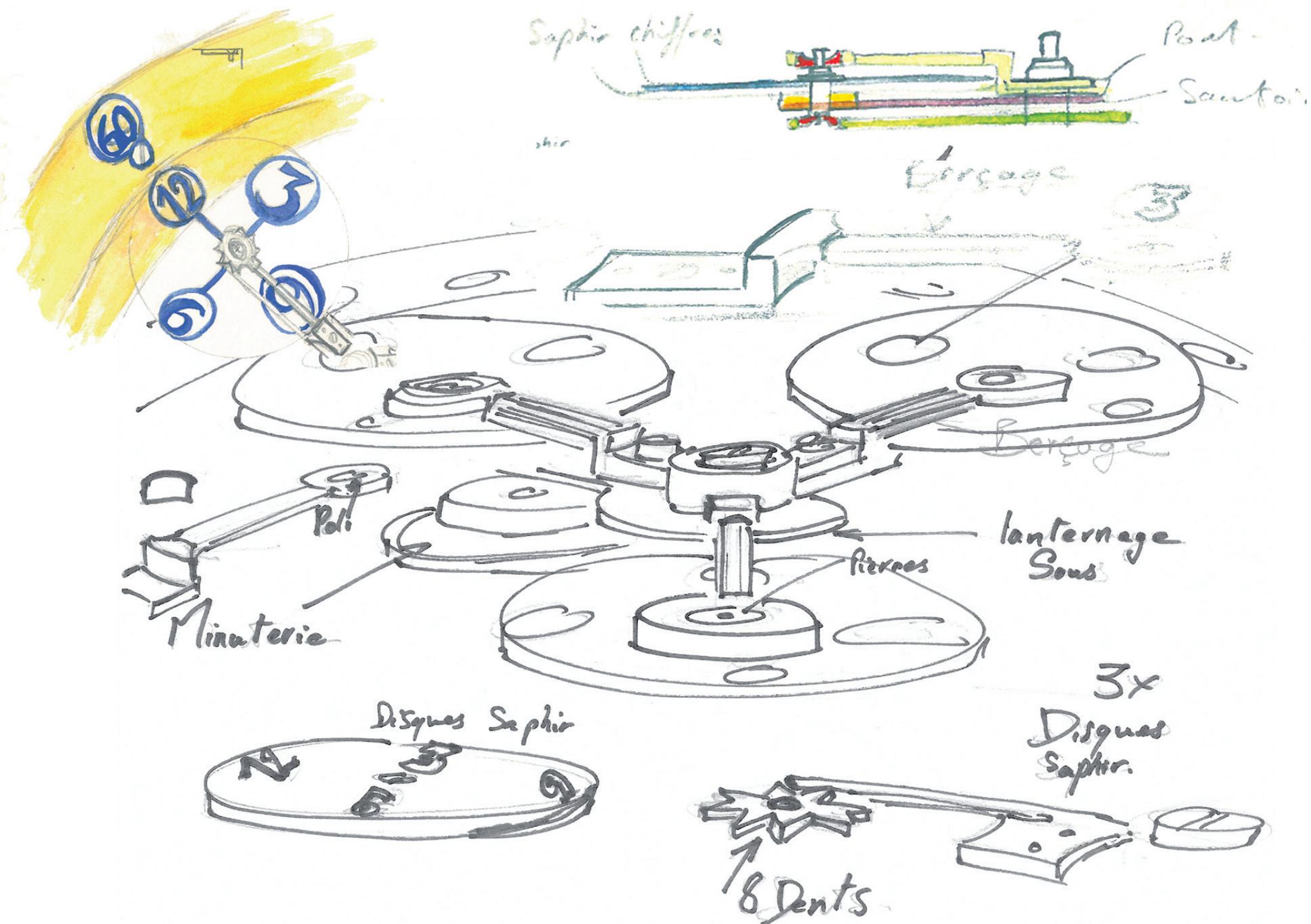
Ma première étude consistait à faire tourner le «bâti» directement sur la chaussée et donc de garder le lanternage d'origine. En mesurant les écarts radiaux de la chaussée à l'aide d'un palpeurs, j'ai remarqué des variations d'environ 3 à 4 centièmes de millimètres lors du fonctionnement et des écarts importants lors du repositionnement de la chaussée sur l'axe de centre. Ayant fait le choix de garder le boîtier d'origine, mon bâti soutenant les disques se devait de tourner parfaitement plat. Les premières recherches se sont portées sur un nouveau système de lanternage et un guidage du bâti sur pierre et axe fixe.



Mesure des écarts lors de la rotation de la chaussée.

En modifiant l'axe de centre comme sur ce croquis, on conserve la fonction lanternage tout en gagnant de l'espace en hauteur. Une rondelle élastique est insérée au centre dans un alésage légèrement conique. Ceci permet l'ajustement de la friction en fonction de sa hauteur.

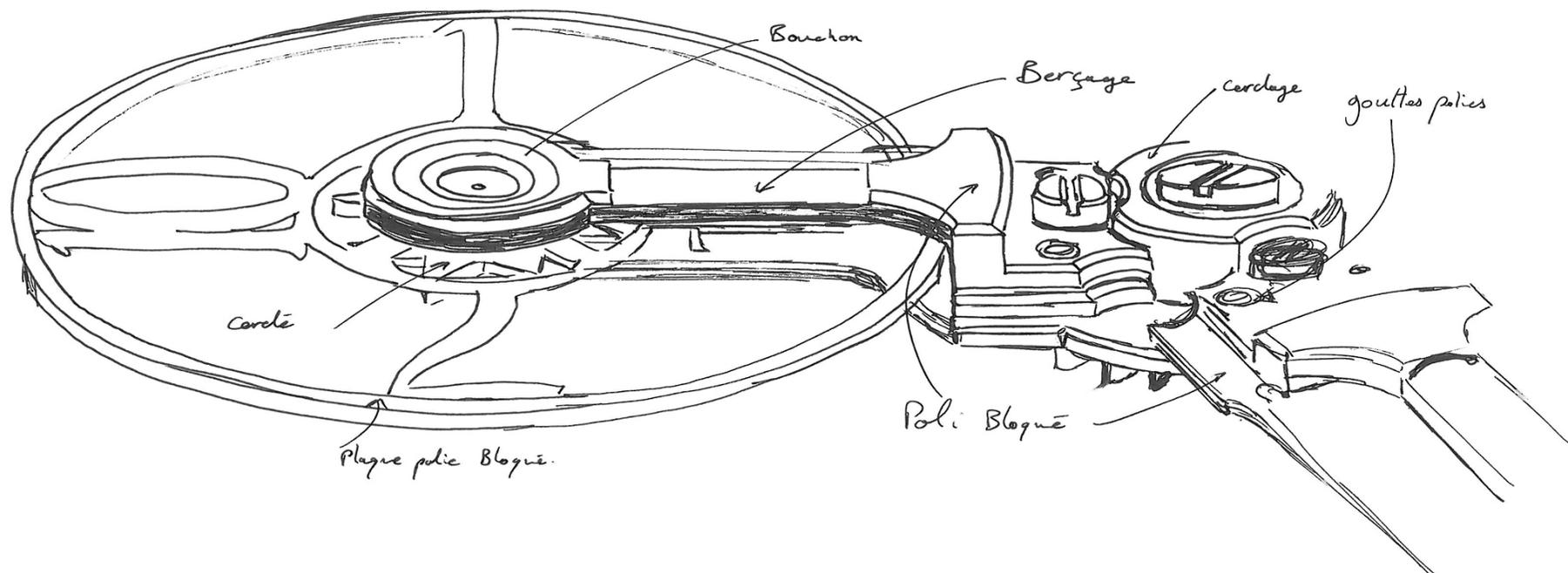




Ma première volonté a été d'alléger le mécanisme tout en gardant une forte esthétique Technique.

Étant équipé pour faire du taillage d'engrenage, cela m'a permis plus de libertés techniques et surtout de choisir un design différent de la solution suggérée dans le sujet.

Après avoir griffonné plusieurs cahiers de croquis, j'ai décidé de faire tourner les disques sur des pivots et de les maintenir par des ponts. J'étais conscient que ce choix compliquerait grandement la tâche par rapport à des pivotement plus simples comme les vis à portée ou les pieds-vis mais j'ai voulu mettre l'accent sur l'esthétique tout en garantissant un pivotement parfait des disques et un très faible frottement.



/ Atelier et moyens techniques /

Ne maîtrisant pas l'outil informatique, j'ai réalisé la conception du projet sur une planche à dessin. Étant équipé d'un projecteur de profil, j'ai pu contrôler une bonne partie des composants à l'aide de mes plans, dessinés à l'échelle 10/20/50.

Les pièces de révolution et certains ponts ont été fabriqués sur le tour Schaublin 70 et 102.

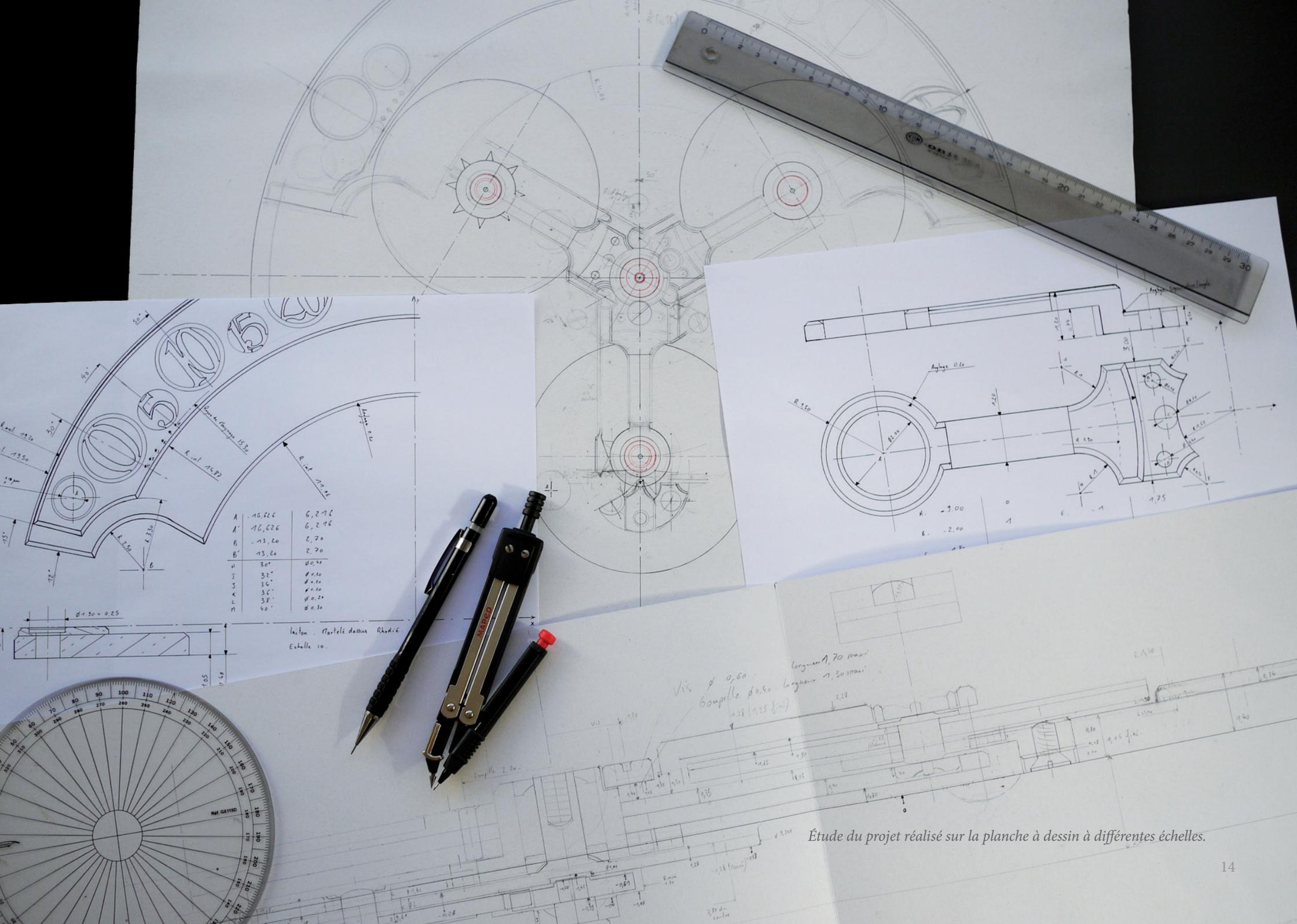
Les fraisages ont été quand à eux réalisés sur une pointeuse Hauser équipé de règles digitales. L'utilisation de la pointeuse donne de bons résultats en terme de positionnement d'alésage mais demande une grande attention lors du fraisage des composants.

Certaines pièces ont nécessité une journée complète d'usinage en suivant un tableau de coordonnées préalablement établi sur grande échelle.

La trempe a été réalisée au chalumeau, dans un moule spécifique rempli de charbon de bois, le plus souvent à l'eau.

Les axes sont roulés sur une machine que j'ai réalisée en interne sur la base d'un tour à pivoter.

La galvanoplastie a été également réalisée en interne à l'aide de bain de rhodium et d'or jaune.



A	-16,626	6,276
A'	-16,626	6,276
B	-13,20	2,70
B'	-13,20	2,70
H	30°	φ 0,54
I	33°	φ 0,10
S	36°	φ 0,10
K	36°	φ 0,10
L	39°	φ 0,21
M	40°	φ 0,30

Matériau : Marteau d'acier Rhodé
Echelle : 10.

Vis $\phi 0,60$ longueur 1,70 mm
 Goupille $\phi 0,60$ longueur 7,30 mm
 228 (1,25 mm)

Étude du projet réalisé sur la planche à dessin à différentes échelles.

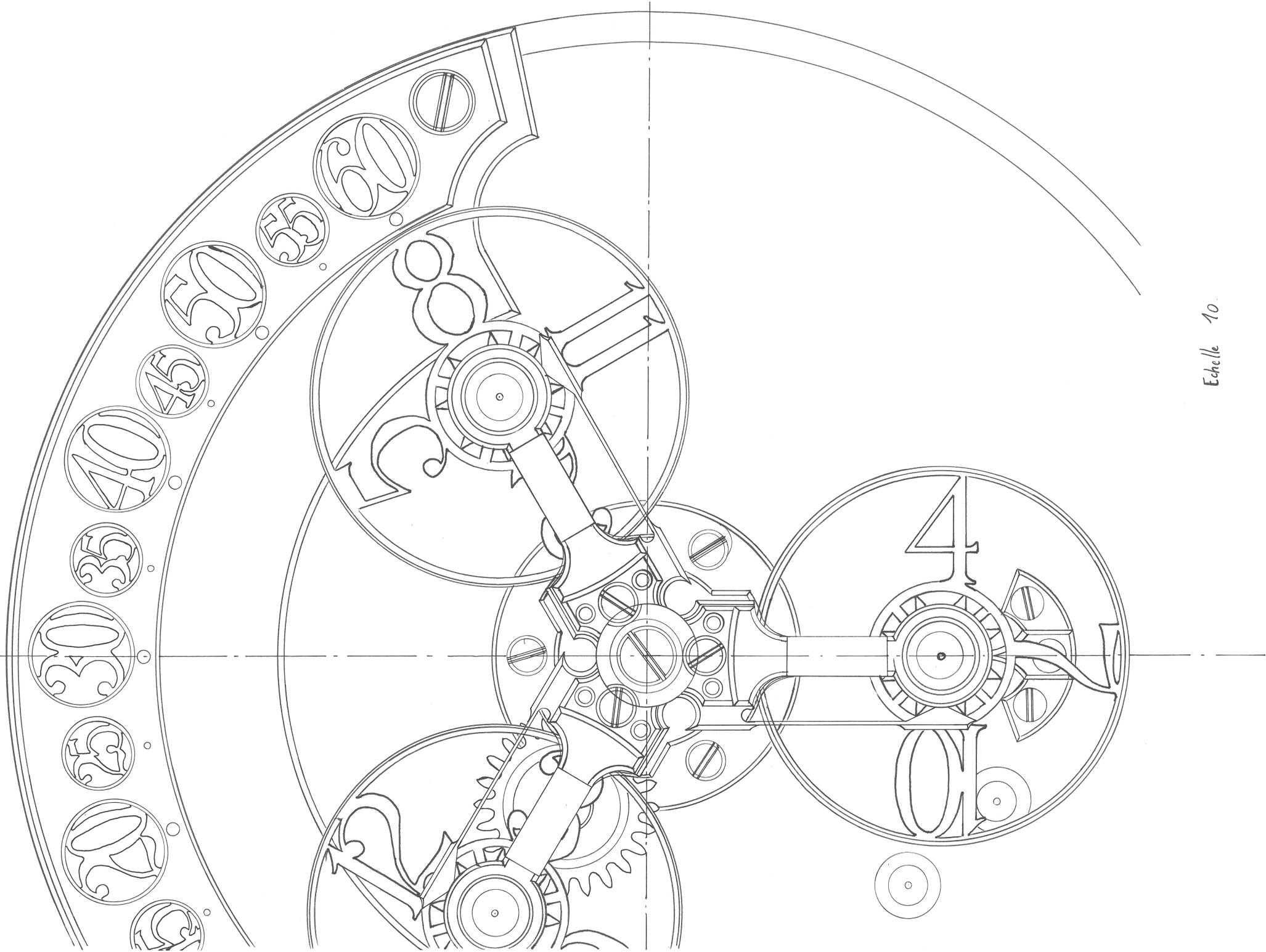


Atelier de mécanique équipé de tours Schaublin 70 et 102.

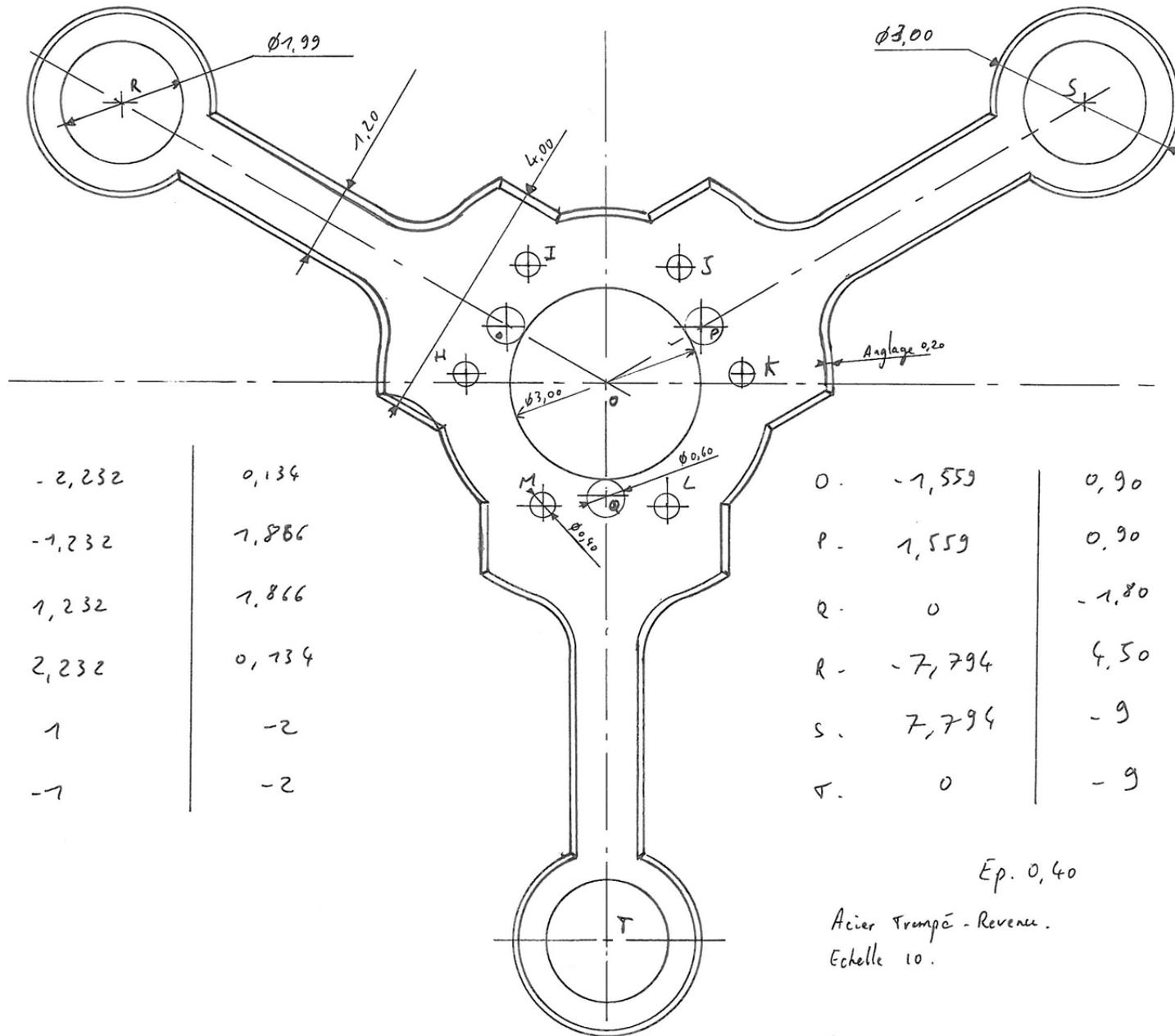


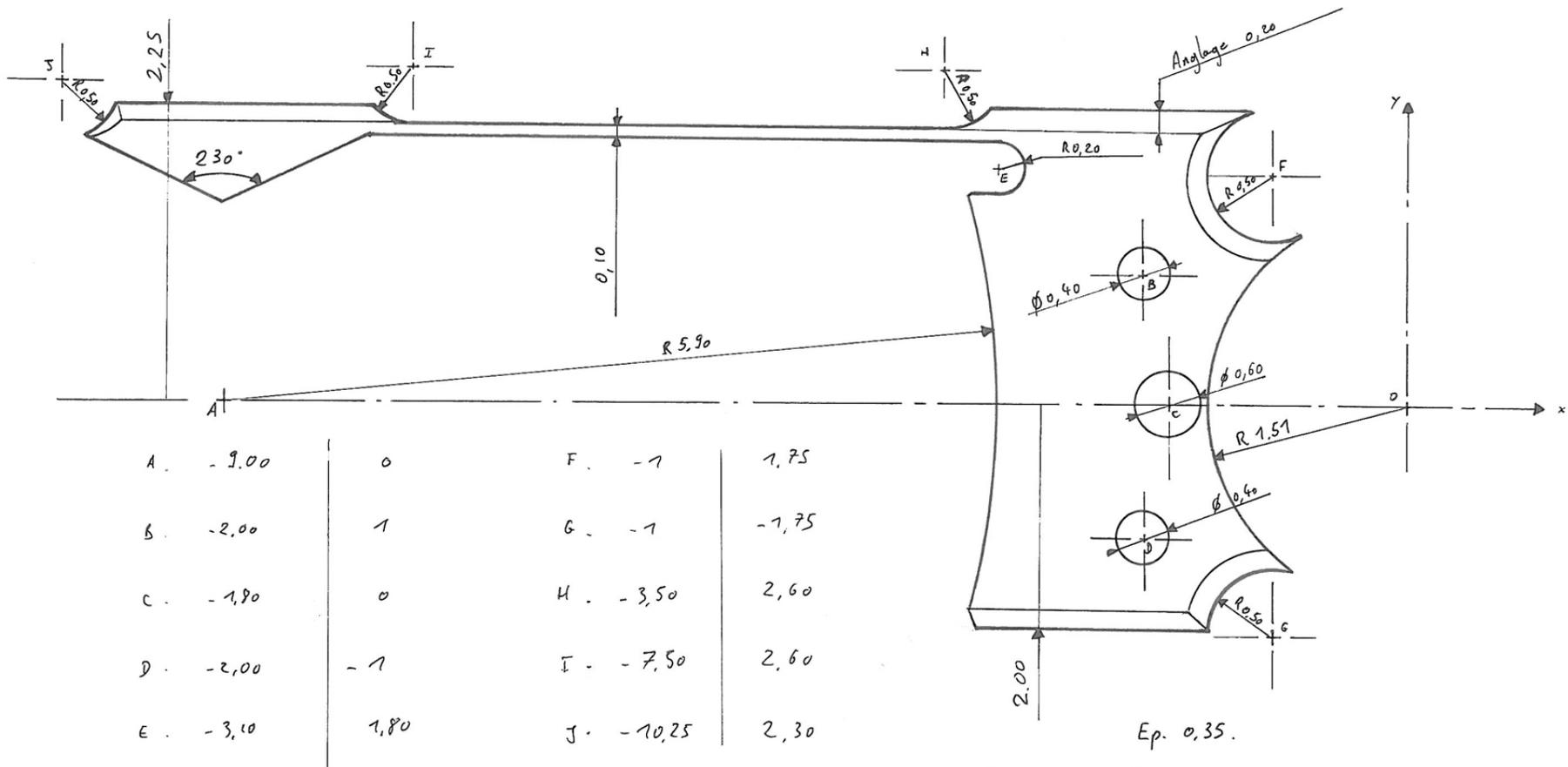
Projecteur de profil Mitutoyo et pointeuse Hauser 2A2 équipés de règles digitales au micron.

/ Plans, dessins techniques /



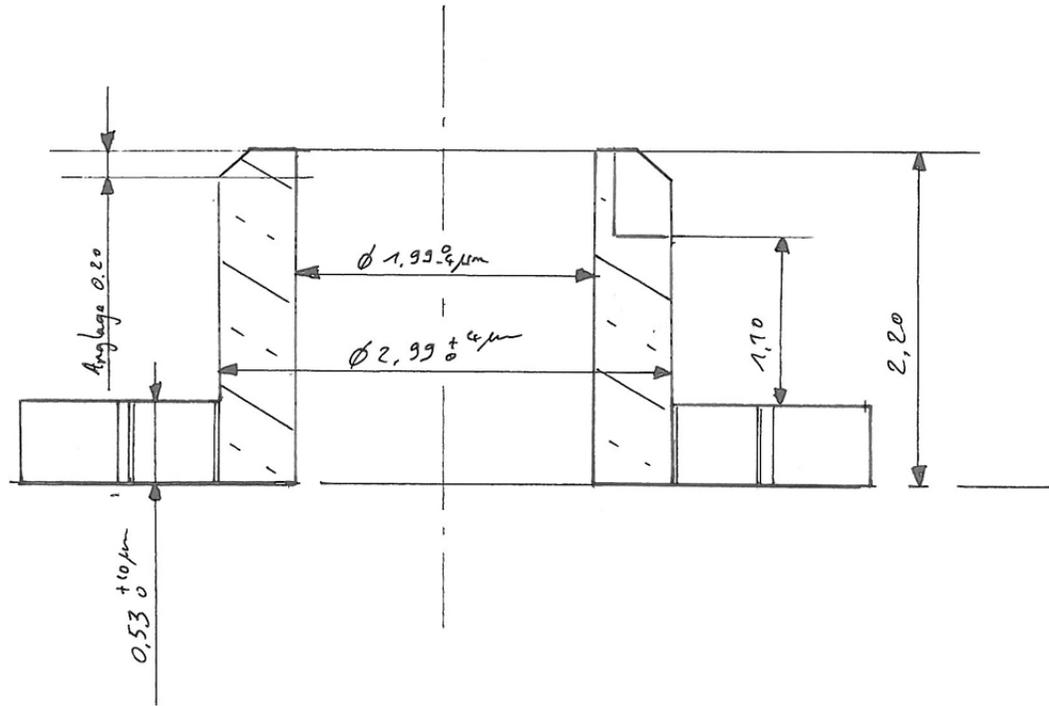
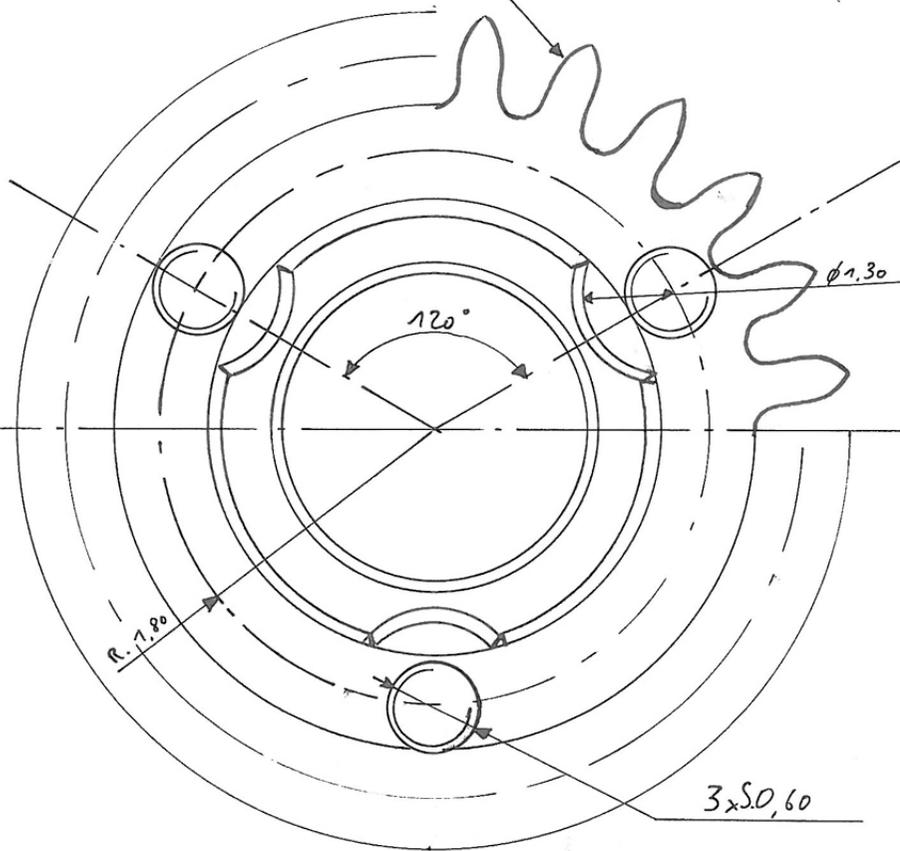
Echelle 10.



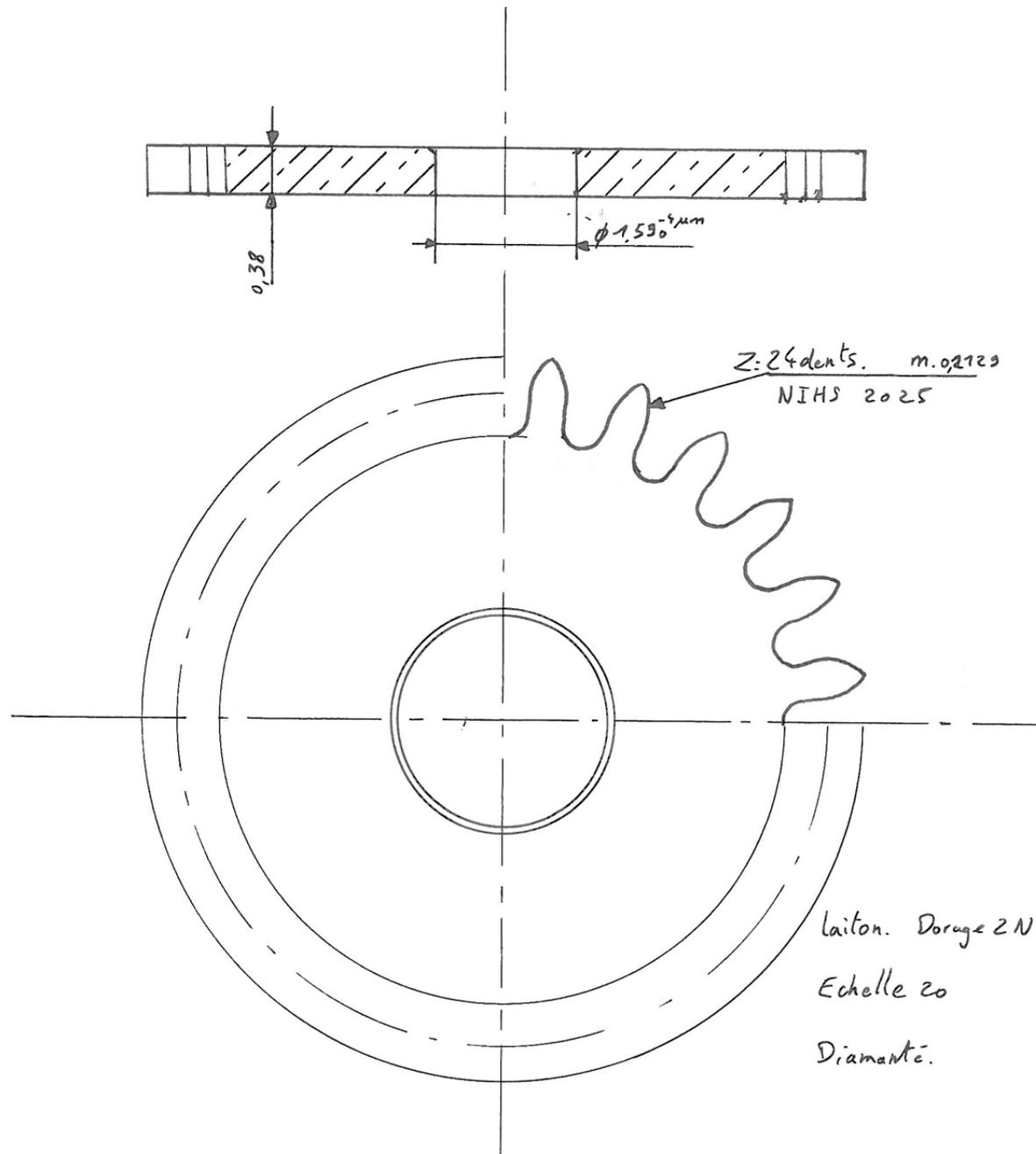


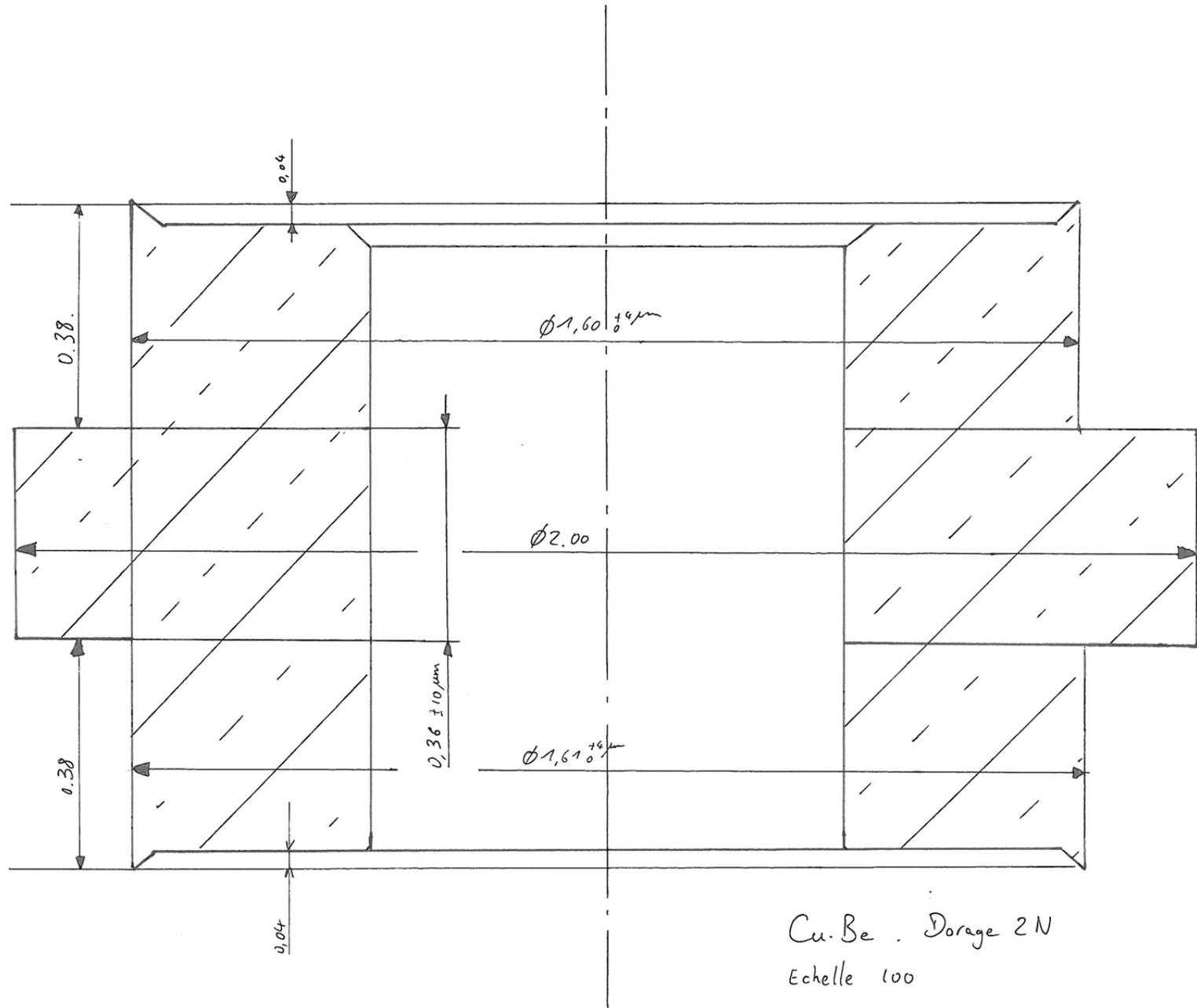
Ep. 0,35.
 Acier Trampè - Revenu.
 Echelle 20.

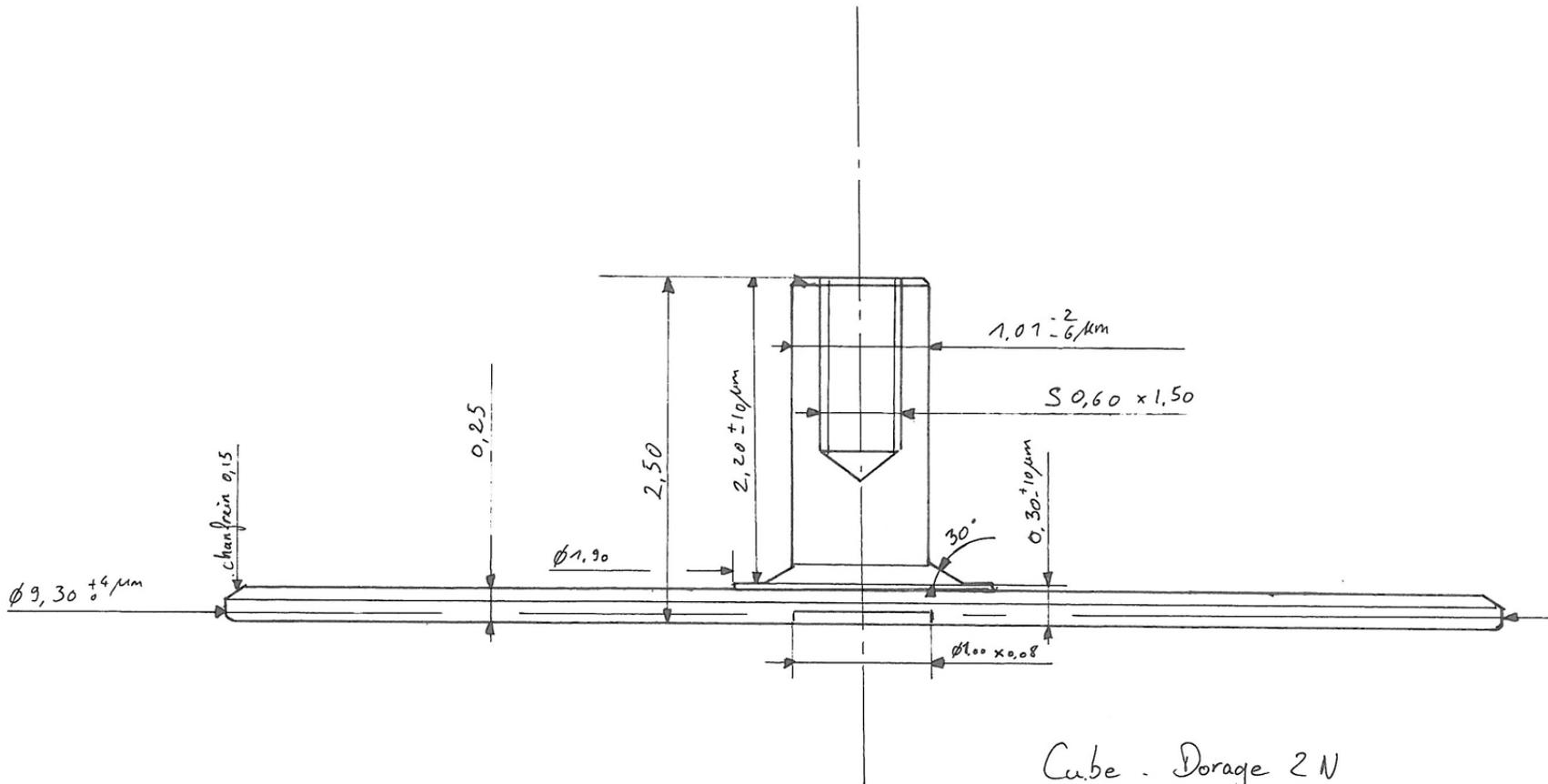
Z: 24 dents. m. 0.2129
N14S 20-25.



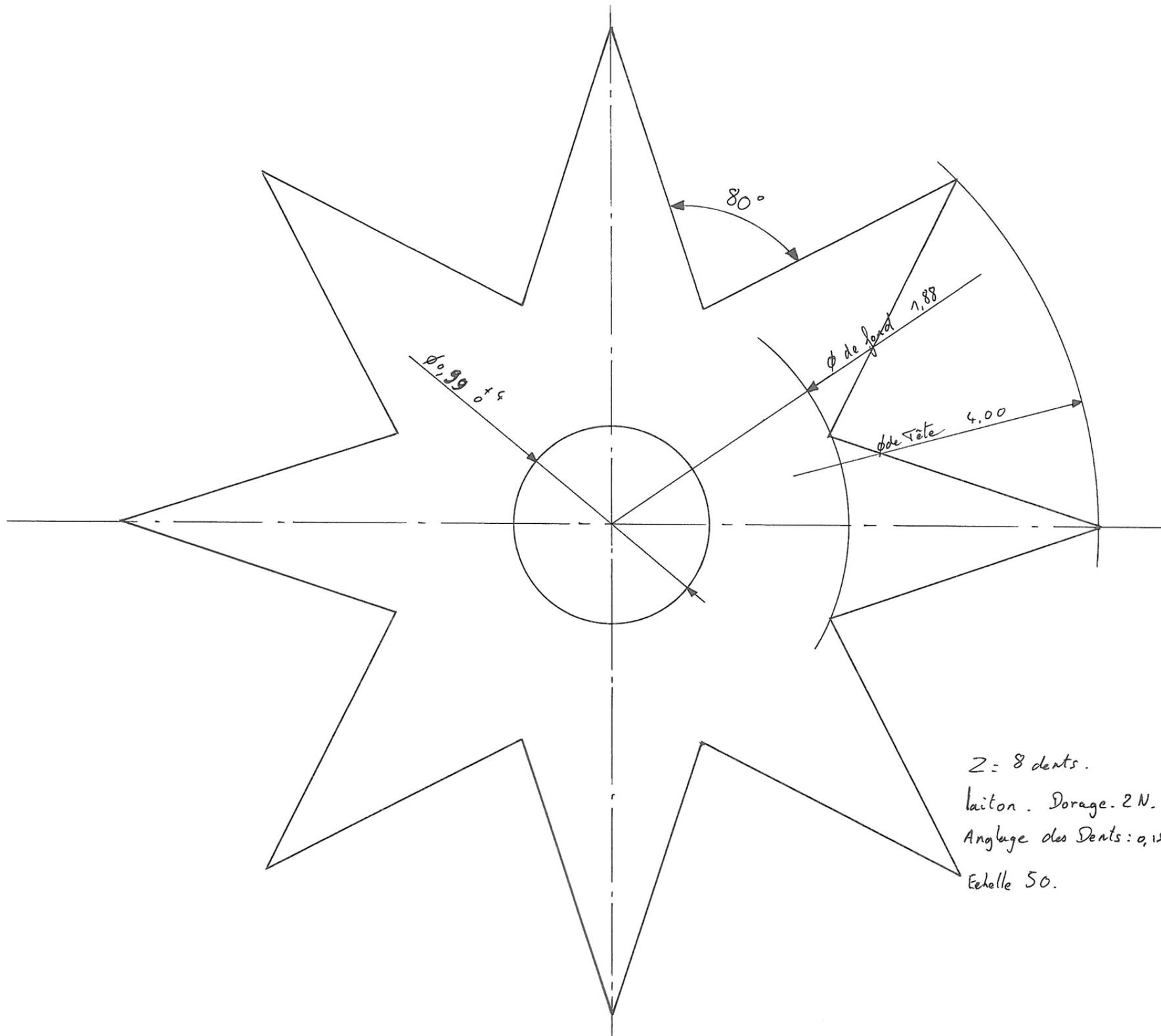
Laiton . dosage 2 N.
Echelle 20.

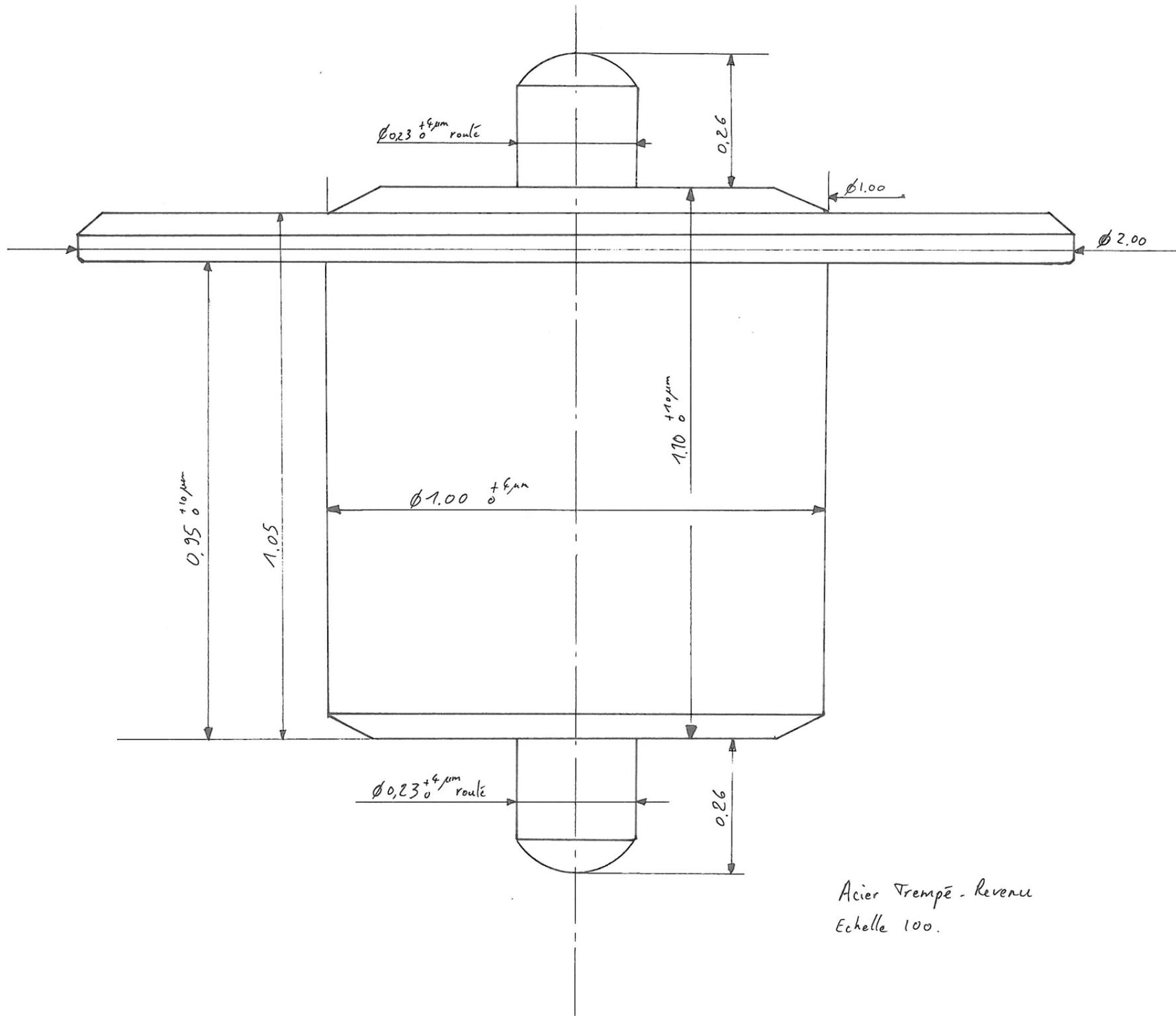


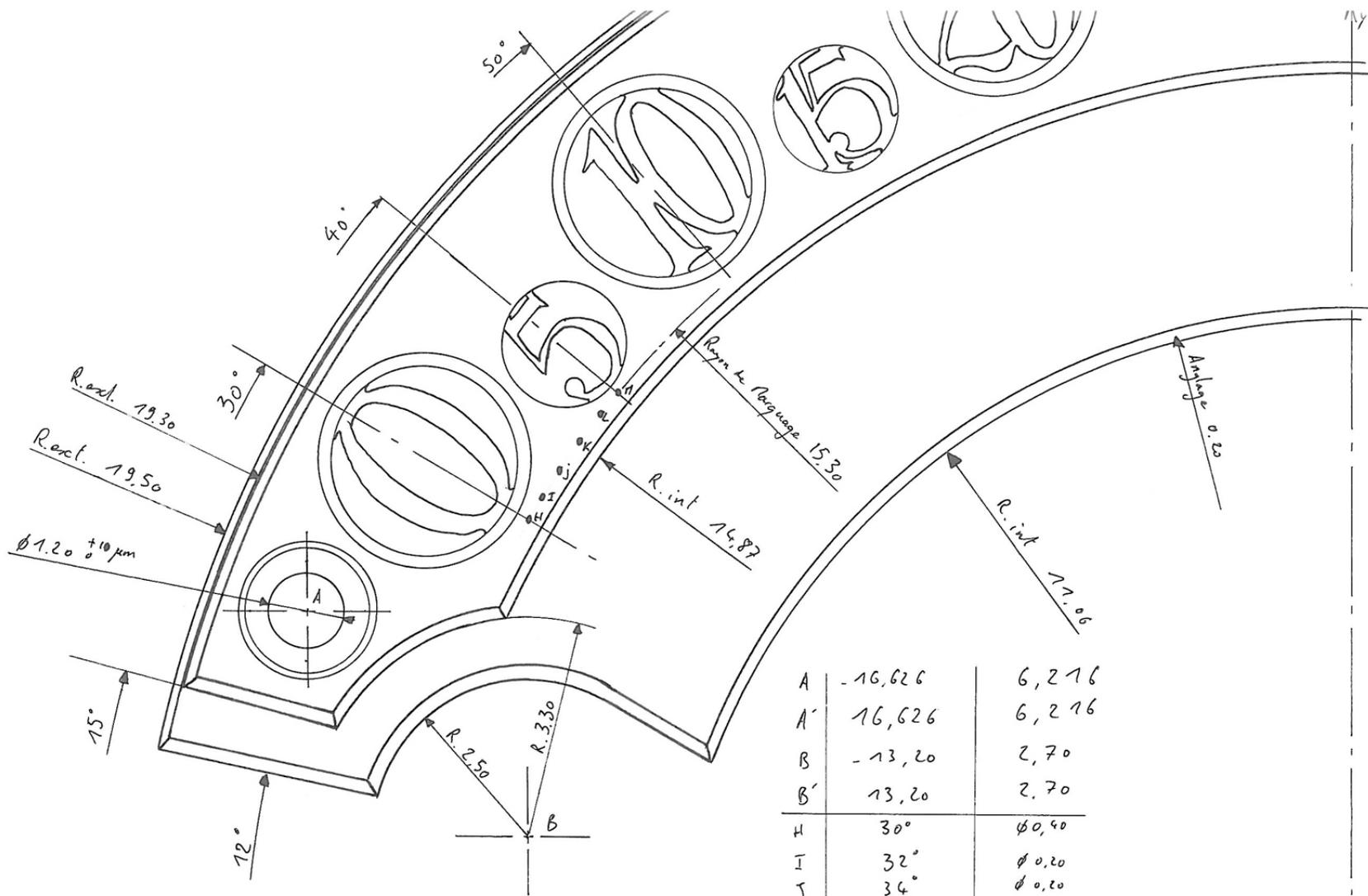




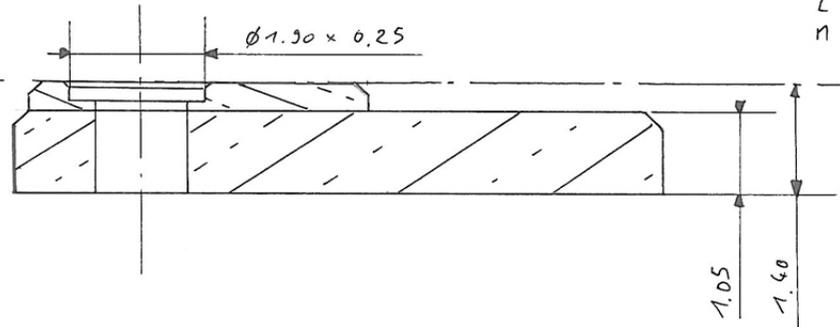
Cube - Dorage 2N
 Echelle 20.



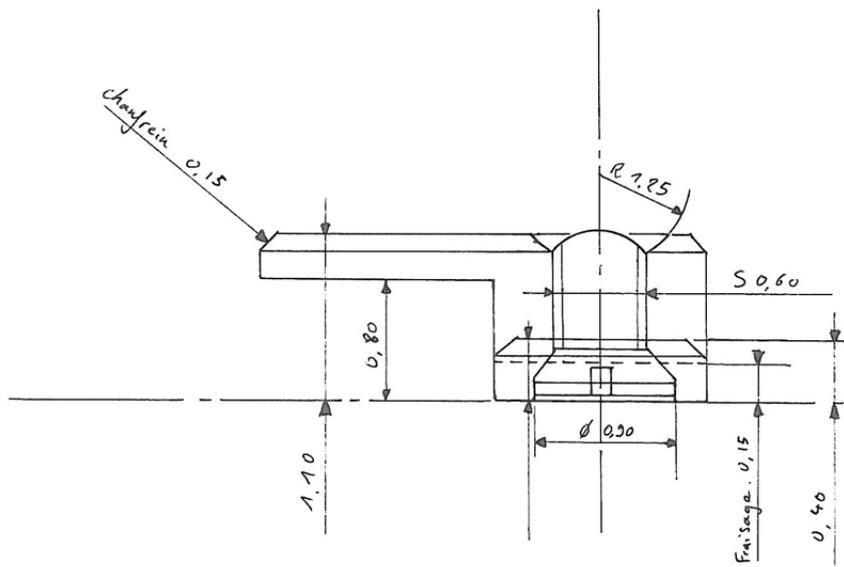




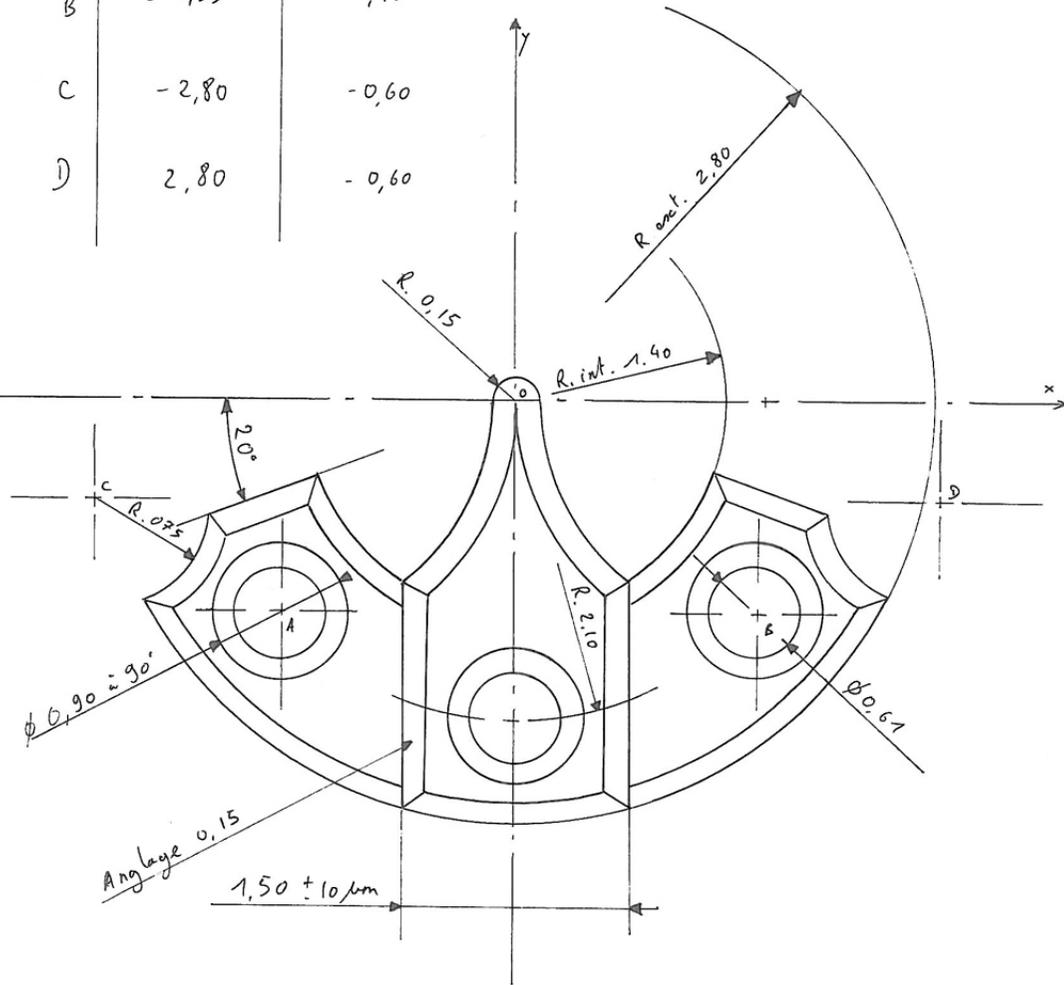
A	-16,626	6,216
A'	16,626	6,216
B	-13,20	2,70
B'	13,20	2,70
H	30°	∅ 0,40
I	32°	∅ 0,20
J	34°	∅ 0,20
K	36°	∅ 0,20
L	38°	∅ 0,20
N	40°	∅ 0,30



laiton . Martelé dessus . Rhodié.
Echelle 10.

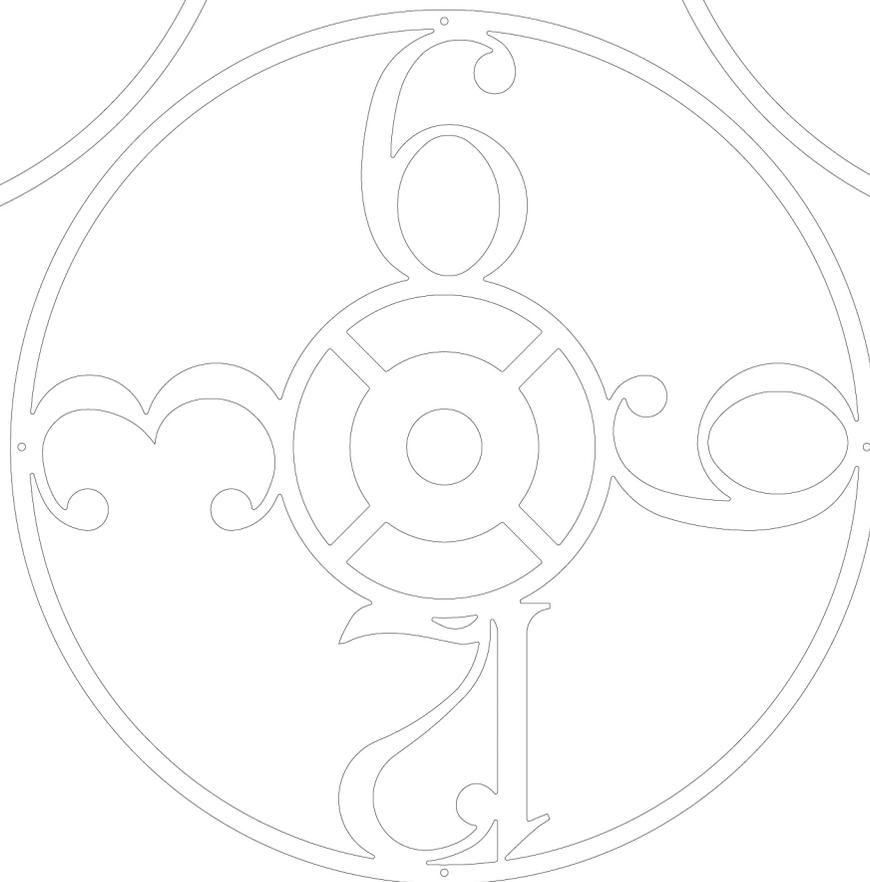
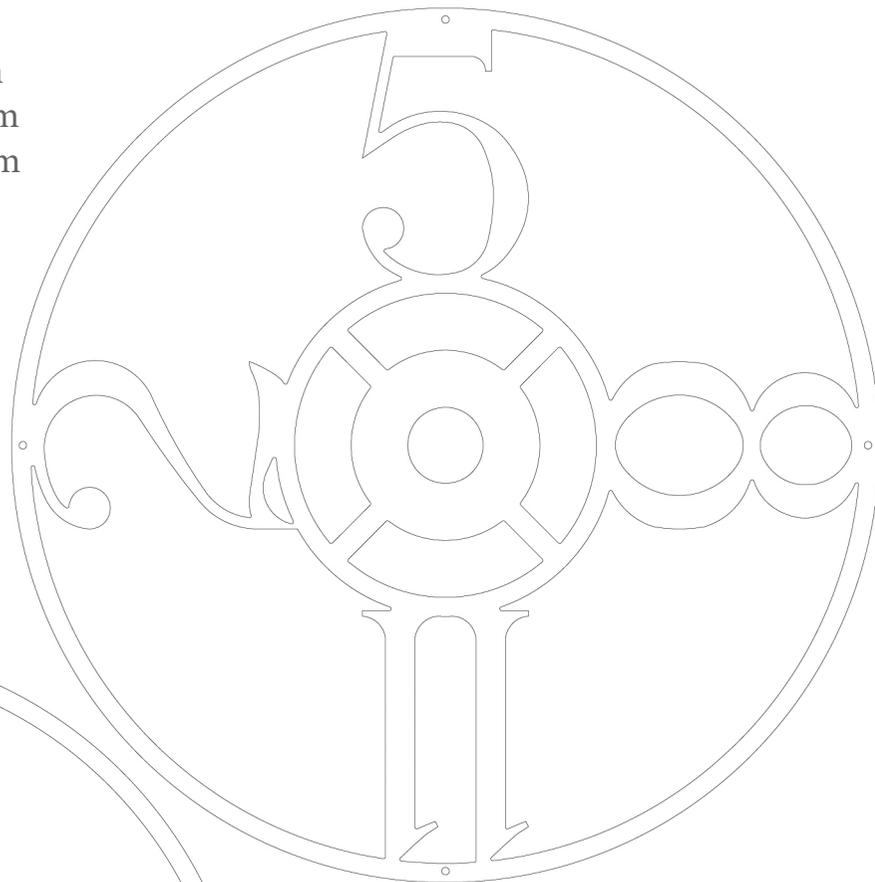
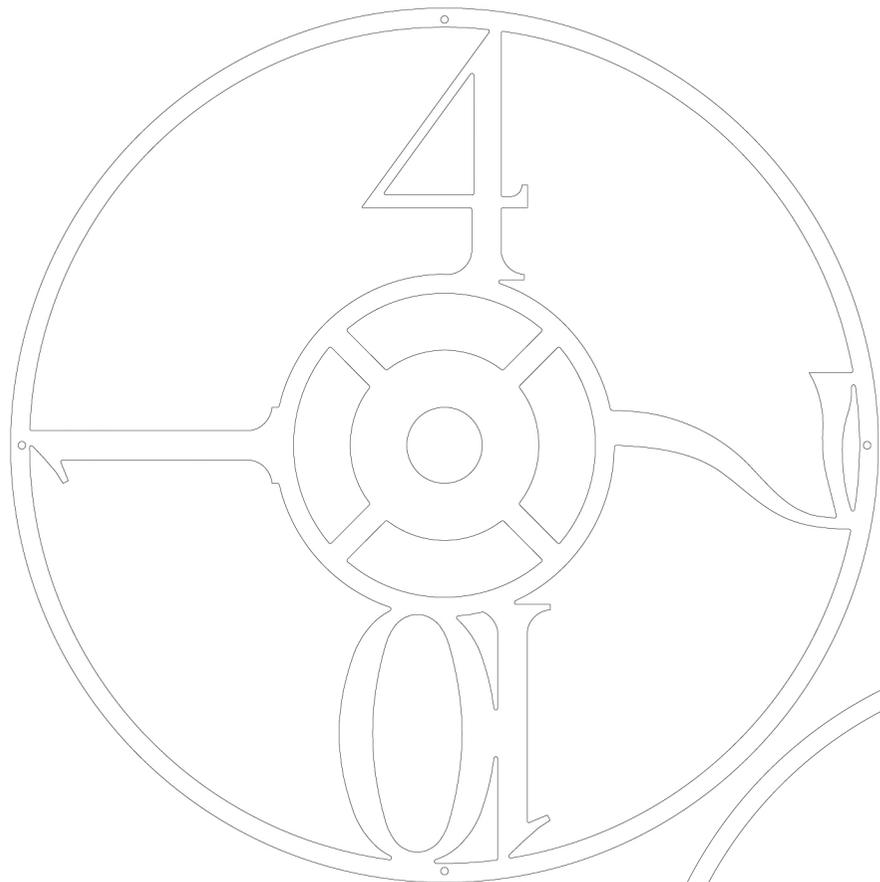


A	-1,55	-1,40
B	-1,55	1,40
C	-2,80	-0,60
D	2,80	-0,60



Acier trempé - revenu.
 echelle 20.

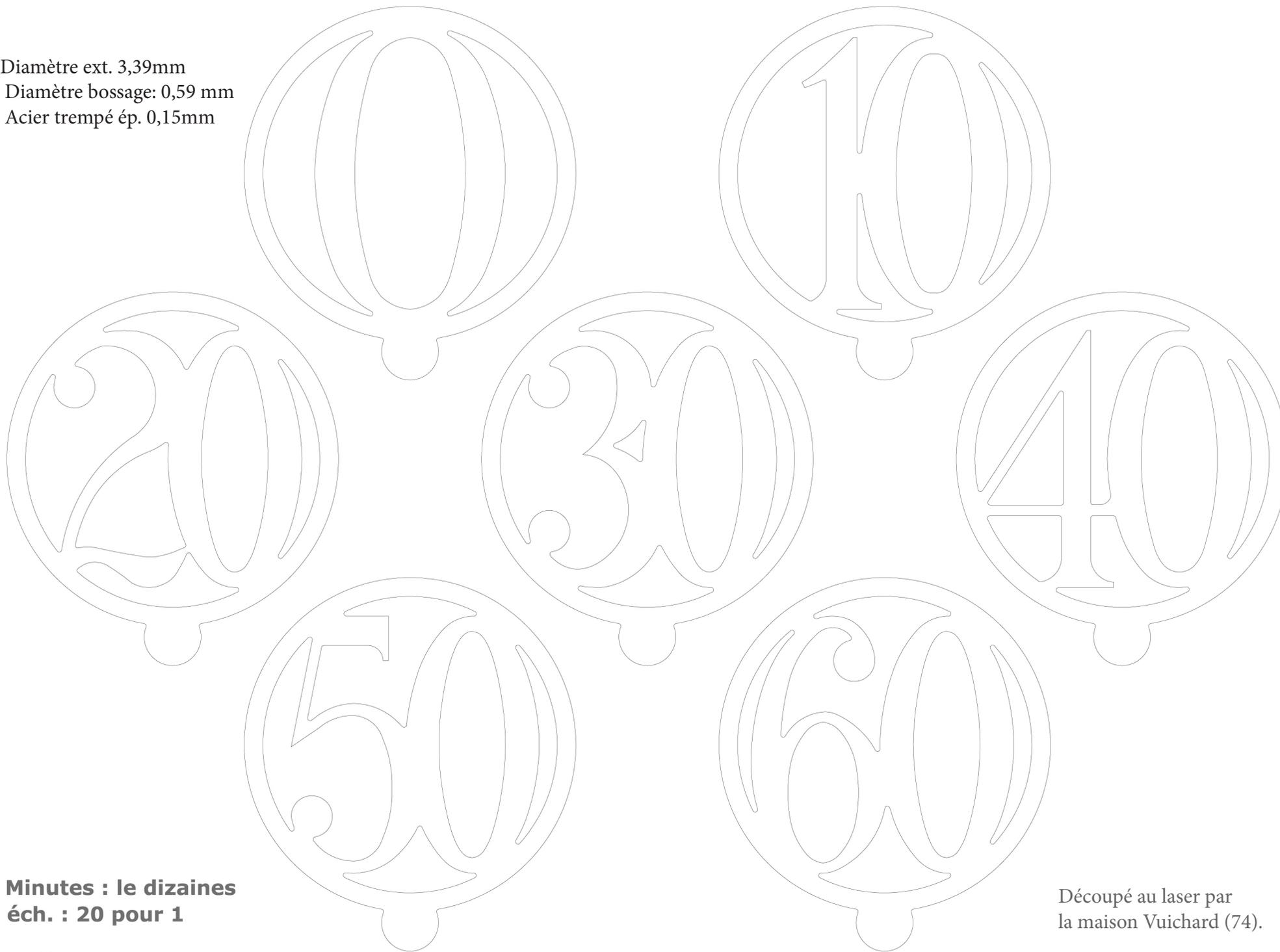
Diamètre ext. 11,50mm
Alésage central 1,005mm
Acier trempé ép. 0,15mm



Découpé au laser par
la maison Vuichard (74).

Disques des heures
éch. : 10 pour 1

Diamètre ext. 3,39mm
Diamètre bossage: 0,59 mm
Acier trempé ép. 0,15mm



Minutes : le dizaines
éch. : 20 pour 1

Découpé au laser par
la maison Vuichard (74).



Diamètre ext. 2,39mm
Diamètre bossage: 0,59 mm
Acier trempé ép. 0,15mm

Minutes : le dizaines + cinq
éch. : 20 pour 1

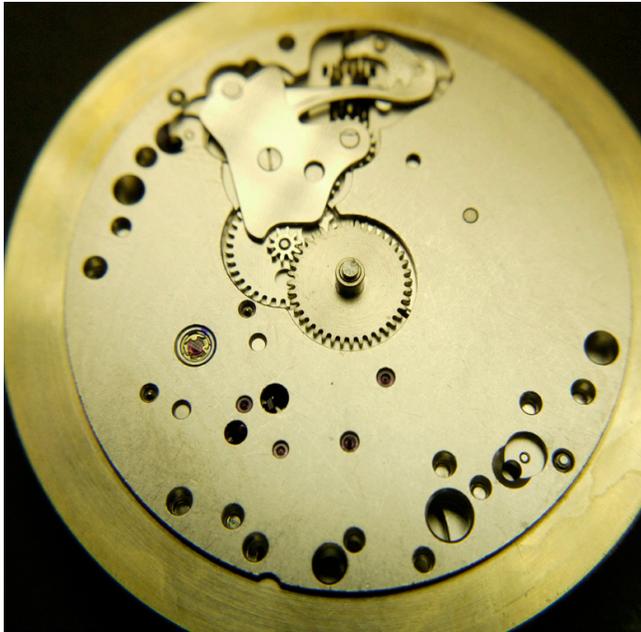
Découpé au laser par
la maison Vuichard (74).

/ Fabrication des composants et décorations /

Au total, 40 pièces ont été entièrement fabriquées et 42 ont été modifiées.

11 vis et 17 pierres ont été ajoutés au mouvement d'origine.

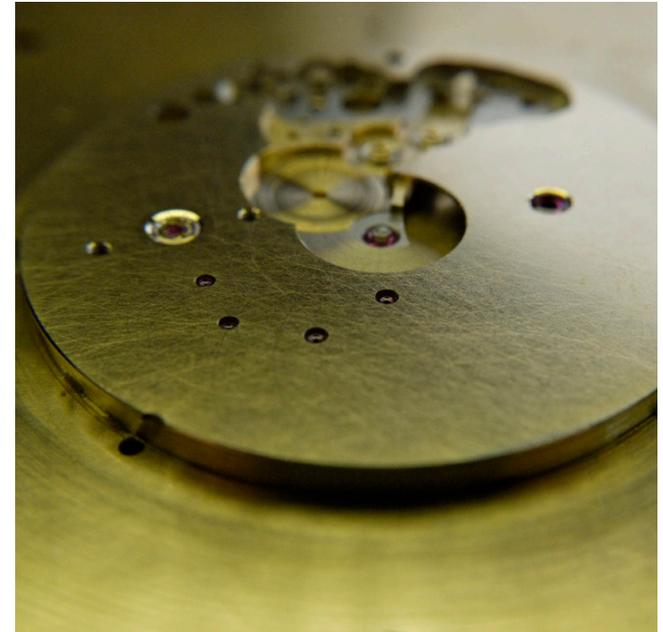
Voici dans l'ordre chronologique de fabrication, les différentes étapes de réalisation du projet.



Mai 2014. La platine ETA 6497 avec ses nombreux trous de travail, pied de cadran, ouvertures, etc...



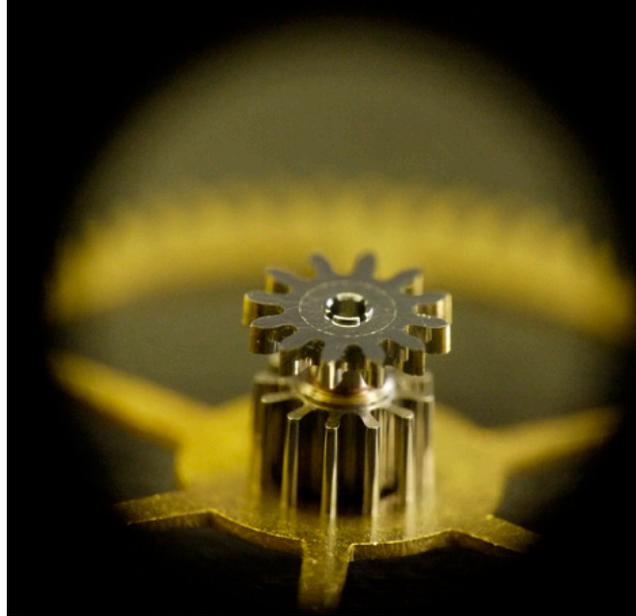
Fabrication d'un total de 22 bouchons pour la platine et empierrage du barrillet.



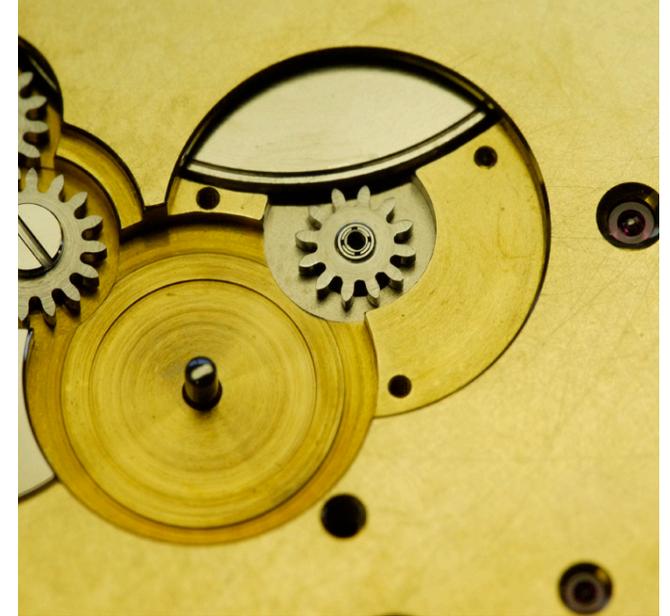
Juin 2014. Platine après rebouchage des trous. Par la suite le petit ergo à 7h sera également rebouché.



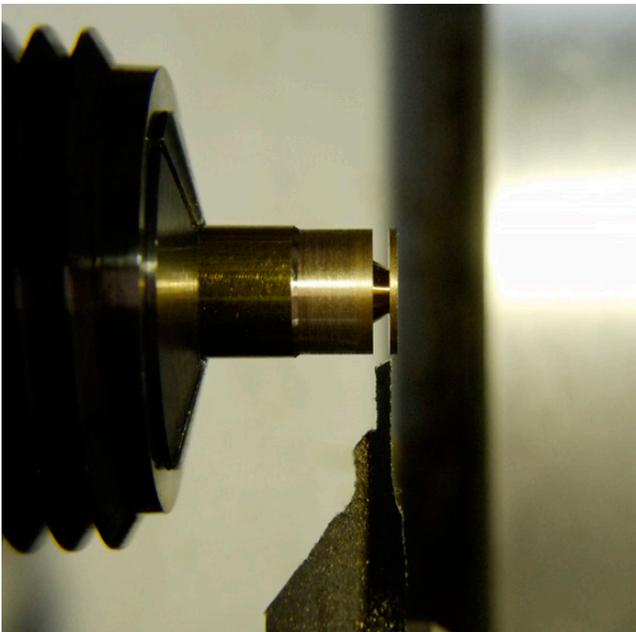
*Mai 2014. La platine ETA 6497 avec ses nombreux trous
Mai 2014. Modification de l'axe de centre pour un nouveau système de lanternage court. Fente de 0,12mm*



Pignon de chaussée modifié monté sur l'axe de centre fendu en 4 parties élastiques.



Lanternage complet avec la douille centrale de réglage taraudée permettant le réglage de la friction.



Juin 2014. Tronçonnage de 5 rondelles alésées en vue du taillage de la roue deminuterie n°2.



Fraise de taillage module 0,2129 réalisée spécialement pour le projet par Complexcoup à Damprichard.



Les rondelles préalablement cerclées sont comprimées sur un posage. Aucune bavure n'est visible lors du démontage des roues.



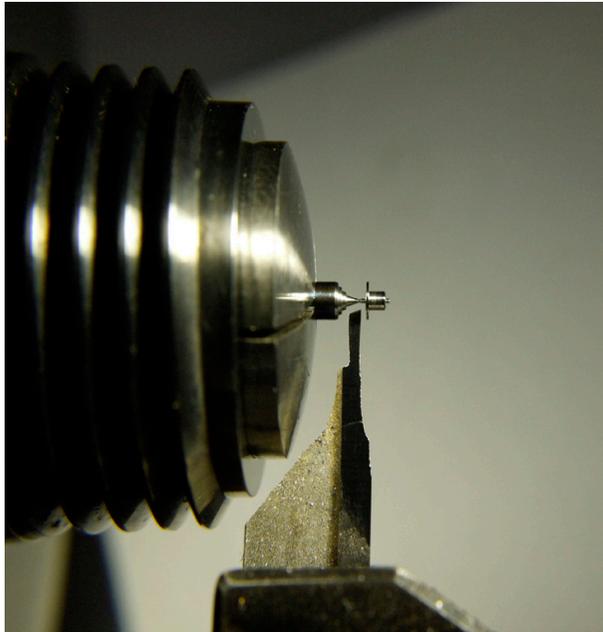
Juillet 2014. Les taillages sont réalisés sur le tour Schaublin 70. Broche Gepy à la place de l'appareil à fraiser classique.



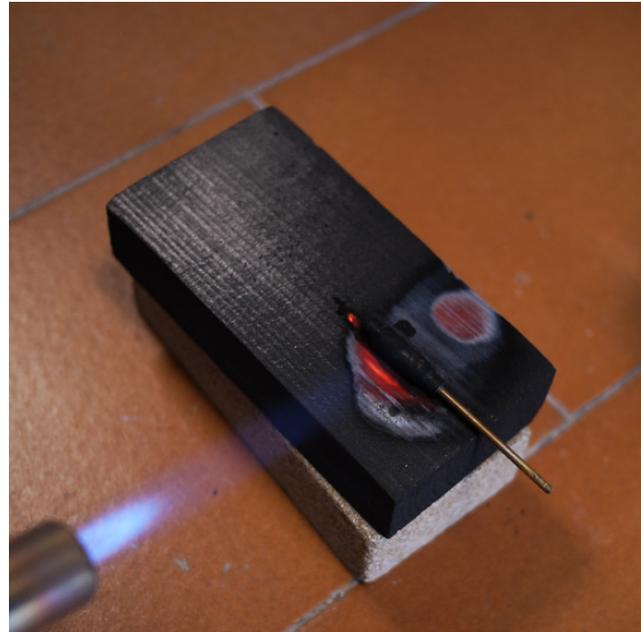
Taillage des roues étoiles sur le même embout de laiton. Celles-ci seront tronçonnées en place.



Anglages des roues étoiles à la lime puis à l'abrasif fin. Polissage final au bois chargé de diamantine.



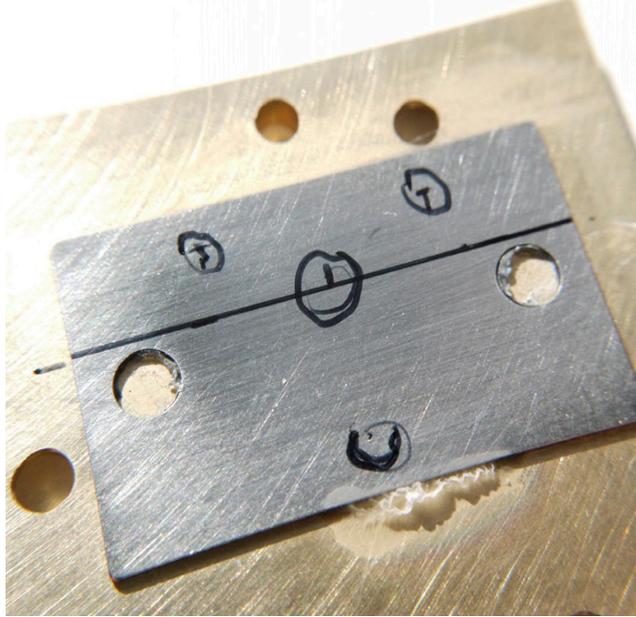
Décolletage des axes sans démontage pour garantir une concentricité parfaite. Tenue finale sur pivot diamètre 0,24mm.



Les axes sont trempés dans une douille remplie de charbon de bois pour éviter tout contact direct avec la flamme.



Les axes sont trempés dans une douille remplie de charbon de bois pour éviter tout contact direct avec la flamme.



*Septembre 2014. Ébauche de la platine de base en acier.
Collage sur une plaque de laiton rectifiée.
Positionnement général*



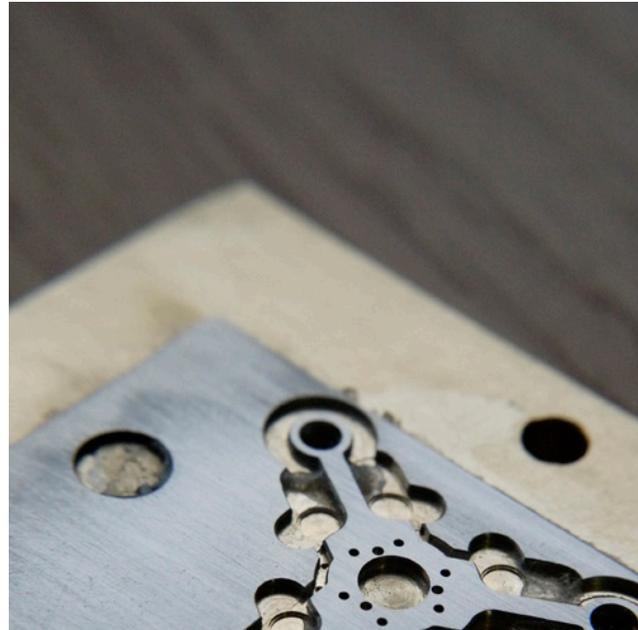
*Alésages à la machine à pointer Hauser des trous. Certains
sont faits à l'aide d'une tête à aléser.*



*Fraisage par tranches de 120° sur le plateau diviseur par
rapport à l'alésage central.*



*Fraisage et alésage à partir d'un plan de coordonnées.
Centrage via une lunette et ne double table croisée.*



*Après 8 heures de travail sur la pointeuse, la pièce est ta-
raudée et sa surface rectifiée.*



*La pièce est décollée et la surface du dessous rectifiée éga-
lement. Les champs sont adoucis.*



*L'anglage est ébauché et légèrement poli.
La pièce est trempée sur un moule pour éviter toutes déformations.*



Anglage final et coins rentrants terminés sur un posage spécifique. Polissage à la cheville de bois chargée de diamantine.

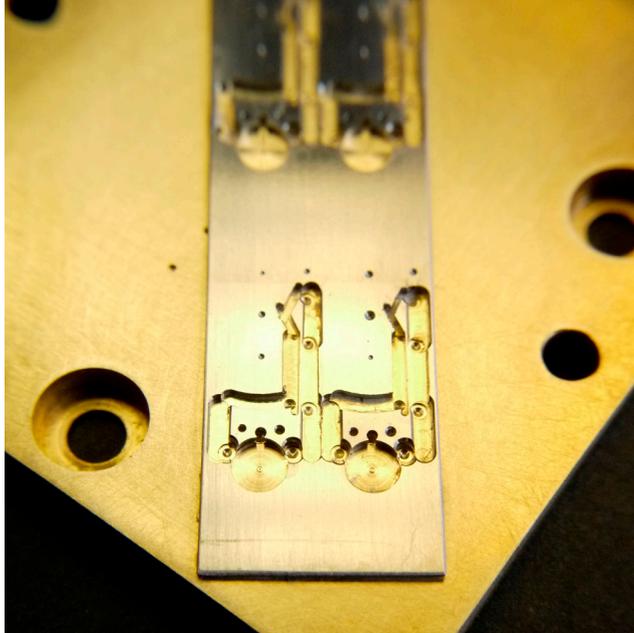


Bouchons réalisés en cupro beryllium et chassés après avoir préalablement effectué le poli bloqué de la platine de base.

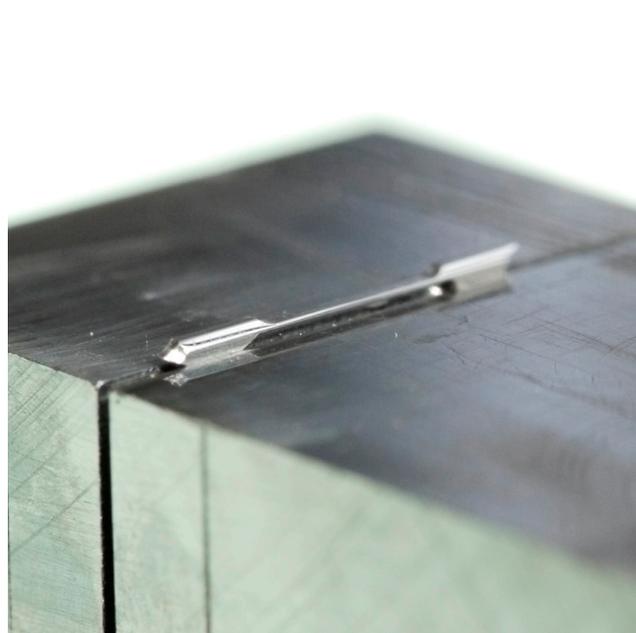
Plan de travail établi avant l'usinage à la pointeuse. Les ressorts sont réalisés directement dans l'acier trempé.

Plan de travail établi avant l'usinage à la pointeuse. Les ressorts sont réalisés directement dans l'acier trempé.

Fraise de diam. 0,40 pour dégager les angles. Passes de 0,1mm maximum.



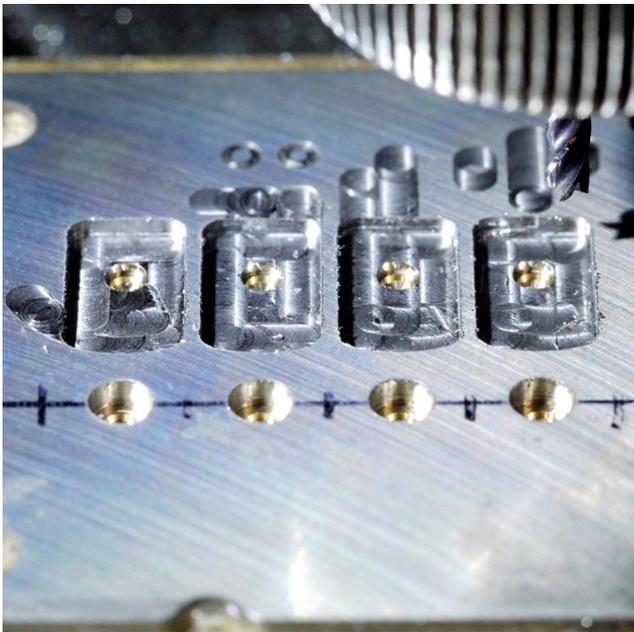
Novembre 2014. Fabrication des ponts des disques. Fraisage des passages des disques. Série de 4 pièces.



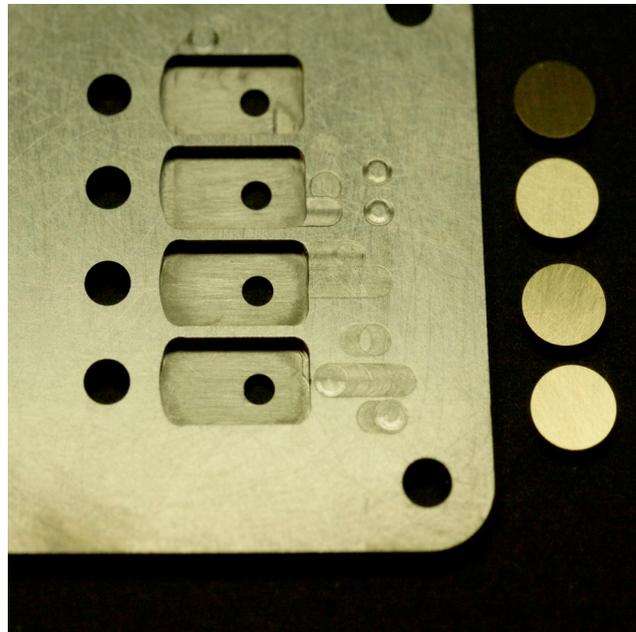
Adoucissage des flancs puis terminaison de l'angle à la lime et à la diamantine.



Octobre 2014. Finitions des surfaces fonctionnelles puis polissage bloqué sur le dessus.



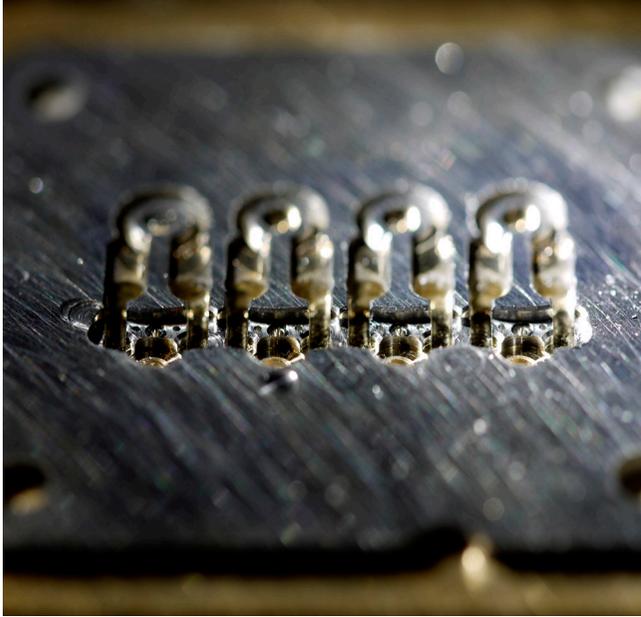
Novembre 2014. Fabrication des ponts des disques. Fraisage des passages des disques. Série de 4 pièces.



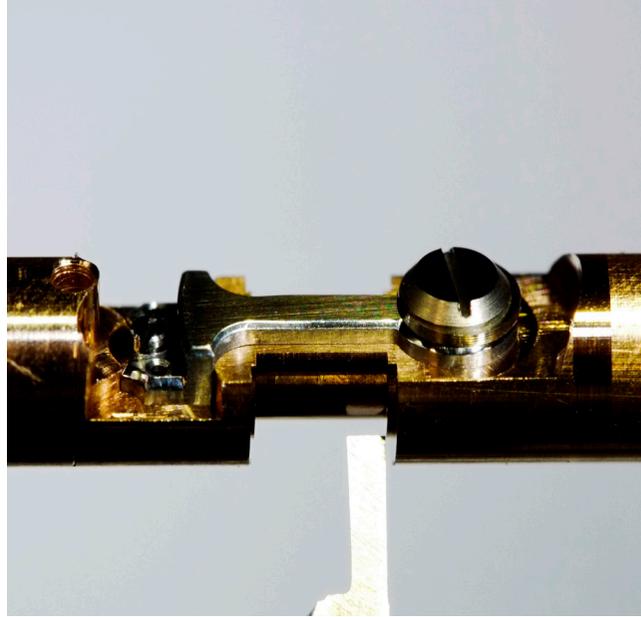
Finitions de la surface inférieure et collage de rondelles d'appui avant le fraisage supérieur.



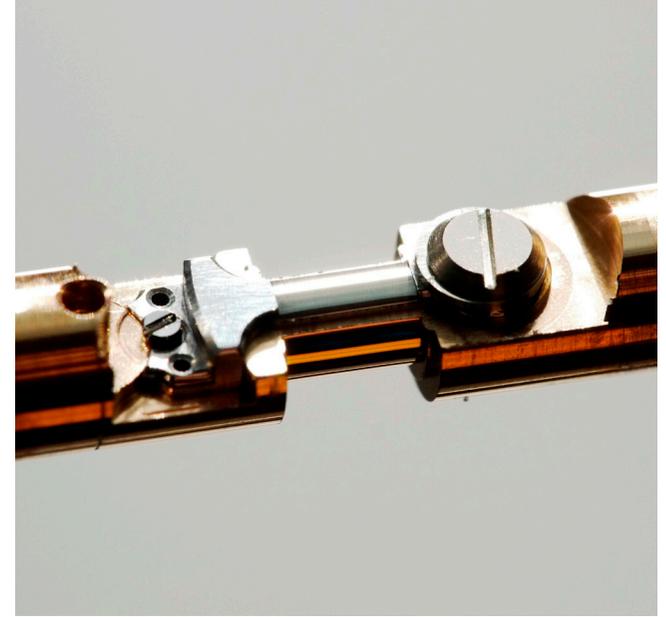
Fraisage et ébauche d'angle à l'aide d'un outil à 90° pour le talon du pont.



Après 12 heures sur la machine à pointer, le pourtour des ponts est terminé. Fraise de 0,40mm pour les angles.



Tournage de la surface «bercée» sur un posage spécifique en Cube guidé par une contre-pointe.



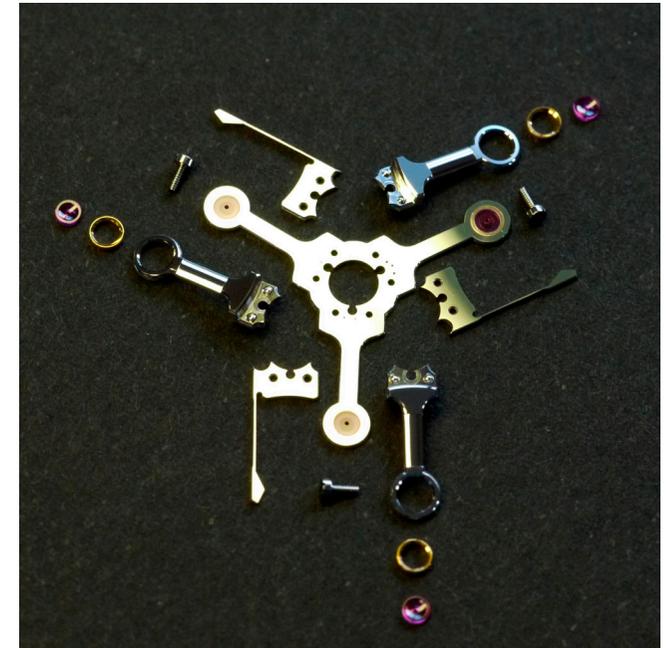
Adoucissage du berçage au tour puis à la cheville de bois et diamantine.



Trempe des 4 ponts sur un moule pour éviter toutes déformations. L'anglage n'est pas encore tout à fait poli.



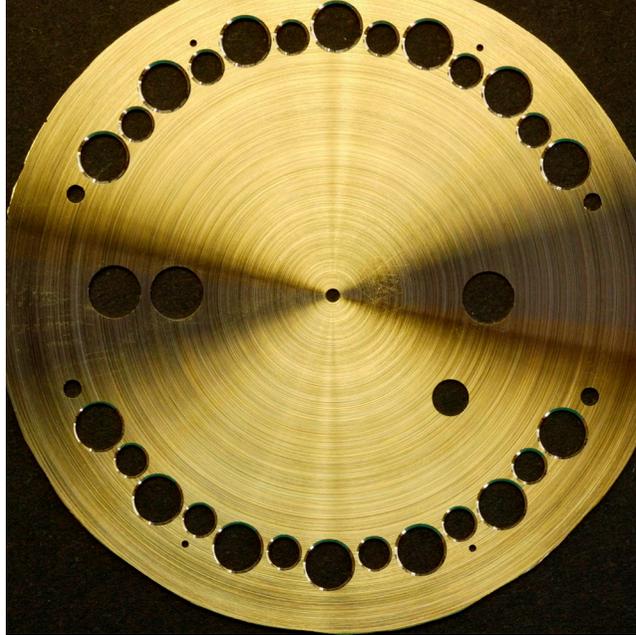
Pont terminé et poli bloqué à gauche. Sorti de trempe à droite. (trempe blanche au charbon et savon noir).



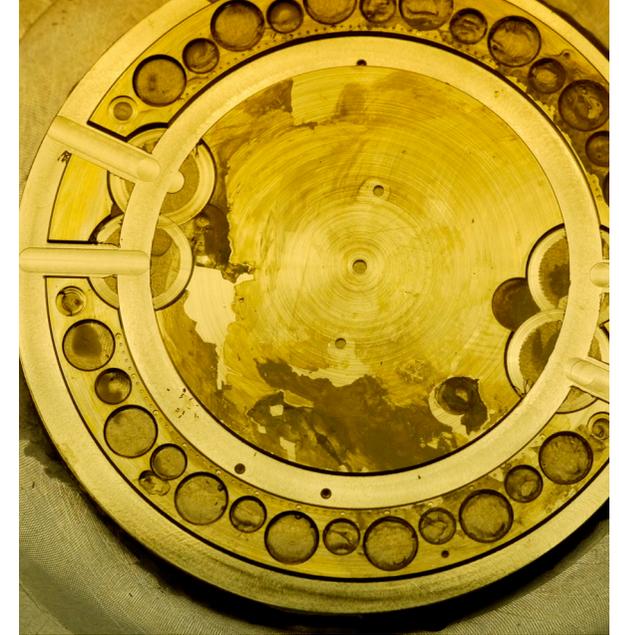
Ensemble platine de base, sautoirs et ponts terminés avec leurs bouchons, goupilles et vis.



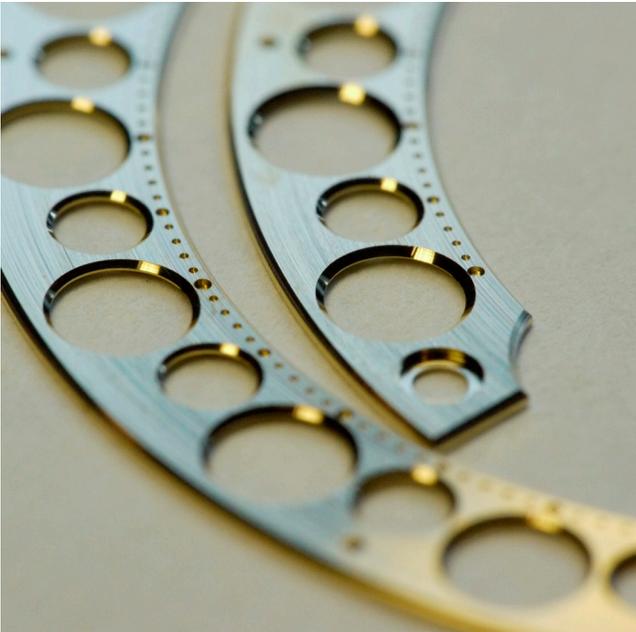
Novembre 2014. Fabrication du cadran des minutes en laiton. Usinage du logement des appliques orientées sur le dessous.



Novembre 2014. Fabrication du cadran des minutes en laiton. Usinage du logement des appliques orientées sur le dessous.



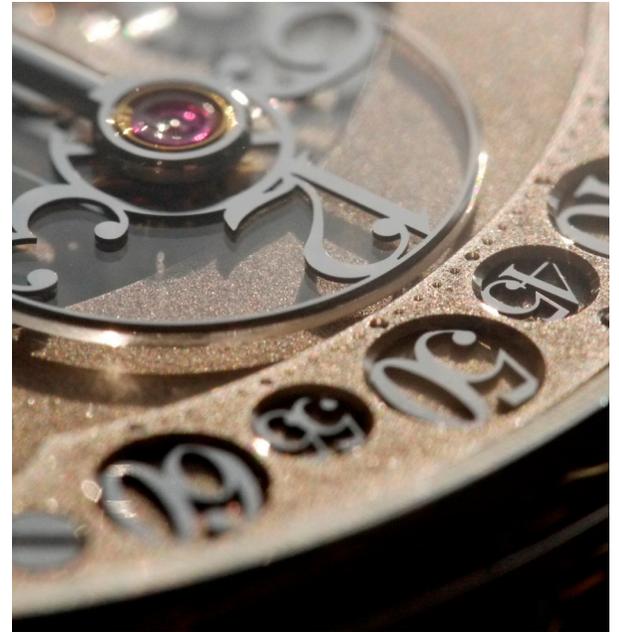
Fraisage des contours et marquage des minutes à la fraise à graver avec le plateau diviseur.



Terminaison des anglages au brunissoir et à la diamantine.



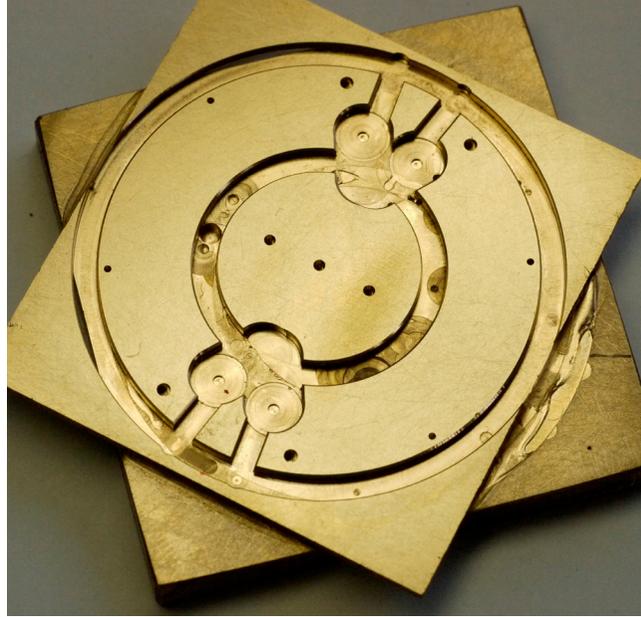
Chassage des appliques après martelage du dessus et rhodiage.



Détail du cadran des minutes terminé. Appliques polies bloquées.



Décembre 2014. Ebauche du cadran des heures sur machine à pointer.



Fraisage des contours des deux cadrans en laiton. Ebauche des angles à la fraise à 90°.



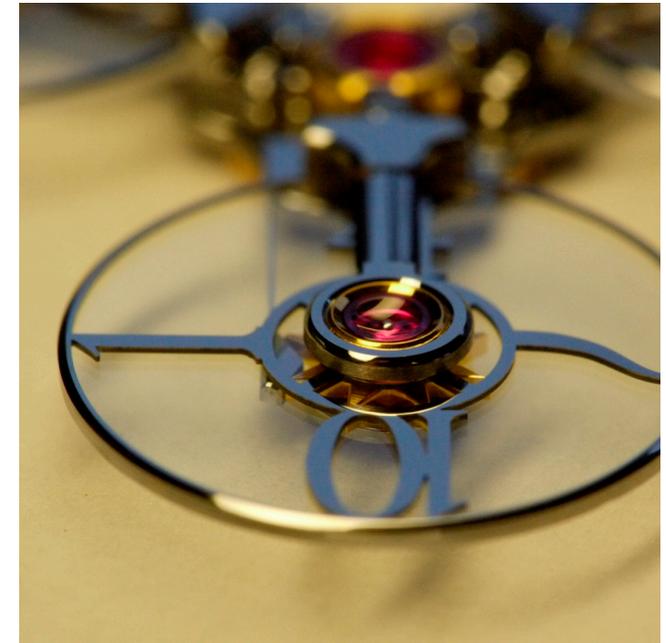
Fraisage des contours des deux cadrans en laiton. Ebauche des angles à la fraise à 90°.



Décembre 2014. Appliques des minutes en acier trempé, ép.0,15 découpés par la maison Vuichard (74)



Polissage bloqué de la série complète sur bloc de zinc et pâte diamantée.



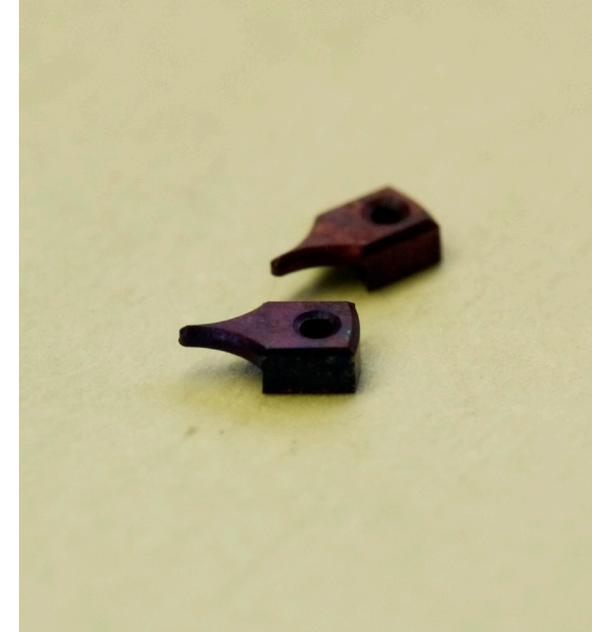
Applique des heures anglée et également polie sur bloc de zinc et pâte diamantée.



Janvier 2015. Usinage du pont de déclenchement en deux parties. Ici la partie inférieure.



Usinage de la partie supérieure. L'ébauche de l'anglage est réalisé également sur la machine à pointer pour cette pièce.



Trempe et revenu au bleu/violet comme pour l'ensemble des pièces acier.



*Poli bloqué sur la partie inférieure.
Pâte diamantée 1 micron.*



Partie supérieure également polie sur bloc de zinc avec le tripode. Goutte préalablement polie à la sphère de bois et diamantine.



Pont de déclenchement monté et terminé sur toutes les surfaces.

/ Vue Générale du projet /

Les tests d'amplitude après plusieurs jours de contrôle montrent une perte de 5 à 10°.

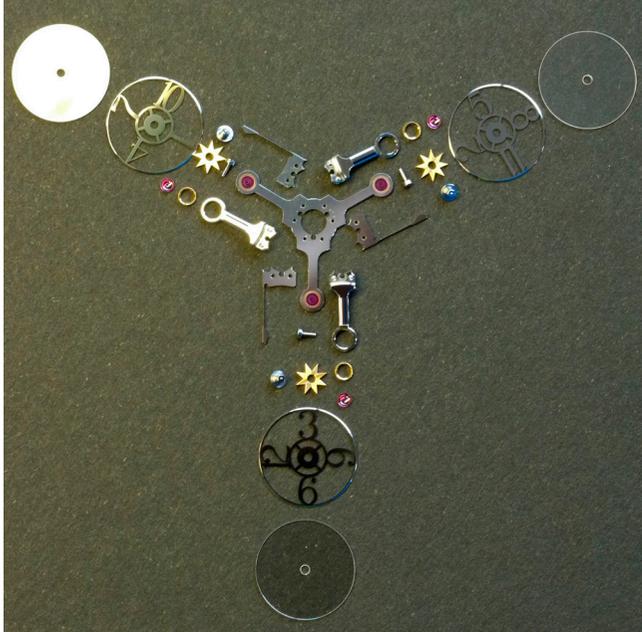
Les ressorts sautoirs de 0,10mm d'épaisseur ainsi que les axes pivotés garantissent une faible consommation de la complication.

Avec ce système de guidage, je me suis permis de faire tourner les disques en saphir à 0,10mm du cadran, ces derniers ayant un faible ébat de fonctionnement.

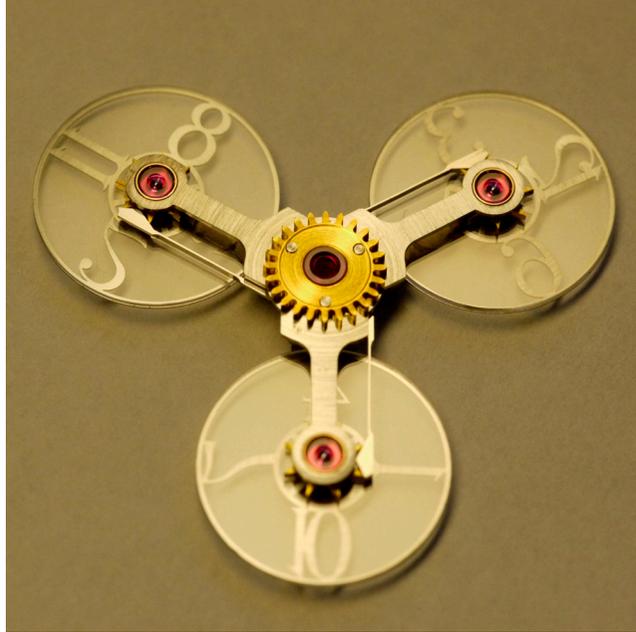
Concernant les finitions, j'ai mis au point une finition «martelé» des ponts et de la platine en venant frapper avec un support plat et de la pâte diamantée les surfaces supérieures des différentes pièces. Cette technique présentait l'avantage de ne pas toucher aux anglages et aux gouttes polies et éventuellement de retoucher localement les parties présentant des rayures.

La galvanoplastie a été réalisée en interne avec des bains de nickel, dorage et rhodiage.





Vue des 40 composants du bloc central avant montage

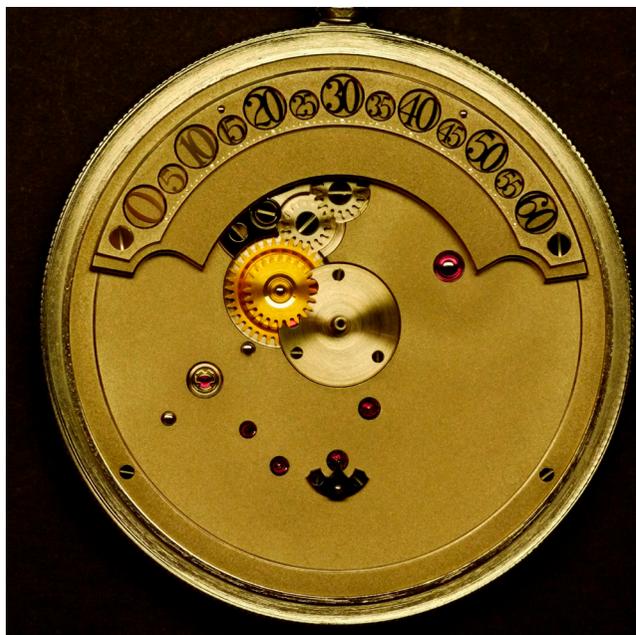


*Vue de dessous du bloc central monté.
(chiffres et platine de base cerclés).*

Bloc central terminé. Guidé au centre par deux galets en rubis.

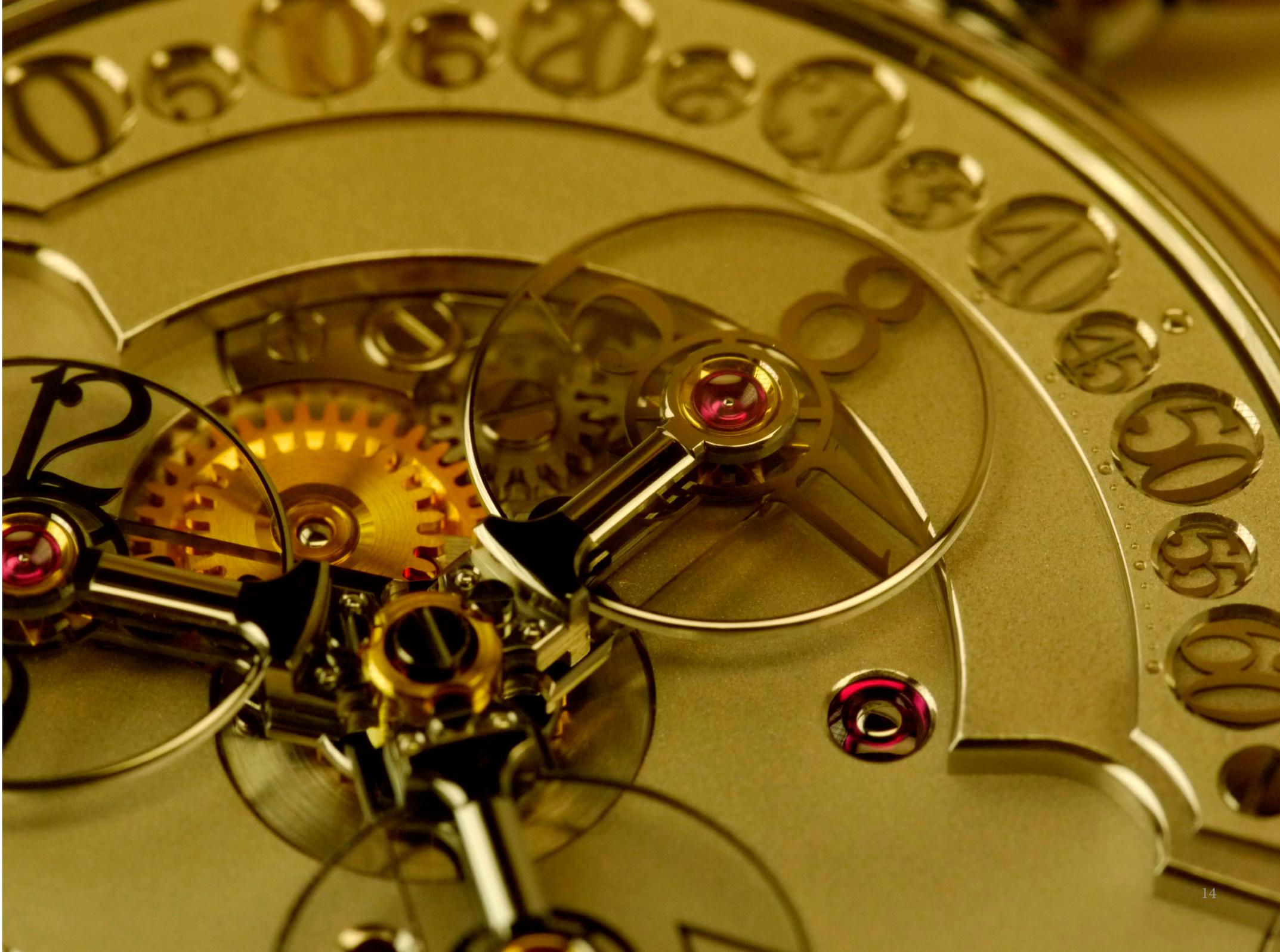


*Platine martelée (pâte 30 microns) et rhodiée.
Vue du système de lanterneau court.*



Vue du mouvement avant le montage du bloc central.

Détail des finitions du bloc central.





/ Remerciements /

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont motivées et encouragées à participer à ce concours et aux différents participants pour leur soutien durant cette année d'épreuve.

Merci également aux différentes personnes du métier pour leurs conseils avisés et les échanges d'expériences.

Après 1000 heures passés sur ce projet, j'espère transmettre l'expérience acquise aux jeunes horlogers désirant faire perdurer cet art et ce beau métier.

Outil dans lequel sont insérés 7 disques collés les uns sur les autres et guidés par le diamètre extérieur.