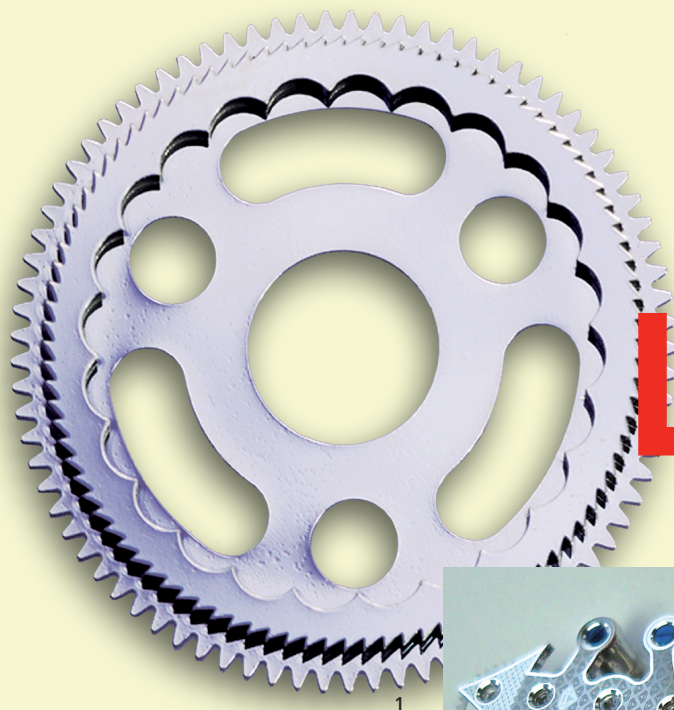


Matières

*on a réinventé
le moule*

Par Joël A. Grandjean
et Ollivier Broto

Il existe des territoires encore en friche dans l'horlogerie. Mis au point par Mimotec, une start-up issue de l'EPFL, le procédé MIMETAL™, issu de la technologie LIGA, fait depuis dix ans des émules dans la branche. Preuve que le terreau est prometteur, des groupes horlogers tels que Swatch investissent dans la construction d'unités dédiées à ces nouvelles méthodes et aux promesses qu'elles respirent.



LIGA révolution



par Joël A. Grandjean

A peine lâché par les techniciens, le mot LIGA s'impose comme un commun, prisé par les communicants, faisant oublier qu'il désigne avant tout un procédé révolutionnaire (notamment dans ses applications horlogères) de fabrication de micro-composants. C'est un peu le coup de frigidaire qui détrône réfrigérateur. Issu d'un acronyme germanique comprenant «Lithographie», «Galvanisierung» et «Abformung», ce procédé combine deux techniques que rien n'aurait rapprochées: la photolithographie et l'électroformage (voir encadré).

En fait, l'horlogerie, dont une cinquantaine de marques clientes, devrait plutôt dire MIMETAL™, nom et procédé déposés par Mimotec, une start-up cofondée par Hubert Lorenz, en 1998, au sortir de sa thèse universitaire intitulée «Nouvelles technologie de microstructuration de type UV-LIGA et fabrication de composants micromécaniques». Tout un programme, qu'il mettra sur pied avec l'aide de son associé Nicolas Fahrni et aux promesses de commandes d'un industriel valaisan – d'où son installation à Sion.

Contrairement au procédé originel LIGA, inventé par les Allemands et destiné d'abord à la fabrication de micromoules en métal pour l'injection de pièces plastiques, le procédé MIMETAL™ permet la production de composants en métal tout en simplifiant le procédé de base en Lig – il n'y a plus de «Abformung». De plus, Mimotec utilise, pour la phase «lithographie», une source de lumière aux ultraviolets (UV) et non pas des rayons X, faisant ainsi l'économie d'un accélérateur de particules.

Facilités et avantages pour l'horloger

Pour le concepteur, la liberté de dessin est totale lorsqu'il s'agit de pièces à surface plane. Le résultat est comme à l'écran. La photolithographie permet d'atteindre la forme idéale, puisque l'électroformage remplit la cavité photostructurée. Le procédé permet de réaliser des composants à un ou deux étages, avec des épaisseurs de lames inférieures à 50 microns, sans points d'attache et avec une rugosité pour les

1. Roue à deux niveaux et triple denture, obtenue grâce au procédé MIMETAL™.
2. Intégration de décors obtenus par irisation.
3. Lorsque Cupidon s'invite au cœur du mouvement.
4. Même le spiral fait partie des éléments fabriqués par ce nouveau procédé.

faces fonctionnelles de l'ordre de 20 nanomètres (N1). En termes de squelettage et d'ajourage, les possibilités sont multiples.

Autre perspective à titiller l'imagination des constructeurs d'aujourd'hui, le fait qu'une pièce puisse être à multifonctions. Ainsi, un composant à vocation d'engrènement peut disposer d'un ressort intégré. La technologie permet, en outre, la fabrication de ressorts de rappel monobloc, habituellement issus d'un assemblage par soudure ou vissage de trois pièces. Côté roues dentées, le respect des concentricités est parfait. Plus besoin d'une machine à tailler les dentures et d'une autre à percer les trous. On peut donc obtenir un centre parfaitement concentrique, à la denture et au positionnement parfaits des différents éléments.



Hubert Lorenz: «Nos composants supportent toutes les finitions haute horlogerie, comme le Poinçon de Genève.»

À force d'avancées dans cette technologie, Mimotec dépose différents brevets portant sur un savoir-faire qui fait saliver les directeurs de production, côté rentabilité, à une époque où les délais de fabrication divorcent d'avec les capacités de vente. Une économie de temps que l'on retrouve également au niveau des opérations de sous-assemblage, rendues inutiles grâce à la fabrication d'un seul tenant de pièces à deux étages automontées et orientées.

La déco s'imisce dans la fabrication

Si ces nouvelles technologies ne remplacent pas l'ensemble de la fabrication horlogère, comme les mobiles, les ponts ou les platines, les facilités offertes par des composants de mouve-

ment plats ou à deux étages sont prometteuses. D'autant que l'esthétique n'est jamais trop éloignée des grandes avancées techniques.

Cette méthode permet d'intégrer la déco au processus de fabrication, autorisant les ajourages traversants... Mieux, la start-up devenue fabrique développe, par irisation (effets d'optique qu'on imprime sur le dos de la pièce), la pose de microgravures. «Nous venons de développer une roue dentée avec un tressage carbone. Ce sont des effets optiques qui donnent cette impression. Le décor est intégré», annonce Hubert Lorenz, un entrepreneur qui, étranger à l'horlogerie il y a encore dix ans, est en train d'en révolutionner, par le menu et le nano, une frange de la fabrication mécanique.

<http://www.mimotec.ch>

Lire également l'article d'Elizabeth Doerr «Forward in Time – Space-age technologies herald the future of mechanical watchmaking».

http://www.cigaraficionado.com/Cigar/CA_Archives/CA_Show_Article/0,2322,2168,00.html

Olivier Broto, TàG

UV-LIGA, MIMETAL™, comment ça fonctionne?

Utilisons la photolithographie, une technologie d'insolation de matière photosensible par projection de rayons ultraviolets. Irradiions une résine photosensible à l'allure de «mélasse», étalée sur un support plat conduisant l'électricité. Veillons à ce que, par endroits, grâce à un masque en verre chromé, la lumière ne puisse pénétrer. La résine photosensible, un polymère époxy à l'épaisseur correspondant au composant à produire (de 50 à 800 µm), accueille alors une forme totalement fidèle à ce que l'ordinateur a programmé. Intervient alors la deuxième technique, l'électroformage. Trempons le support dans une cuve électrolytique qui permettra à la matière – du nickel ou du nickel phosphore amagnétique – de s'y déposer, atome par atome, et ainsi de remplir les cavités photostructurées. On a réinventé le moule! Détruisons alors le support et dissolvons les fragments de résine. Nous obtenons une pièce parfaite dont seule l'épaisseur devra faire l'objet de quelques ajustements au micron. Quant à la rugosité de ses faces, elle est de l'ordre de 20 nanomètres! Et puisque chaque support permet la production de plusieurs pièces, sa destruction ainsi que les déchets de résine non utilisée ne sont pas des facteurs aggravants pour les coûts. Si l'on prend, par exemple, une roue d'échappement, on peut en fabriquer jusqu'à 1000 sur un seul support de 200 mm de diamètre. Si l'usine a une capacité de 100 supports par semaine, elle pourrait donc, à raison de 100 000 pièces par semaine, répondre sur l'année à la totalité des besoins en roues d'échappement de l'horlogerie (cinq millions)!



1. Rodage des pièces.
2. Passage en «salle blanche».



Frédéric Richard, constructeur indépendant

Avant de s'installer à son compte, il fait appel au savoir-faire MIMETAL™ pour le compte d'un groupe horloger dont il ne peut citer le nom, omerta oblige. «Facilité de réaliser des composants aux contours torturés et d'une grande répétitivité. Notamment des cames, certains correcteurs ou des bascules.» Il l'utilise également pour réaliser «une pièce pourvue de plusieurs fonctions, par exemple de correction et à la fois de lame ressort de rappel»: «Plus besoin d'ajouter vis et goupilles pour les lier entre elles, gain d'espace dû au fait de ne plus avoir à faire se chevaucher deux pièces pour les maintenir entre elles.» Au niveau des coûts? Evidemment, puisqu'il y a «l'élimination de la pièce de garnissage». Qui dit coûts, parle délais: «Il m'est arrivé de devoir créer des mécanismes contenant des tail-lages et d'avoir un impératif de délai de livraison ne suffisant même pas pour générer les outillages. Avec MIMETAL™, j'ai pu tester des roues, valider et opter pour la solution définitive dès la première série.» Egalement sensible aux avantages de composants sur deux niveaux, «car les contours superposés sont à jamais appairés, aucune erreur d'orientation n'est possible», Frédéric Richard sait que cette nouvelle technologie ouvrira d'autres horizons «que les anciens auraient exploités s'ils leur avaient été offerts...» JAG/TàG

Voir aussi www.time-vision.ch