

Une horloge monumentale animée par les eaux du Brassus

Serge-André Maire

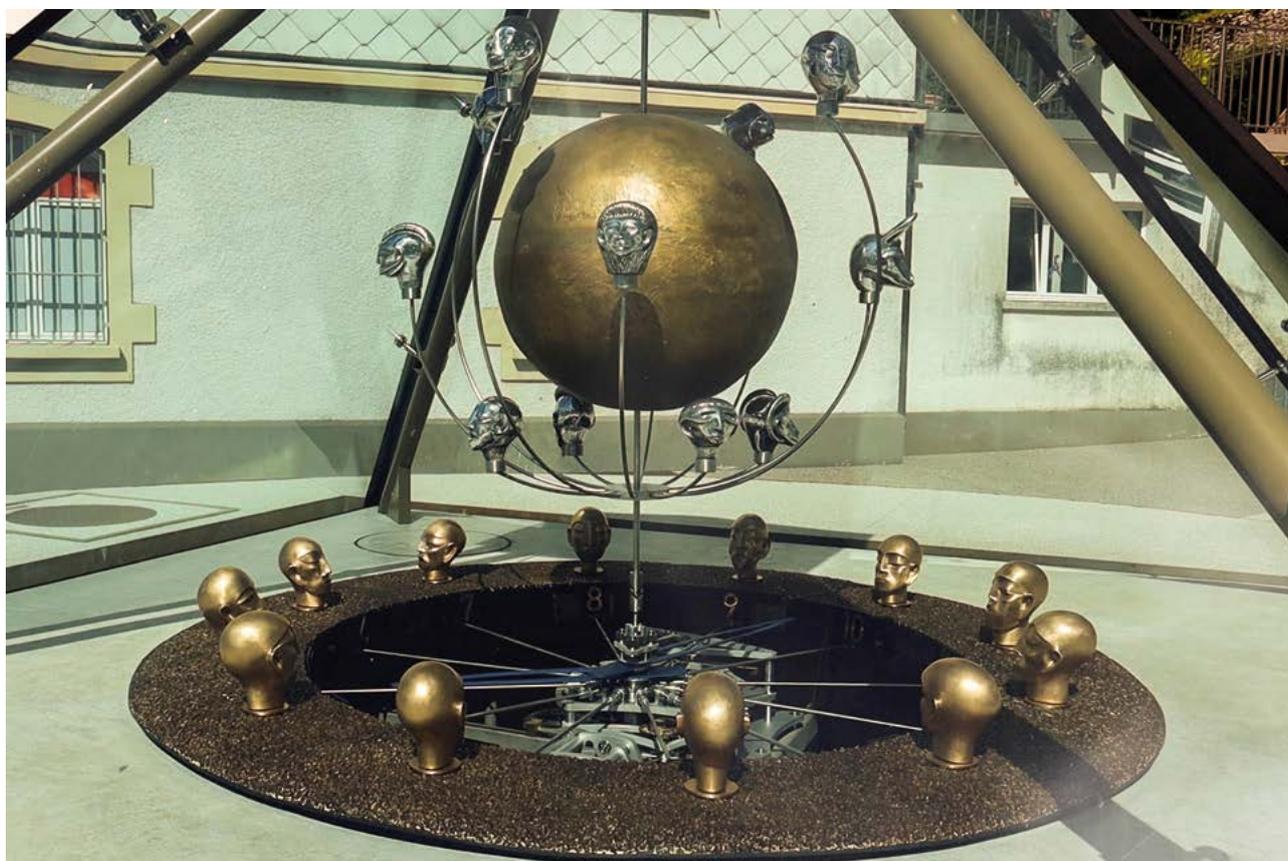
Haute École Arc Ingénierie
Espace de l'Europe 11, CH – 2000 Neuchâtel
ingenierie@he-arc.ch – www.he-arc.ch/ingenierie

Décembre 2022

31

Bulletin SSC n° 94

«Les Âmes du Temps» ont été inaugurées le 18 juin dernier au Chenit (VD). On doit ce chef-d'œuvre d'art et de technologie au talent du sculpteur Fanny Audemars, dite «Fanny A», et de Frédéric Lebet, professeur à la Haute Ecole Arc Ingénierie. Ce sont les eaux du Brassus qui fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de cette horloge monumentale créée en hommage aux horlogers de la Vallée de Joux et d'ailleurs.



Le Soleil et les signes du Zodiaque font un tour en 24 heures ; les visages sur le pourtour du cadran tournent sur eux-mêmes l'un après l'autre toutes les 5 secondes.

Depuis le printemps dernier, une pyramide de verre se dresse sur la rive du Brassus, petite rivière qui traverse le village éponyme, avant de rejoindre le cours de l'Orbe et se jeter dans le lac de Joux.

Derrière les vitres de cette pyramide, on découvre une œuvre d'art et de technologie. Suspendu à mi-hauteur, un soleil de bronze est entouré de douze têtes d'animaux en aluminium, représentant les signes du Zodiaque. Sur la base de la pyramide, douze visages humains en bronze se font face sur un cadran, également en bronze, d'un diamètre extérieur de 3 mètres.

Au centre de ce cadran, un immense mouvement horloger actionne tout le mécanisme, donnant l'heure, les minutes et les secondes, et faisant tourner le soleil et les signes du Zodiaque sur eux-mêmes en 24 heures. Les secondes sont représentées par les douze visages de bronze, qui tournent sur eux-mêmes l'un après l'autre toutes les 5 secondes, et deux grandes aiguilles bleues indiquent les heures et les minutes.

La rencontre d'un sculpteur et d'un ingénieur

On doit cette œuvre originale à une femme qui venait passer ses vacances au Brassus, chez ses grands-parents. Fanny Audemars a voulu rendre hommage à ses ancêtres horlogers. Elle descend de deux familles horlogères, dont l'une a fondé la marque Audemars-Piguet.

Elle marche d'abord dans leurs pas, en suivant une formation de dessinatrice en microtechnique à l'Ecole Technique de la Vallée de Joux (ETVJ) et de technicienne en mécanique. Elle travaille ensuite une dizaine d'années pour l'industrie, dans la recherche et le développement.

Puis la vie l'amène à se tourner vers la sculpture, sous l'égide de son compagnon et futur mari Joe Boehler. C'est lui qui, en 2013, donne à Fanny A l'idée de réaliser une horloge monumentale qui réunirait son parcours technique dans l'industrie et son travail artistique de sculpteur.

Après une période de gestation, «Les Âmes du Temps» sont nées dans son esprit. Il lui a alors fallu trouver les personnes capables de l'aider à réaliser son chef-d'œuvre. Mais où trouver un ingénieur capable de développer un mouvement horloger de cette taille? Qui plus est, avec cette contrainte supplémentaire : le mouvement doit être actionné par les eaux du Brassus!

De fil en aiguille, ses recherches la conduisent en 2014 à la Haute Ecole Arc Ingénierie, où elle rencontre un professeur prêt à relever le défi. Diplômé en microtechniques de ce qui s'appelait alors l'Ecole d'ingénieurs du Canton de Neuchâtel, Frédéric Lebet y enseigne maintenant la conception microtechnique.

Remontage hydraulique

Dans une montre mécanique, l'énergie qui actionne le mouvement est fournie par un ressort qui se détend lentement. La remise en tension de ce ressort se fait soit de manière manuelle, en tournant la couronne de remontoir, soit de manière automatique, si le mouvement est équipé d'une masse oscillante.

Dans le cas des «Âmes du Temps», la «couronne» est une roue à augets tournée non par la main de l'homme mais par les eaux du Brassus. A l'image du mécanisme d'une horloge comtoise, l'énergie transmise par l'axe de cette roue hydraulique vient remonter une masse en bronze de 200 kilos par un système de chaînes.

Lorsque ce contrepoids atteint sa hauteur maximale, l'axe en rotation se désolidarise automatiquement, grâce à un système d'embrayage-débrayage, laissant la roue à augets tourner à vide. Lorsque la masse arrive en bas de sa course, le système embraye à nouveau et la fait remonter. Et ainsi de suite.

«Un débit d'eau d'environ un décilitre par seconde suffit largement pour faire fonctionner le mécanisme», a calculé Frédéric Lebet.

Le défi des variations de température

L'ingénieur a dû relever un autre défi : développer un oscillateur suffisamment précis pour que l'horloge ne retarde ou n'avance pas de plus d'une seconde par jour. Formé d'un ressort spiral et d'un balancier, cet organe de régulation détermine «le rythme cardiaque» du mouvement horloger.

Dans une montre-bracelet, le balancier a un diamètre d'environ 10 millimètres et le ressort spiral est plus fin qu'un cheveu. Dans le cas des «Âmes du Temps», leurs dimensions sont multipliées par 50, ce qui accentue la problématique de la dilatation de ces composants et du mécanisme dans son ensemble. La Vallée de Joux se trouve à 1000 mètres d'altitude et la pyramide de verre qui abrite l'œuvre n'est pas climatisée.

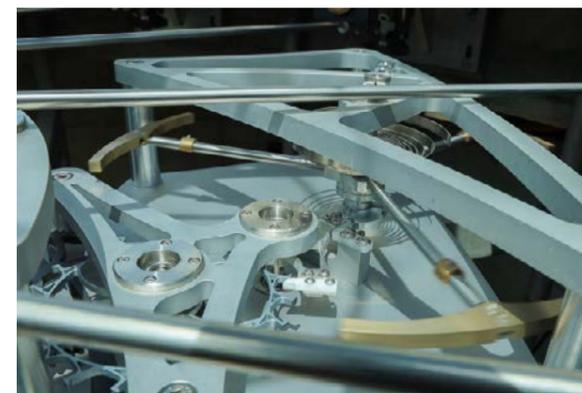
Pour la réalisation du ressort spiral, un matériau à faible coefficient thermoélastique a dû être trouvé, un alliage de fer et de nickel qui s'apparente à l'élinvar, utilisé en horlogerie. Disponible sous forme de barres cylindriques, ce matériau a dû être préalablement laminé puis livré depuis les Etats-Unis.

Il a fallu ensuite trouver une entreprise capable de rouler une bande de 1 mm d'épaisseur en spirale. Finalement, le ressort a subi un traitement thermique, pour obtenir le coefficient thermoélastique recherché. Le réglage fin a été obtenu en jouant sur les coefficients de dilatation des trois bras du balancier.

En combinant des bras en invar et en acier inoxydable, l'effet de la dilatation du balancier compense celui du coefficient thermoélastique.

Frédéric Lebet s'est ensuite attaqué à l'échappement, le mécanisme placé entre l'oscillateur et le rouage de l'horloge. Suivant les conclusions du travail de diplôme d'un de ses étudiants, il a opté pour un échappement à ancre de type suisse, connu pour sa robustesse.

Conception et simulation du mécanisme



Vu la taille du mouvement, le développement du balancier-spiral et de l'échappement ont donné du fil à retordre à Frédéric Lebet.

Après avoir mis au point les organes moteur et oscillateur, l'ingénieur s'est penché sur les autres parties du mécanisme des «Âmes du Temps». L'affichage des heures et des minutes par deux aiguilles tournant à l'horizontale, ainsi que la rotation du Soleil entouré des signes du Zodiaque en 24 heures, sont assurées par un train de rouage standard.

Quant à la rotation des douze visages placés sur le pourtour du cadran, elle est commandée par un système «araignée» : chaque visage est relié directement à l'axe central du train de rouage par une barre d'acier et une croix de Malte sphérique.



Un mécanisme à différentiel sépare la transmission mécanique nécessaire à l'actionnement des douze visages, très énergivore, du système qui permet de déclencher ce mouvement, lui-même relié à la roue d'échappement. Cela permet de limiter les perturbations sur celle-ci et de désactionner l'affichage de la seconde en cas de manque d'énergie.

Il a fallu calculer la taille et la forme de toutes les pièces de ce mouvement horloger hors norme puis les dessiner à l'aide d'un logiciel de conception. Avant de faire fabriquer ces pièces, les assembler et procéder aux tests, Frédéric Lebet est passé par une phase de validation grâce à un logiciel de simulation : «Si ça ne fonctionne pas déjà en simulation, on sait que ça ne fonctionnera pas en réel.»

De La Brévine au Brassus en passant par Le Locle

La phase de tests a été longue ; souvent, un problème en cachait un autre. En 2019, l'ingénieur a monté le mécanisme de l'horloge dans la vallée de La Brévine, pour pouvoir le tester dans des conditions climatiques comparables à celles de la Vallée de Joux. Sous un abri de fortune, l'horloge a fonctionné en continu pendant plus d'une année, grâce à une alimentation électrique.

Après avoir réglé les problèmes l'un après l'autre, Frédéric Lebet est parvenu à mettre au point un mécanisme n'accusant qu'une seconde d'avance ou de retard par jour, une précision extraordinaire eu égard à sa taille.

L'ingénieur l'a ensuite rapatrié dans les locaux de la Haute Ecole Arc Ingénierie au Locle, où il a procédé aux derniers réglages. Puis, au printemps 2022, le mécanisme a pris place dans son écrin actuel, sur la rive du Brassus. Ce sont les eaux de cette rivière qui, depuis, donnent vie aux «Âmes du Temps», chef-d'œuvre qui peut être admiré librement et à toute heure, en face de l'hôtel de la Lande. ■

Bibliographie

M.C. PLAZANET LEGRAS, *Fanny A et les Âmes du Temps*, Editions ABPI, 2022

Les Âmes du Temps, Vidéo de présentation, 2022, youtu.be/VF05k2SCoLg

« Les Âmes du Temps » ont été inaugurées le 18 juin dernier.



Chronofiable®

Laboratoire
Dubois

Un nom,
une référence.

Analyses chimiques
Contrôle des matériaux
Assistance technico-légale
Tests sur bijouterie
Tests horlogers et
microtechniques



LABORATOIRE DUBOIS S.A.
A.-M.-PIAGET 50 · CH-2301 LA CHAUX-DE-FONDS
+ 41 (0)32 967 80 00 · contact@laboratoiredubois.ch
www.laboratoiredubois.ch



**NOUS FORMONS VOS INGÉNIEURS EN HORLOGERIE.
MAIS PAS SEULEMENT**

BACHELOR EN MICROTECHNIQUES

- Ingénierie horlogère
- Ingénierie biomédicale

**BACHELOR EN INFORMATIQUE ET
SYSTÈMES DE COMMUNICATION**

- Systèmes informatiques embarqués
- Informatique logicielle
- Ingénierie des données

**BACHELOR IN INDUSTRIAL
DESIGN ENGINEERING**

- Conception ergonomique et design
- Conception de systèmes mécaniques

**BACHELOR EN INGÉNIERIE
ET GESTION INDUSTRIELLES**

- Méthodes et procédés industriels

Inscription jusqu'au 31 mai 2022

haute école **arc** ingénierie
neuchâtel berne jura www.he-arc.ch

Hes-so



Schwab-Feller AG

UNE PRÉCISION QUI DÉFINIT DES STANDARDS

Barillets complets / Ressorts de barillet / Ressorts industriels / Technique médicale

Schwab-Feller AG / CH-3294 Büren a. A. / www.schwab-feller.ch