

FDMN – Un mouvement hors normes

Roman Winiger et al.

Fabrication de Montres Normandes
8, rue de Campigny
F-27800 Brionne

La Fabrication de Montres Normandes (FDMN) est établie à Brionne (Normandie), en France. Fondée en 2005, cette entreprise a pour objectif de créer et de produire des montres et des mouvements dans le respect des traditions de l'horlogerie. Elle affiche sa volonté de privilégier le travail manuel et d'honorer les sources de la montre de luxe. Le projet présenté a été réalisé pour le compte de la marque horlogère Marc Brogsitter par le fondateur de FDMN, le maître horloger Karsten Frässdorf, et Urs Gottscheu.

Le projet

Horlogers et restaurateurs expérimentés, les deux créateurs ont mis à profit leur longue pratique du travail sur les mouvements anciens pour prendre le contrepied des tendances actuelles. S'inspirant ouvertement des œuvres des années 30 et 40, ils ont élaboré deux nouvelles constructions complètes dotées d'éléments traditionnels qui devraient parler au cœur des amateurs de belle horlogerie, notamment un balancier de grandes dimensions qui produit un vrai tic-tac, apaisant tout en étant parfaitement audible. Quant aux dessins des contours, ils se caractérisent par des tournages à l'ancienne, bien distincts.



Fig. 1 : Calibre FDMN 793T Tourbillon

Etant donné la complexité de l'entreprise et la beauté du mécanisme, le tourbillon se devait d'être à la hauteur des

exigences de l'art horloger traditionnel. Le deuxième calibre a été muni d'une force constante sur le modèle de Jean-neret. Pour les constructeurs, il s'agirait d'une première sur une montre-bracelet.



Fig. 2 : Calibre FDMN 793FC Force Constante

Force constante

La force constante se divise en deux parties: d'une part, l'axe de roue d'ancre, avec le pignon et la masse, et d'autre part, le canon avec la roue d'ancre et la virole. Le canon tourne librement autour de l'axe. Les deux parties sont reliées par le spiral, par l'intermédiaire duquel la masse exerce une force constante sur la roue d'ancre. Le fonctionnement de ce mécanisme est décrit par la théorie de Defossez [1].

Nous ne nous étendons pas davantage sur le calibre de la force constante, construit sur la même base que le tour-

billon. Les résultats des essais des deux mouvements sont par ailleurs très proches, comme nous le verrons plus loin.

Analyse des mouvements

M. Philipp Wittwer, de Boll (BE), est l'auteur d'un travail de diplôme à la Haute Ecole Technique du canton de Soleure (HFT-SO), section horlogerie, à Granges, consacré à l'analyse des prototypes de FDMN. Se fondant sur le bilan énergétique et les mesures du calibre, il a démontré que ces créations transgressaient un certain nombre de normes usuelles, notamment en dépassant les limites définies en matière de balanciers.

L'analyse a par ailleurs permis de mettre en évidence de très bons résultats sur certains points de la construction, comme un rendement des rouages de 70,57% pour le 793T et de 69,64% pour le 793FC.

Il est évident que certains des procédés mis en œuvre pour atteindre ce résultat ne se prêteraient pas à une production en grande série.

Les tolérances des normes NIHS ont été délibérément dépassées, notamment en ce qui concerne les trous des pierres et le diamètre des pivots. Le jeu n'étant que de 1 μ au maximum, ces derniers sont roulés au montage et adaptés ainsi aux pierres.

Caractéristiques du calibre 793T Tourbillon

Les caractéristiques suivantes ont été prises en compte dans la construction du calibre FDMN 793T:

- grand balancier;
- bonne stabilité de marche;
- ancre avec petit angle de levée;
- faible nombre d'oscillations (18'000 AH);
- durée de marche de maximum deux jours;
- denture épicycloïdale corrigée pour toutes les roues (d'après les anciens calibres, très résistants à l'usage);
- production en petite série;
- production de la platine et des ponts sur la machine à pointer;
- aciers d'une dureté d'au moins 56 HRC, polis miroir.

La roue des secondes a été pourvue d'une denture intérieure, afin de permettre l'utilisation du plus grand échappement possible et un meilleur déroulement au pignon de la roue d'ancre, muni de dix ailes.

L'ancre a été équilibrée et l'échappement construit avec un petit angle de levée de 42°. Ce dispositif, courant dans les montres anciennes, permet à un grand balancier d'effectuer un mouvement équivalent sur une plus petite distance. Les dimensions du mouvement sont de 36.50 mm x 24.50 mm, avec une hauteur de 7.16 mm.

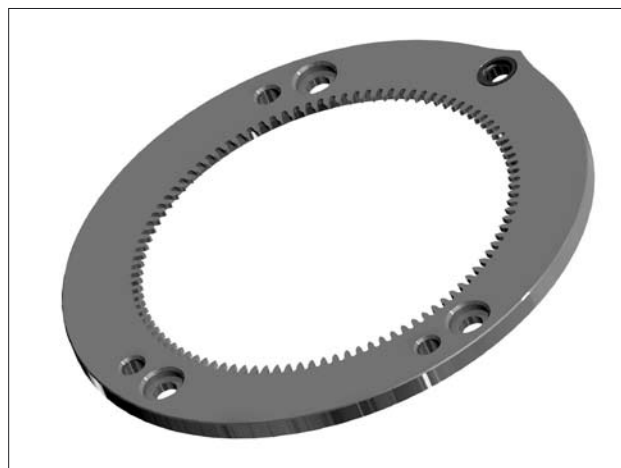


Fig. 3: Roue de seconde avec denture intérieure



Fig. 4: Ancre

La platine et les ponts sont réalisés en arcap afin d'éviter un rhodiage ou un nickelage ultérieur. Inoxydable, l'arcap est cependant plus difficile à travailler.

Tab 1: Paramètres de base du mouvement

Largeur	24.5 mm
Longueur	36.5 mm
Epaisseur	7.16 mm
Fréquence	2.5 mm
Durée de marche	84 h
Durée de marche limitée	44 h
Angle de levée	42°
Nombre de rubis	23/26

Balancier

Le balancier comporte 14 vis de masse en CuBe et 4 vis de réglage en or 18 carats. La serge de balancier est très haute, l'anneau est fendu à l'emplacement des vis de réglage. L'axe du balancier est très court afin de réduire la masse au centre. Le diamètre des pivots est de 0,11 mm et la masse du balancier dans son ensemble est de 545,3 mg.

Les constructeurs ont transgressé délibérément les normes en positionnant la masse du balancier le plus loin

possible à l'extérieur afin d'assurer une grande stabilité d'oscillation.

Tab 2 : Caractéristiques du balancier

Extérieur vis de réglage, Ø	17.08 mm
Sans vis, Ø	15.5 mm
Hauteur	1.6 mm
Poids	545.3 mg
Moment d'inertie	266.3 mgcm ²

Pour un diamètre de 17,08 mm, la norme NIHS 34-04 recommande une inertie de 97,808 mgcm². Cependant, cette norme s'applique en principe à des constructions d'une moindre épaisseur. Le balancier du prototype, avec son inertie de 266 mgcm², aurait dû avoir un diamètre de 22,42 mm.



Fig. 5 : Balancier

L'analyse ayant révélé des défauts en matière d'isochronisme (plat-pendu) et de facteur de qualité (FQ), FDMN a réduit le poids du balancier afin de diminuer le frottement en position verticale. Le FQ du prototype est de 530 à l'horizontale et de 340 à la verticale. Selon les spécialistes consultés, de telles valeurs seraient inédites à ce jour pour des montres-bracelets.

Le nouveau balancier ayant une inertie de 180 à 190 mgcm², on attend donc avec impatience de connaître le facteur de qualité qui en résultera.

Barillet

Les dimensions du barillet étaient limitées par la taille approximative du balancier mais, vu l'architecture particulière du mouvement, le rouage est lié à un étage inférieur du balancier, ce qui permet l'insertion d'un barillet très haut.

Le ressort a été centré au moyen d'une bride Wittnauer afin d'éviter une perte de force due au frottement. En outre, la zone de travail du ressort a été réduite aux cinq tours les plus constants du diagramme de force grâce à l'introduction d'une croix de Malte, un dispositif qui n'est plus guère usité

de nos jours. Afin de prévenir l'usure, le barillet a été réalisé en CuBe.

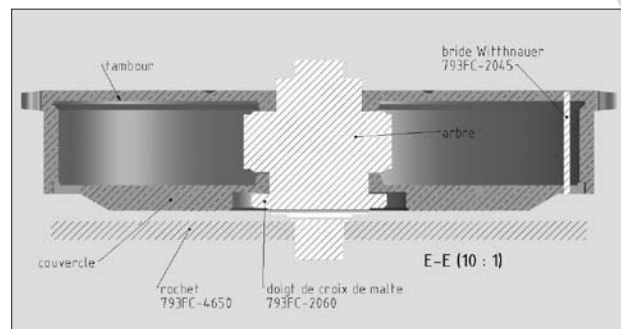


Fig. 6 : Coupe du barillet



Fig. 7 : Barillet avec arrête

Toutes ces mesures ont concouru à l'obtention d'un très bon diagramme de ressort et à l'excellent rendement des rouages.

Tab. 2 : Données du barillet

Épaisseur du ressort	0.15 mm
Hauteur du ressort	2.35 mm
Longueur du ressort	620 mm
M _{0,5}	27.02 Nmm
M _{0,5} /M ₄	83.5 %
Autonomie de marche	44 h

Comme le balancier, l'échappement ne correspond pas aux standards courants. Par conséquent, on ne disposait pas de valeurs connues sur lesquelles se fonder pour calculer le couple du barillet. FDMN a donc volontairement opté pour une épaisseur de ressort de 0.15 mm, inférieure à celle qui découlerait du résultat d'un calcul standard.

Les raisons suivantes militaient pour une diminution de la force du ressort :

- la haute qualité du barillet;

- le rendement accru des rouages;
- et, d'une manière générale, des tolérances plus basses dans la fabrication, d'où une perte de force moins importante.

Le ressort du barillet s'est avéré suffisant pour amener le balancier modifié à un angle d'oscillation de 280° après remontage complet. Les dimensions du ressort devront encore être légèrement adaptées.

Résumé

L'analyse SWOT effectuée dans le cadre du travail de diplôme montre les avantages, les faiblesses, les chances et les risques (**S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities and **T**hreats) de ce mouvement.

Le principal enseignement est que ce type de calibre ne se prête pas à une production industrielle en grande série, ce qui n'est d'ailleurs pas le but de FDMN. L'analyse a également mis en lumière les points qui méritaient d'être améliorés, comme la réduction de la masse du balancier.

Les mouvements créés s'adressent aux amoureux de la technique pure. Le projet a suscité l'enthousiasme à Baselworld et rencontré l'adhésion des fournisseurs de FDMN. Que ceux-ci soient remerciés pour leur ouverture aux échanges d'expériences et à la production de pièces en petites quantités.

Tab. 3: Analyse SWOT

Avantages	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> ▪ rendement du rouage ▪ pente du diagramme de force du ressort du barillet ▪ bride Wittnauer ▪ balancier, diamètre, facteur de qualité ▪ dimensions larges ▪ taille de la série (petites séries) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ poids du balancier ▪ ressort spiral non définitif ▪ remontage relativement dur
Chances	Risques
<ul style="list-style-type: none"> ▪ balancier diamètre ▪ choix de principes de construction ▪ taille de la série ▪ norme NIHS, expériences et compréhension 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ poids du balancier ▪ certains choix de principes de construction

Références

- [1] LÉOPOLD DEFOSSEZ, Théorie Générale de l'Horlogerie, La Chaude-Fonds 1952, Chambre Suisse de l'Horlogerie, page 129 tome II
- [2] GIEBEL-HELVIG, Feinstellung der Uhren, Berlin, 1952, Verlag Technik Berlin
- [3] PHILIPP WITTEW, Diplomarbeit Werkanalyse beim FDMN Kaliber 793, Bern, mai 2008
- [4] www.fdmn.fr
- [5] www.marc-brogstetter.com