

Saut de **puce** pour mécanique

Francis Gradoux Dans les années 1970, beaucoup d'horlogers suisses ont craint que la montre mécanique soit enterrée par une nouveauté: la montre à quartz, précise et bon marché. Le contraire s'est produit: la technologie électronique et ses énormes séries a contribué à donner des montres à quartz l'image d'objets vulgaires. Ce qui, par contraste, a rendu un incontestable prestige aux montres mécaniques, celles qui font tic-tac.

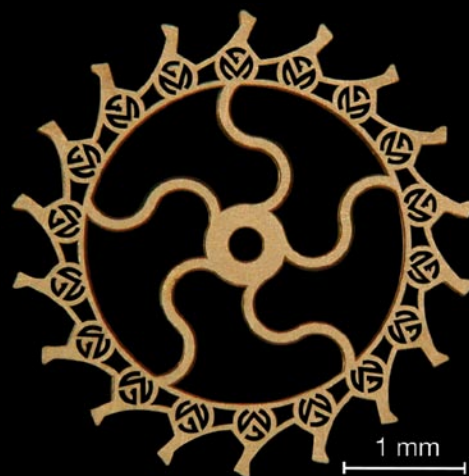
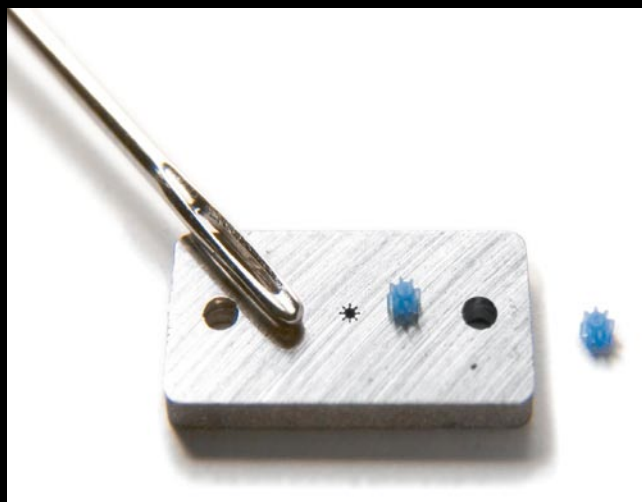
Un deuxième coup de théâtre se produit aujourd'hui: la haute horlogerie mécanique, dont le succès ne faiblit pas, fait désormais appel aux technologies développées pour les puces électroniques, cœurs des montres à quartz. Cette évolution renversante s'incarne en Suisse par une jeune compagnie au succès phénoménal: Mimotec, à Sion.

Les puces sont de sortie. Pour fabriquer en grande série les puces électroniques des montres (et aussi des ordinateurs et de mille gadgets numériques), on utilise la photolithographie. Une puce, au départ, c'est du silicium recouvert d'une résine *photoresist*, le transformant en une sorte de papier photo. Un masque, comparable à un négatif photographique, est posé sur le silicium et sa résine, puis exposé à une forte lumière. Partout où le masque ne l'a pas protégée des rayons lumineux, la résine devient soluble. En revanche, les zones restées obscures demeurent imperméables. Il suffit alors de plonger le silicium dans un solvant ou un acide pour que la surface touchée par la lumière soit en quelque sorte rongée. Ce schéma reste valable, même si les technologies n'ont pas cessé d'évoluer, et aboutissent à des puces de plus en plus petites et complexes.

A la fin des années 1990, Hubert Lorenz, un jeune étudiant de l'Ecole polytechnique de Lausanne, prépare son travail de doctorat en microtechnique, suivant une piste découverte en Allemagne dix ans auparavant. Pourquoi ne pas utiliser la photolithographie pour créer des objets microscopiques impossibles à usiner autrement? Le problème ne peut se résoudre qu'en utilisant une couche relativement épaisse de *photoresist*. Dans ce cas, il faut aussi que la lumière soit très pénétrante. Seule

IN
NO
VAT
ION.

Photos: Mimotec



Grâce aux techniques électroniques, Mimotec a pu réaliser ce micromoule qui paraît petit à côté d'une aiguille à coudre. Moule destiné à fabriquer en grandes séries des pignons de matière plastique pour les mouvements à quartz. Le pignon a moins d'un millimètre de diamètre.

Cette minuscule roue de nickel, ajourée pour gagner du poids, ne pouvait pas être fabriquée avec les techniques traditionnelles. Mais une cavité photoformée par ultraviolets permet toutes les formes.

solution: exposer la surface au rayonnement d'un synchrotron. Très complexe et coûteux.

Chance et rencontres. Lorenz rencontre un chercheur du laboratoire IBM de Zurich, qui lui raconte qu'il existe désormais une résine qui, même en couches épaisses, peut être exposée à une simple lumière ultraviolette. Déclic: Hubert Lorenz comprend que cette résine lui donne la clé d'un nouveau procédé. Si naguère seule la surface pouvait être modifiée, il devient possible de creuser plus profond.

Deuxième rencontre: Victor Bruzzo, fondateur d'Indtec, troisième fabricant mondial de mouvements à quartz, également basé à Sion. Il a besoin de millions de petits pignons en matière plastique moulés. Plus les mouvements sont miniaturisés, plus la confection des moules minuscules par les procédés habituels (fraisage et électroérosion) devient complexe, voire impossible. Il convainc

Hubert Lorenz de fabriquer des moules d'injection avec la photolithographie par ultraviolets. Il y parvient, produisant notamment un micromoule pour un pignon d'engrenage en plastique à huit dents, mesurant moins d'un millimètre de diamètre, à peu près la taille du point qui termine cette phrase.

A l'époque, Hubert Lorenz, doctorat en poche, vient de se marier. Il rêve d'un voyage de noces d'un an autour du monde, mais l'aventure entrepreneuriale le titille. Il renonce au voyage, persuade un collègue, Nicolas Fahrni, de se joindre à lui, racle les fonds de tiroir des deux familles, rencontre un business angel et, avec le soutien d'Indtec, qui sera son premier client, crée son entreprise en 1998.

Les années passent.

La croissance dépasse vite 20% par an. Mais la fabrication des micromoules pour les montres à quartz perd de l'importance à la fin des années 1990, notamment face à la concurrence chinoise qui utilise plutôt la main-d'œuvre quasi gratuite que

Photo: Marc Wettli, Zürich



Le coeur de la société Mimotec est sa salle blanche où est réalisée la photofabrication. A gauche, le CEO Hubert Lorenz discutant avec le CTO (chief technological officer) G.Genolet.

les technologies novatrices. Cependant, Hubert Lorenz a une autre idée en réserve.

Encore plus loin. La haute horlogerie mécanique suisse se vend de mieux en mieux, et les horlogers se lancent dans une course à l'innovation. Si bien que certaines pièces mécaniques deviennent impossibles à réaliser sur les machines traditionnelles. Lorenz refait le coup des micromoules, mais en adaptant le procédé pour fabriquer des pièces en nickel. Comme dans les micromoules, une cavité est d'abord photoformée par exposition aux ultraviolets, puis remplie de nickel par électroformage (déposition de métal dans un bain, grâce à un courant électrique). Ce procédé permet de faire des pièces minuscules, avec des tolérances très fines, prêtes à l'emploi sans autre usinage, et surtout suivant des formes inimaginables auparavant. Un exemple: des roues pourvues d'une centaine de dents, dont chacune d'entre elles est fendue, afin qu'un ressort intégré rattrape le jeu. Car il est plus facile de dessiner (par ordinateur) un masque transparent, qui peut être fortement réduit, que de

réglér une machine qui usinera directement le métal. Et cette réduction optique permet de multiplier les masques, afin de réaliser en même temps une centaine de pièces, semblables ou différentes, sur une seule plaque de verre métallisé de 15 cm de diamètre. Grand succès. Aujourd'hui, l'activité Mimetal représente presque 90% des revenus de Mimotec, qui fournit la plupart des marques prestigieuses de l'horlogerie mécanique. De plus, l'entreprise, qui occupe désormais 25 personnes à Sion, se tourne vers d'autres secteurs, comme la biologie microfluidique, ou les connecteurs pour appareils électroniques miniatures.

Depuis la fondation de Mimotec, la croissance annuelle a oscillé entre 20% et 40% chaque année. Et ce n'est pas fini, puisque Mimotec explore actuellement une voie prometteuse: utiliser ses techniques pour fabriquer des pièces d'horlogerie mécanique en silicium, qui n'a pas besoin d'être lubrifié. C'est un autre clin d'œil à la microélectronique, fondée sur le silicium...

Et Hubert Lorenz n'a toujours pas fait le tour du monde.

RE VO LUT ION. ■

L'inspirateur de Mimotec reçoit un « Nobel ». Voici plus de dix ans que les techniques de photolithographie par masquage, qui permettent de graver des puces électroniques, titillent la haute horlogerie suisse. Car ces procédés permettent, en théorie, de fabriquer des pièces mécaniques microscopiques, généralement impossibles à réaliser avec des machines classiques.

En 2001, le gourou d'Ulysse Nardin, Ludwig Oechslin, propose un échappement révolutionnaire pour la montre Freak, qui serait en silicium, le matériau utilisé pour les puces. Comme pour elles, l'usinage se ferait par masquage. Ce qui permettrait des formes incroyables. De plus, le silicium est léger et l'humidité de l'air suffit à le lubrifier. En parallèle, il étudie avec le Centre suisse d'électronique et de micromécanique (CSEM) la réalisation d'un spiral en silicium.

Dans la foulée, Patek Philippe, Rolex et Swatch s'attaquent aussi au développement de spiraux en silicium, mais butent sur un os: si la température augmente, le silicium se ramollit – ce qui n'est pas favorable pour un ressort. Alors qu'Ulysse Nardin tente de contourner le problème avec un spiral en diamant synthétique, lui aussi obtenu par masquage, Claude Bourgeois et une équipe de chercheurs de l'Institut de microtechnique de l'Université de Neuchâtel (IMT) et du CSEM, qui participent à ces recherches depuis le début des années 2000, découvrent une solution en oxydant le silicium pour former une couche insensible à la température. En 2006, les premières montres équipées de spiraux en silicium oxydé font leur apparition à Bâle et à Genève.

Depuis 1982, l'IMT est dirigé par le professeur Nico de Rooij, qui enseigne aussi à l'Ecole polytechnique de Lausanne. Or Nico de Rooij a été le professeur d'Hubert Lorenz, le fondateur de Mimotec, qui se penche maintenant sur l'usinage du silicium par masquage, mais de manière industrielle, car aujourd'hui tous les prototypes ont été réalisés en laboratoire.

Ce petit monde vient de recevoir un hommage planétaire: la médaille d'or attribuée par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) à Nico de Rooij et son équipe. Ce «prix Nobel» des ingénieurs, doté de 20 000 dollars, sera décerné en juin aux Etats-Unis. Il marque l'avènement de l'ère du masquage pour la haute horlogerie.