

# EXPOSITION, 8-11 juin 2010

## Au salon international EPHJ-EPMT

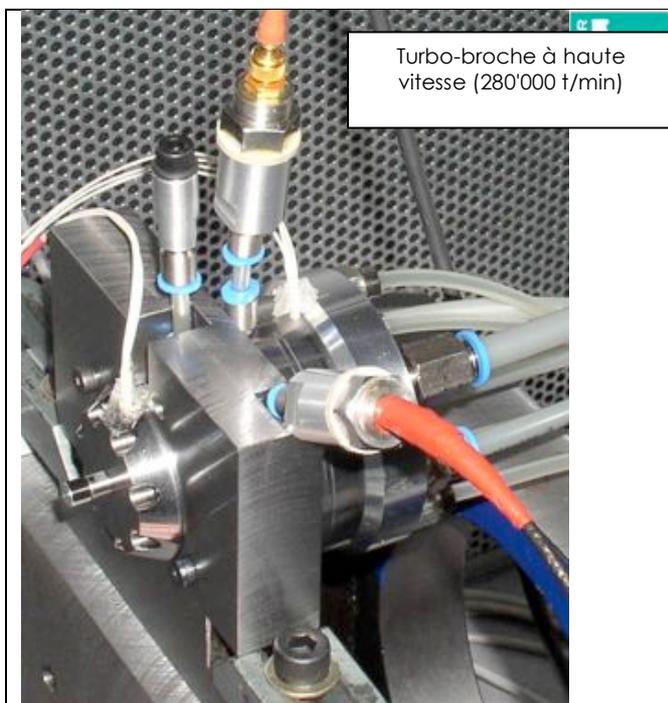
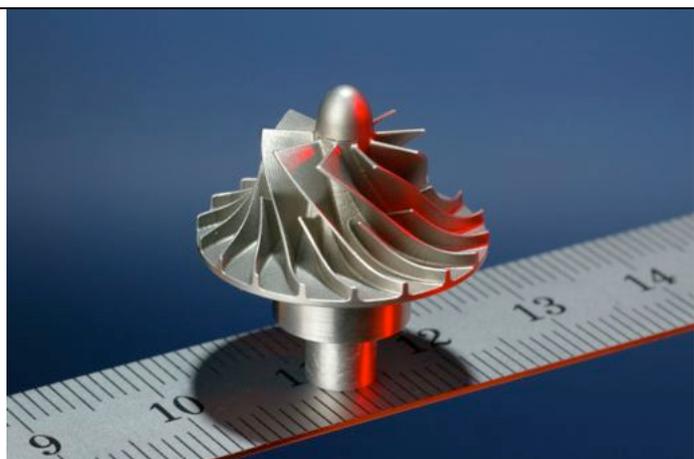
### PAR EPFL, Reymond Clavel

**EPMT 2010:** Description des démonstrations présentées par des laboratoires de l'EPFL des instituts de Génie mécanique, Microtechnique et Interfacultaire de Bioingénierie dans le cadre de l'exposition spéciale.

#### **Pompe à chaleur miniature**

Prof. Daniel Favrat, EPFL - LENI

Les pompes à chaleur domestiques sont communément entraînées par des compresseurs volumétriques de type scroll ou piston sans séparation efficace entre l'huile de lubrification et le fluide frigorigène. Le LENI et le LEI travaillent sur une nouvelle génération de compresseurs, de type dynamique, entraînés électriquement à très haute vitesse sur des paliers utilisant le fluide frigorigène lui-même comme fluide lubrifiant. Certains des composants de ce nouveau type de pompe à chaleur seront exposés.



#### **Microbroche à haute vitesse**

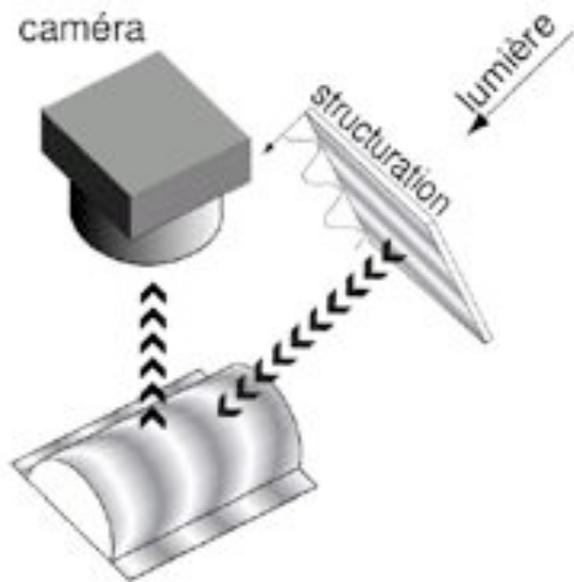
Prof. Jacques Giovanola  
EPFL – LCSM (en collaboration avec la maison Affolter Technologie, Malleray)

L'usinage avec des fraises de diamètre inférieur à 1 mm trouve un nombre grandissant d'applications dans la fabrication de micromoules ou d'éléments de microsystèmes. Ces applications demandent à la fois des vitesses de coupe (et donc de rotation) élevées et des précisions de l'ordre du micromètre ou mieux. La grande vitesse est requise pour des questions économiques, mais aussi pour l'usinage de certains matériaux. Dans cette optique, le LCSM travaille au développement de « microbroches » à très haute vitesse (> 200'00 t/min). Objets des travaux : l'entraînement (moto ou turbobroche), les paliers et le serrage d'outil.

### Mesure 3D par projection de lumière structurée

Prof. Jacques Jacot, EPFL - LPM

Dans le cadre d'un projet en partenariat avec l'industrie, un système de mesure tridimensionnelle par projection de franges a été développé et mis en œuvre. Appliqué à la mesure en ligne des dimensions de petites pièces (composants micro- mécaniques ou électroniques), le système mis au point permet d'atteindre un excellent compromis en termes de précision et de rapidité de mesure. Il permet par exemple de mesurer la hauteur d'un objet de 20 x 20 mm avec une résolution de l'ordre de 5 microns.



### Micro Delta Direct drive

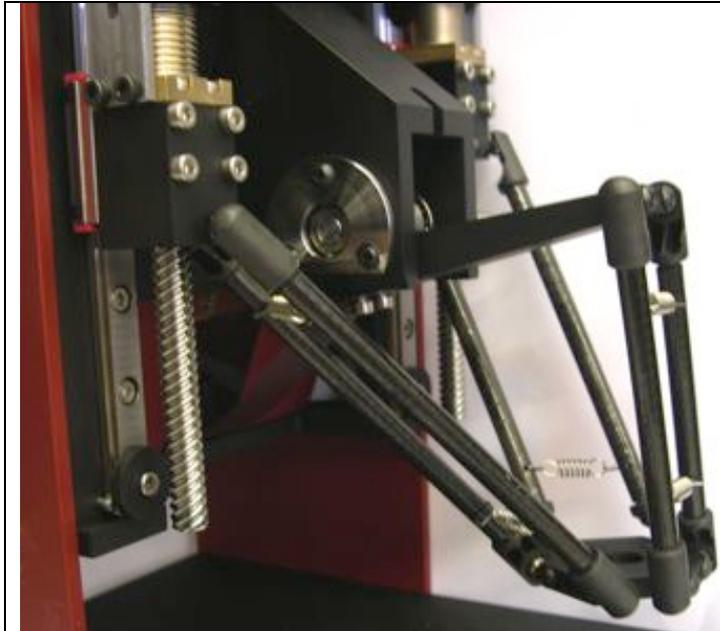
Prof. Reymond Clavel  
EPFL - LSRO

Le robot Delta dont la cinématique a été inventée et brevetée par le Prof. Reymond Clavel en 1985 est maintenant fortement implanté en industrie. Ce robot est caractérisé par sa propriété de réaliser trois translations dans l'espace à partir d'actionneurs purement rotatif. Une configuration à entraînement direct (bras fixé à l'arbre moteur) permet d'atteindre des performances très élevées en accélération. La version présentée est capable d'atteindre les 50g. Son volume de travail a un diamètre de 200 mm et une hauteur de 70 mm.

### DELTA Keops

Prof. Reymond Clavel, EPFL - LSRO

Ce robot à 3 degrés de liberté basé sur une cinématique Delta est particulièrement adapté pour la manipulation et l'assemblage de produits microtechniques ; l'inclinaison des actionneurs linéaires permet de privilégier certains mouvements en fonction des applications. La version présentée dispose d'un volume de travail d'un diamètre de 240 mm et de 80 mm de hauteur ; pour une hauteur de 40 mm, le diamètre du volume de travail est de 340 mm. Le faible encombrement du support permet de faire collaborer deux robots dans un même espace. La résolution dans l'espace est meilleure que 30  $\mu\text{m}$ . Une version munie de règles de mesure intégrées aux guidages rectilignes garantit une résolution meilleure que 3  $\mu\text{m}$ . Les accélérations potentielles sont de 35  $\text{m/s}^2$  et la vitesse max. est limitée à 3,5  $\text{m/s}$



### Delta Ibis

Prof. Reymond Clavel, EPFL - LSRO

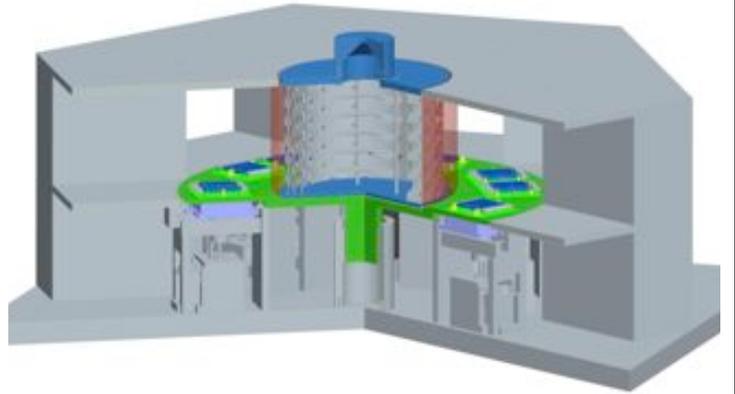
Ce robot a été conçu pour être intégré dans une microfabrique ; sa disposition avec tous les guidages intégrés sur une seule plaque en fait un robot simple à réaliser tout en étant particulièrement précis ; la plaque en question et le bras central sont les seules pièces qui doivent être réalisées avec précision. Les dimensions du volume de travail de cette machine sont de 150 x 120  $\text{mm}^2$  dans le plan et 50 mm en hauteur ; sa résolution est de 1 micron en z et de 2 microns dans le plan horizontal ; il peut transporter une charge de 300 gr et générer des forces de plus de 10 N.

## Microfabrique

Prof. Reymond Clavel, EPFL - LSRO

C'est une salle blanche miniature permettant l'assemblage de microsystèmes et autres produits dans des conditions de propreté, de température et d'humidité contrôlées. La faible dimension du volume à garder sous contrôle a pour conséquence des coûts de fonctionnement limités et un temps de mise en service très faible ; en quelques minutes, ce volume sous contrôle peut atteindre la classe de propreté 10.

Ce concept permet l'intégration de robots d'ultra haute précision ou de robots à haute dynamique tels que les Delta Ibis et Keops. Le prototype présenté comprend 2 cellules contenant chacune 4 palettes de 2 inches de côté ; ce démonstrateur dispose d'un système de contrôle de l'humidité et de la température de la zone de travail.



## Delta Thalès

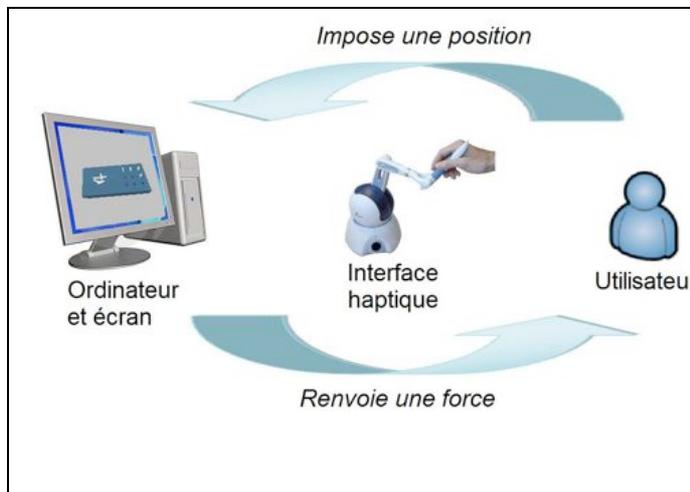
Prof. Reymond Clavel, EPFL - LSRO

Cette machine combine le principe cinématique du Delta (en fait l'intégration de 2 Delta avec des bras rotatifs actionnés identiques) avec le théorème de Thalès ; cette disposition impose le passage de l'effecteur (la barre centrale) par un point unique positionné au centre du triangle équilatéral formé par les axes des 3 moteurs. Ce système a été imaginé en vue du perçage de trous d'injecteurs situés sur une surface sphérique. Les angles d'inclinaison qu'il est possible d'atteindre sont de  $\pm 30^\circ$  ; la course d'insertion est d'environ 20 mm. Cette cinématique est maintenant adaptée pour réaliser un robot pour la chirurgie mini invasive dans le cadre d'une thèse de doctorat.

## Simulateur pour la chirurgie mini-invasive

Prof. Hannes Bleuler, EPFL - LSRO

Ce simulateur chirurgical a été conçu comme outil destiné à la formation de futurs chirurgiens. Il intègre des éléments mécaniques et électroniques avec un modèle mathématique des organes, donc une anatomie en réalité virtuelle. L'interface robotique est capable de reproduire le comportement des organes internes ; ce qu'on nomme « retour de force ». Des simulateurs d'entraînement très réalistes ont été développés pour plusieurs types de chirurgies mini-invasives – système vasculaire, abdomen, système digestif, gynécologie – et sont maintenant commercialisés.



## 'Peg-in-hole' test avec interface haptique

Prof. Hannes Bleuler, EPFL - LSRO

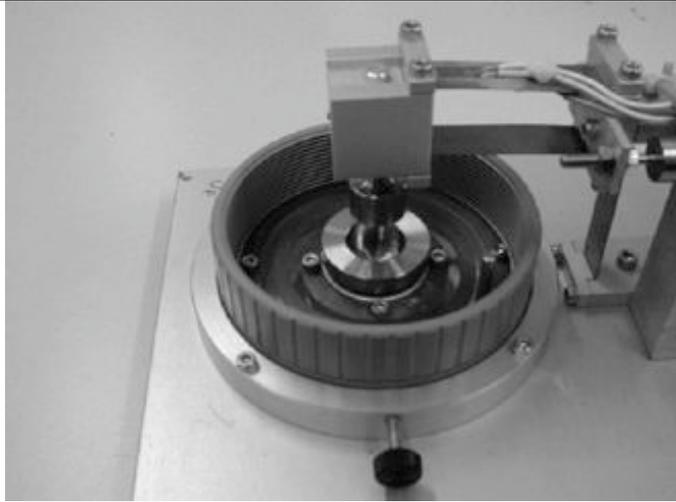
La mobilité des mains d'un patient peut être évaluée par le test 'peg-in-hole' qui est reconnu en milieu médical. A part le temps d'exécution, il est difficile d'évaluer avec précision la performance du patient et les progrès éventuels. En effectuant le test en réalité virtuelle à travers une interface haptique, des mesures de performance très précises et à paramètres multiples peuvent être effectuées ; par exemple la quantification des tremblements, la précision du mouvement, les progrès thérapeutiques etc.

## Salamandre

Prof. Auke Ijspeert,  
EPFL - BIOROB

Salamandra robotica II est un robot salamandre dont le contrôle est réalisé par un modèle mathématique du système nerveux d'une salamandre. Il est utilisé en particulier en tant qu'outil pour valider le modèle biologique dans un environnement réel.





### Substitut osseux pour prothèse de genou

Prof. Dominique Pioletti, EPFL - LBO

Dans le cadre d'une collaboration avec le fabricant de prothèses orthopédiques Tornier à Yverdon, le LBO développe une solution de substitut osseux pour utilisation avec une prothèse de genou. Cette recherche nécessite notamment des tests numériques, in vitro, et in vivo. Les dispositifs mécaniques utilisés pour effectuer les tests in vitro sont exposés (photo) ainsi que la prothèse de genou FIRST. Le projet général et les résultats préliminaires sont également présentés sous forme de poster.

### SMILING : Chaussure d'entraînement motorisée pour la rééducation de la marche

Prof. Kamiar Aminian, EPFL - LMAM

Le projet « SMILING » vise à diminuer les risques de chute chez les personnes âgées en entraînant le sujet au moyen d'un système perturbant sa marche. Pour cela, une chaussure mécatronique innovante a été développée, permettant de changer l'inclinaison de la semelle à chaque pas de façon chaotique, comme si on marchait sur un sol non régulier. Ceci est rendu possible grâce à 4 actuateurs placés sous la semelle qui changent de position en quelques millisecondes lorsque le pied est en l'air. La chaussure est pilotée en temps réel par un programme analysant la marche à partir des capteurs embarqués. Pour évaluer l'effet de la chaussure SMILING, la démarche du sujet est analysée avant et après la période d'entraînement à partir d'une nouvelle méthode d'analyse de marche. Ce démonstrateur présente le système sans fil d'analyse de la marche basé sur des capteurs inertiels miniatures qui permet de caractériser l'amélioration de la marche et de détecter en temps réel les phases de la marche.

*The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n°215493*





### 3D Orient : Mesure en temps réel de l'orientation 3D des articulations

Prof. Kamiar Aminian, EPFL-LMAM

La mesure et l'analyse des mouvements du corps humain permettent aujourd'hui de mieux caractériser la fonction motrice, d'évaluer l'effet d'un traitement ou de diagnostiquer une maladie. Cependant, ces mesures se font encore trop souvent au sein d'un laboratoire avec une technologie limitant les mouvements analysés. Des unités inertielles (gyroscopes et accéléromètres) peuvent être fixées sur le corps et ainsi analyser les mouvements effectués dans les activités quotidiennes (marche, monté d'escalier, course, ...). A partir de la fusion des données gyroscopiques et accélérométriques, ces unités inertielles permettent de calculer l'orientation 3D des segments et des articulations du corps humain. L'erreur associée aux calculs des angles articulaires est inférieure à 2°. Les applications des unités inertielles sont larges et variées, en passant du domaine de la santé (physiothérapie, biomécanique) à celui de l'industrie du cinéma, la robotique et des jeux vidéos.

---

#### Nom complet des laboratoires.

LENI	Laboratoire d'énergétique industrielle
LCSM	Laboratoire de conception de systèmes mécaniques
LSRO	Laboratoire de systèmes robotiques
LPM	Laboratoire de production microtechnique
BIROB	Laboratoire de biorobotique
LBO	Laboratoire de biomécanique en orthopédie
LMAM	Laboratoire de mesure et d'analyse des mouvements