

TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS

MÉCANIQUE I Produire des pièces à l'échelle millimétrique impose de repenser les moyens de fixation, de manipulation et de contrôle. Industriels et laboratoires proposent des solutions spécifiques. ■ PAR MIREL SCHERER

La microfabrication, un défi taille XXL

La miniaturisation toujours plus poussée des pièces mécaniques suscite étonnement et admiration. Mais on oublie souvent qu'elle oblige les fournisseurs d'équipements industriels à se surpasser. Pour fabriquer des pièces minuscules, comme des injecteurs de moteurs d'avion ou d'automobile, des applicateurs pour la cosmétique, des spirales d'horlogerie, ou encore des stents pour implants cardiaques, les machines de production doivent s'adapter : la précision de l'usinage est de l'ordre du micron. Mais quand la taille des pièces s'approche de celle d'une puce - un millimètre ou deux, souvent beaucoup moins - c'est tout l'environnement de la machine qui doit s'adapter. Le saut dans le monde millimétrique, a fortiori micrométrique, demande la mise au point de nouveaux systèmes de fixation, de manipulation et de contrôle des pièces. « Il faut penser chaque application dans sa globalité », conseille Laurent Guyot, professeur agrégé de génie mécanique à l'Université de Franche-Comté, qui termine sa thèse sur le microfraisage d'aciers inoxydables. Un domaine qui vise une rugosité de 0,2 µm, avec des outils dont le plus petit diamètre est de 0,025 mm

S'ADAPTER AUX CHANGEMENTS D'ÉCHELLE

La taille des pièces dicte le choix des moyens

DE 1 À 100 MILLIMÈTRES

- Les techniques traditionnelles de fixation, de manipulation et de contrôle, sont modifiées et adaptées à l'échelle millimétrique.
- Secteurs concernés : l'automobile, l'aéronautique, le médical, les cosmétiques, l'industrie horlogère...

DE 10 À 100 MICROMÈTRES

- Tout l'environnement de fabrication doit être repensé, avec des techniques innovantes, notamment pour la manipulation.
- Secteurs concernés : le biomédical, l'électronique, les télécommunications.

et des vitesses de broche qui dépassent les 150 000 tr/min...

À ce niveau d'exigence, les solutions sont spécifiques à chaque application. « Dans le cas de machines spéciales, le système de fixation, adapté à la taille de la pièce et au matériau, est étudié en collaboration avec nos clients », explique Patrick Even, le président de Laseo, une société spécialisée dans le micro-usinage laser située à Lannion (Côtes-d'Armor). La fixation des pièces peut être assurée grâce à un miniplateau magnétique doté d'un aimant, par aspiration en créant une dépression, par le vide, voire par un film de glace. Dans le domaine de la découpe laser, les équipements de production de nouvelle

génération peuvent en outre prendre en charge la réalisation du support des petites pièces à usiner. En effet, le système de fabrication assistée par ordinateur (FAO) intégré dans la commande numérique permet de réaliser le gabarit de positionnement de la pièce.

La manipulation de ces objets lilliputiens est un autre défi important. « Le risque est de déformer ou de rayer les pièces », avertit Michel Froelicher, le vice-président du salon Micronora, à Besançon, où étaient récemment présentées les dernières avancées en matière de microfabrication.

DES COMPOSANTS FRAGILES

La solution peut être d'extrapoler des dispositifs classiques. Les ingénieurs d'Asyrl ont ainsi transposé le principe du bol vibrant, qui trie, aligne ou distribue automatiquement les pièces grâce à ses mouvements saccadés, à la manipulation de composants dont la taille ne dépasse pas 15 mm. « Des petites plates-formes alimentent les machines en vibrant dans une, deux ou trois dimensions, selon la taille de l'objet à manipuler », explique Alain Codourey, le PDG de cette start-up suisse. L'entreprise a aussi adapté le concept du robot Delta à la microfabrication, en

Une mini-usine clés en main

La machine multifonction LEM 2, développée par Laser Cheval, est une synthèse des réponses aux besoins de la microfabrication.

USINAGE

① La source laser à fibre de 20kW réalise les différentes opérations d'usinage (marquage, gravure profonde et découpe fine).

VISION ARTIFICIELLE

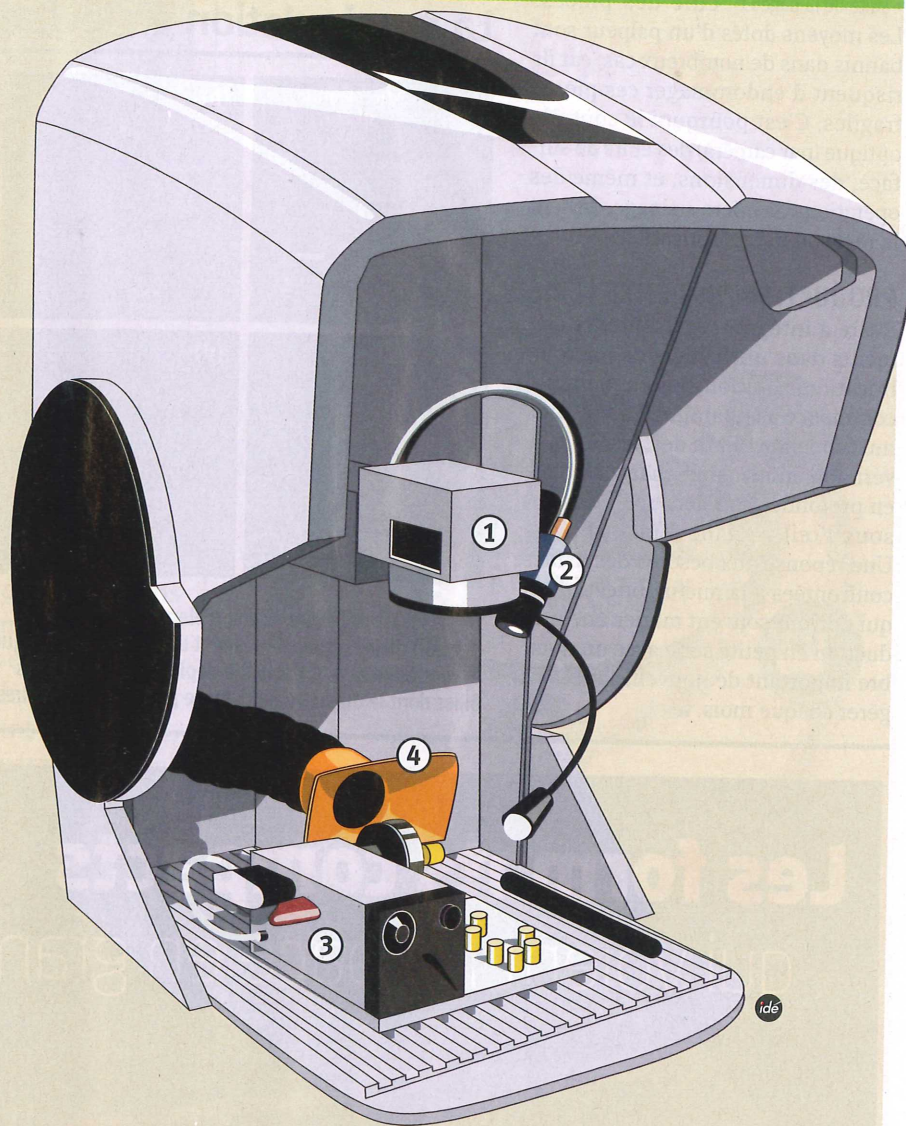
② Une caméra associée à un système informatique assure en temps réel le contrôle de la production.

FIXATION MÉCANIQUE

③ Le système est conçu par le constructeur pour ne pas rayer ni déformer des pièces millimétriques.

ASPIRATION

④ L'atmosphère propre, indispensable aux opérations de micro-usinage de précision, est assurée par un dispositif d'aspiration.



miniaturisant son architecture parallèle à trois bras. Capables d'assurer deux ou trois prises par seconde avec une précision de répétabilité qui varie de +/- 2 µm à +/- 10 µm, ces mini-robots allient rapidité et flexibilité. Ces moyens de manipulation s'intègrent dans des cellules flexibles pour le tri, l'assemblage et la palettisation de composants fragiles en vrac pour le médical, l'horlogerie, etc.

Cependant, la miniaturisation incessante des composants pousse les chercheurs à inventer de nouveaux moyens de manipulation. L'institut Femto-ST de Besançon imagine des techniques novatrices telles que les

matrices de jets d'air, les convoyeurs par cils thermiques, les dispositifs à ondes acoustiques pour manipuler des gouttes ou des particules... Un foisonnement d'idées qui débouchent sur des solutions industrielles.

LE CONTRÔLE OPTIQUE DEVIENT LA RÈGLE

Exemple : le manipulateur mis au point par Percipio Robotics, une jeune pousse créée par des ingénieurs de l'institut bisontin, spécialisée dans la réalisation de stations de micro-assemblage robotisées. « Notre installation prototype dispose d'une micropince brevetée »,

explique Laurent Lebocq, un des fondateurs de Percipio. Une petite merveille technologique capable de manipuler sans les agresser, grâce à son dispositif de préhension en silicium, des objets fragiles mesurant de 1 à 100 µm. L'automatisation est assurée grâce à plusieurs caméras, permettant une reconstruction en 3D des objets. Applications visées : les assemblages horlogers, le montage de microroulements, la manipulation de microcristaux...

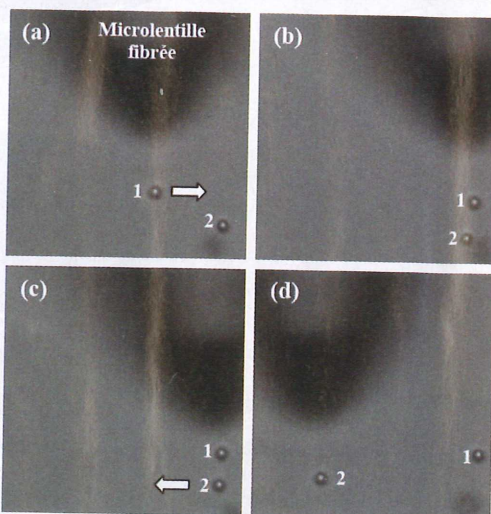
Étapes incontournables dans la chaîne de production, le contrôle et la mesure doivent eux aussi s'adapter à la taille minus- Suite page 52 ▶

► Suite de la page 51 : cule des pièces. Les moyens dotés d'un palpeur sont bannis dans de nombreux cas, car ils risquent d'endommager ces pièces fragiles. C'est pourquoi le contrôle optique (par caméra) des états de surface, des dimensions, et même des opérations de micro-usinage, devient la règle en microfabrication.

PRODUCTION EN PETITE SÉRIE

Reste à intégrer ces différents éléments dans une cellule de microfabrication, solution clés en main qui commence à apparaître. La machine multifonction LEM2 de Laser Cheval, véritable mini-usine, marque, grave en profondeur ou découpe finement sous l'œil vigilant d'une caméra. Une réponse aux besoins des usines confrontées à la microfabrication, et qui doivent souvent marier une production en petite série avec un nombre important de nouvelles pièces à gérer chaque mois. ▀

La manipulation en lévitation



Le dispositif utilise un réseau d'électrodes. Placées dans un diélectrique, elles créent un champ magnétique et contrôlent avec précision le déplacement de petites billes dont le diamètre ne dépasse pas 100 micromètres.

Peut-on déplacer sans les endommager des pièces de quelques dizaines de micromètres? Oui! Les chercheurs de Femto-ST en ont fait la démonstration au salon Micronora 2010. Le système de micromanipulation sans contact mis au point par le laboratoire bisontin utilise la technologie de diélectrophorèse qu'il développe depuis trois ans. « Cette solution élimine le principal casse-tête que l'on rencontre avec des pièces microscopiques, à savoir leur collage au moyen de préhension », explique Michel Froelicher, vice-président du salon Micronora. À titre de démonstration, de petites billes – quelques dizaines de micromètres de diamètre – sont maintenues en lévitation et déplacées avec précision grâce à un champ électrique, créé par un réseau d'électrodes immergées dans un liquide diélectrique. Le système pourra s'appliquer, par exemple, dans le transfert des composants entre deux machines de micro-assemblage. ▀

Les formats compacts qui voient l'espace en grand

NOUVEAU
Cabine monobloc :
2 x 3,6m



Livré monté



Pack électrique



Palettisable

+
60
cm



**ATELIERS DE
VIGNACOURT**

Tél 03 22 52 95 52

www.ateliersdevignacourt.com