


Ecole Polytechnique
Fédérale de Lausanne
EPFL Institut de microtechnique **IMT**

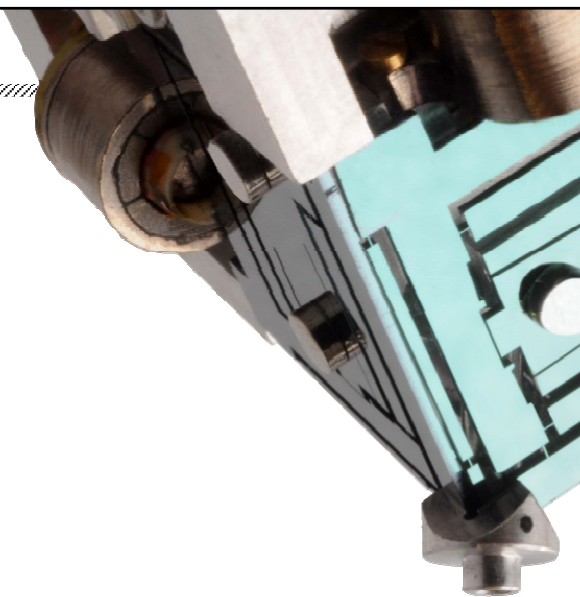
La microtechnique : un pont vers la nanotechnologie
Conférence U3a, Neuchâtel, 19 février 2016


Pierre-André Farine
Professeur, Laboratoire d'électronique et de traitement du signal ESPLAB





Plan

- **Introduction**
- Organisation
- Microcity
- Recherche
- Education
- Transfert de technologie



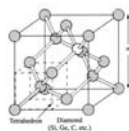
 Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

 Introduction 

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 2

Microtechnique – Définition

- Ingénierie ayant recours à des dimensions très petites et très différentes (de plusieurs ordres de grandeur)
- Conception, intégration, fabrication de composants miniatures complexes, d'instruments et de (micro) systèmes
- Par essence de nature multidisciplinaire
- Les systèmes microtechniques comprennent des parties électroniques, des parties mécaniques et des composants optiques utilisant des matériaux divers
- Les procédés de microfabrication se révèlent de première importance en microtechnique dans les appareils ou dans les fonctions systèmes



$a_{Si} = 0.543 \text{ nm} = 5.43 \text{ \AA}$

Micro & nano fabrication



nano 10^{-9} [nm]

Horlogerie, bio-médical



micro 10^{-6} [μm]



Pico-Satellites

milli 10^{-3} [mm]



Introduction

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 3

Les racines de la microtechnique (1)

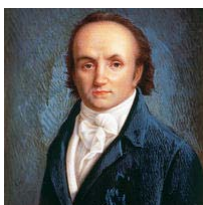
Les automates de Jaquet-Droz et Leschot (1768 et 1774)



L'écrivain
(6000 pièces)

La musicienne
(2500 pièces)

Le dessinateur
(2000 pièces)



A.-L. Breguet (1747-1823)



Montre à complications "Marie-Antoinette" (1827)

A.-L. Breguet (1747-1823), né à Neuchâtel.

Inventions :

- Montres à remontage automatique dites perpétuelles
- Introduction de mécanisme de sonnerie pour montres à répétition
- Protection pare-chute (antichocs) pour les pivots de balancier
- Spiraux à courbe terminale hors plan



Introduction

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 4

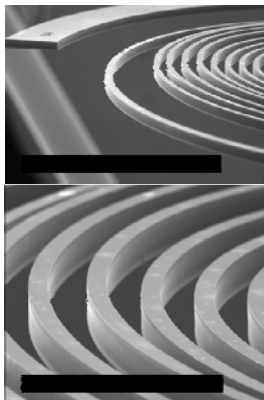
Les racines de la microtechnique (2)



Charles-Edouard Guillaume, 1861-1938
Né à Fleurier
Lauréat du **Prix Nobel** de physique en 1920



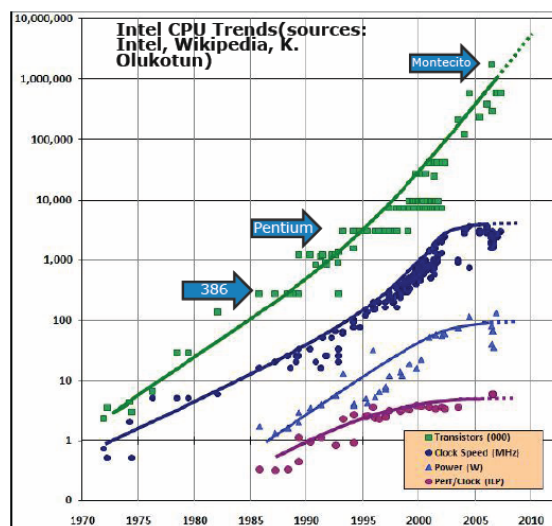
2009: Spiraux réalisés en silicium monocristallin avec technologie DRIE (MEMS)



Transfert de technologie effectué avec succès de l'IMT à l'industrie

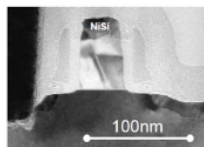
Loi de Moore et puissance consommée en technologie CMOS

- Loi de Moore est toujours respectée... en ce qui concerne le nombre de transistors
- Mais la performance par cœur de microprocesseur n'augmente plus depuis env. 10 ans
- Vitesse, énergie et efficacité stagnent



Limites de la réduction des dimensions des transistors CMOS

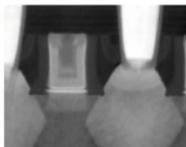
90 nm node



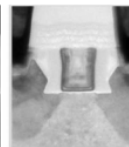
65 nm node



45 nm node



32 nm node



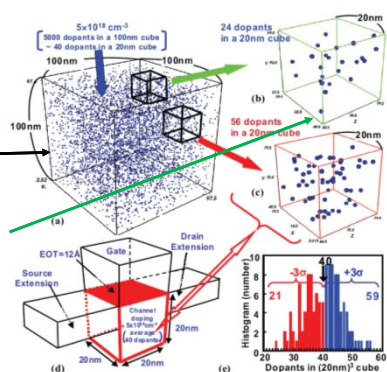
Fluctuation de la concentration des dopants (RDF) se détériore avec la diminution du nombre de dopants dans le canal d'un transistor CMOS

Nombre de dopants distribué par volume (nm^3) avec une concentration moyenne de $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$:

Cube de $(100\text{nm})^3$: ~ 5000 atomes de dopants

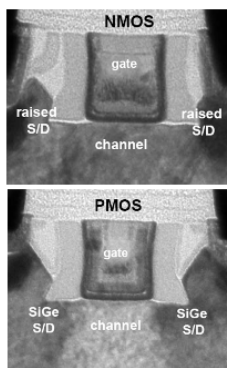
125 sous-cubes de $(20\text{nm})^3$: ~ 40 atomes de dopants

Encore exacerbé avec des technologies encore plus petites (actuellement 14 nm).



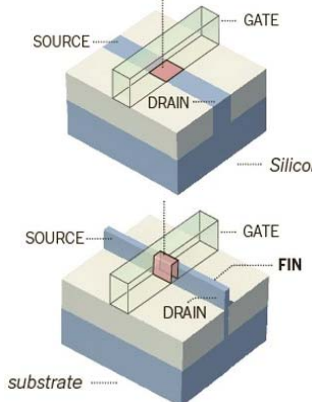
Evolution des transistors MOSFET – Au-delà de 10 nm ?

32 nm planar

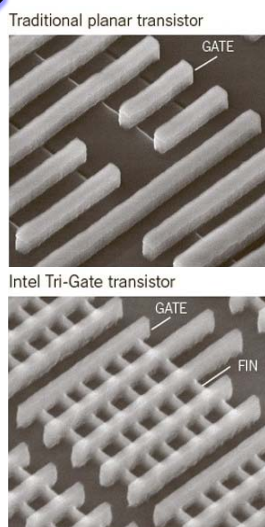


P. Packan et al. (Intel), IEDM 2009

22 nm multi-gate segmented channel



beyond 10 nm



Plan

- Introduction
- **Organisation**
- Microcity
- Research
- Education
- Tech transfer

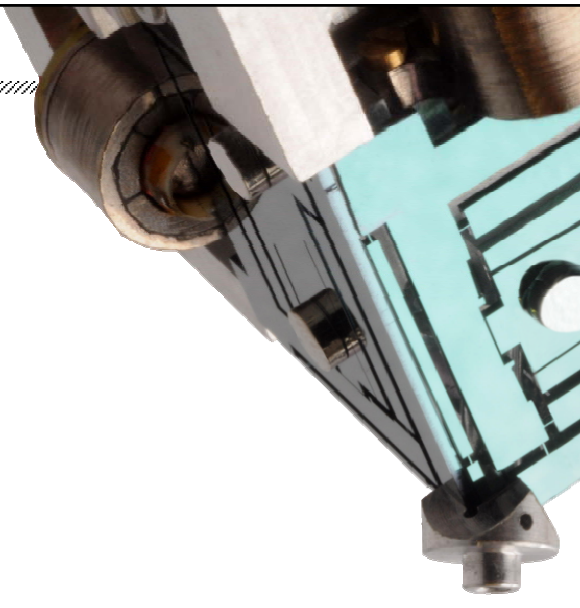
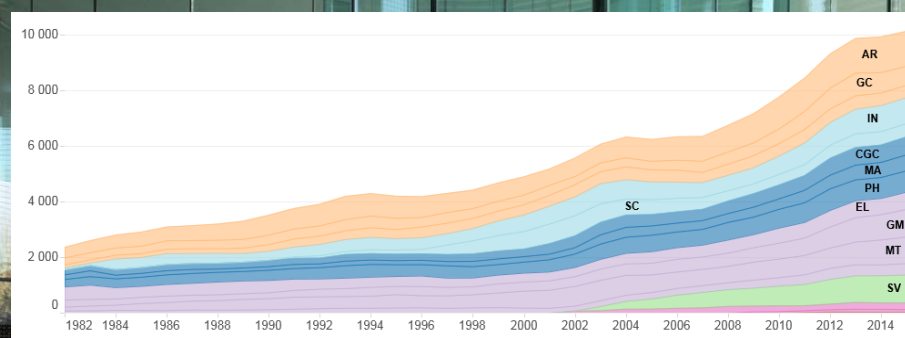


Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 9

EPFL – Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne



Campus 2015 :	10'124	étudiants BSc, MSc et PhD (IMT : BSc & MSc : 954, PhD : 250)
	338	professeurs et laboratoires de recherche (IMT : 30 profs)
	5'787	collaborateurs (IMT : 575 collaborateurs)
	13'834	étudiants et collaborateurs
Budget 2015 :	616.1	MCHF financement fédéral direct
	279.5	MCHF fonds externes
	895.6	MCHF total

5 facultés
2 collèges
1 entité trans.
28 instituts
354 laboratoires

10

IMT INSTITUT DE MICROTECHNIQUE 11

European Universities ENG ranking 2013

QS (Eng. & Technology)	THE (Eng. & Technology)	Shanghai (Eng./Tech. & Computer Science)	Leiden (Crown indicator Europe)
1. University of Cambridge 2. Imperial College, London 3. ETH Zurich 4. University of Oxford 5. Delft University of Tech. 6. EPFL	1. University of Cambridge 2. University of Oxford 3. ETH Zurich 4. Imperial College, London 5. EPFL	1. University of Cambridge 2. EPFL 3. Imperial College, London 4. University of Manchester 5. ETH Zurich	1. EPFL 2. ETH Zurich 3. University of Cambridge 4. London School 5. University of Oxford
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●			
Main criteria ----- Reputation Citations index Ratio professors / students Reputation Citations index/peer reviewed papers, all topics Citation index for scientists, # of Published papers, Rate of papers in the top 20 of scientific journals Citations/papers peer reviewed and in the topic of publications, Best ranked 100 Universities for Europe			

ESPLAB

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE SWITZERLAND

11

EPFL
5 facultés et 2 collèges

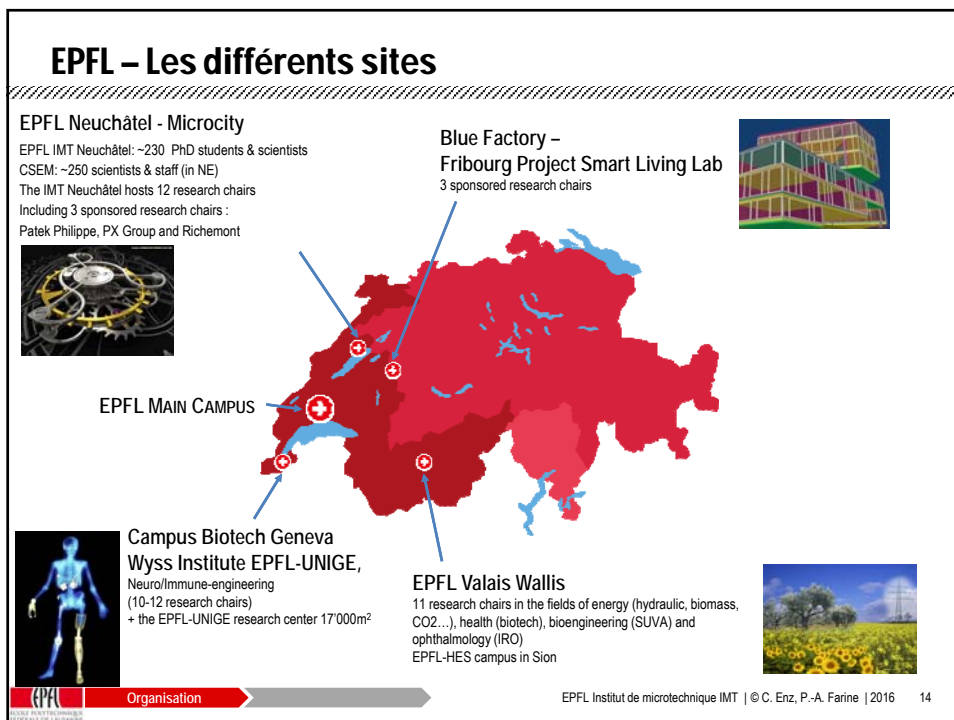
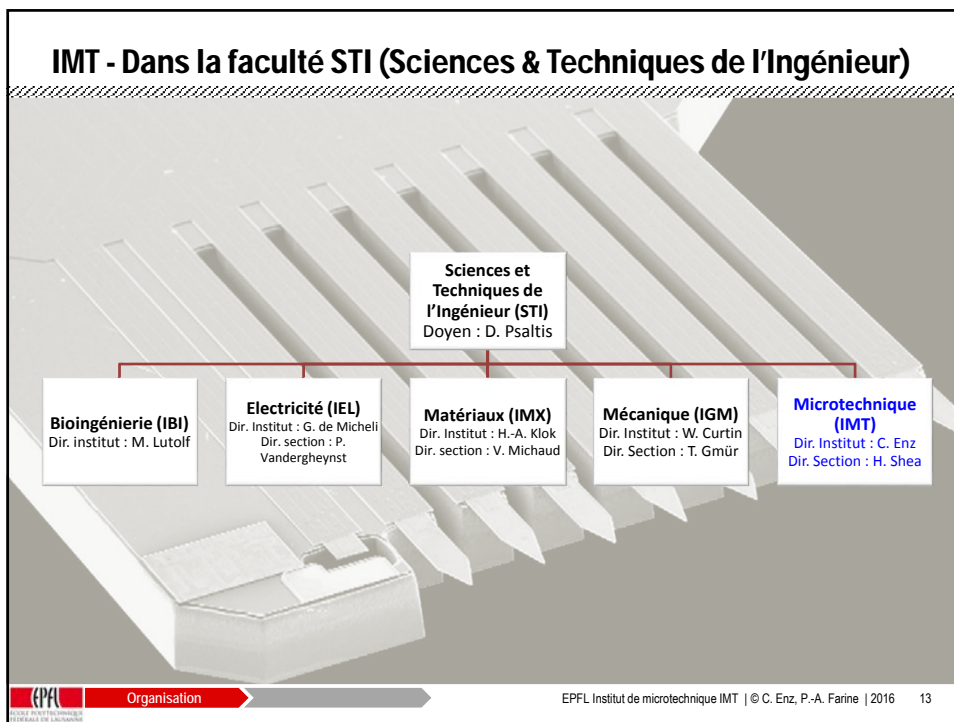
INSTITUT DE MICROTECHNIQUE ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE SWITZERLAND

Le 1er janvier 2009, l'Institut de microtechnique de l'EPFL et l'IMT de l'UniNE ont fusionné et l'IMT est devenu 1 seul institut sur 2 sites (LS et NE)

```

            graph TD
            EPFL[EPFL] --- STI[STI - Sciences et Techniques de l'Ingénieur]
            EPFL --- SB[SB - Chimie, mathématiques, physique]
            EPFL --- IC[IC - Informatique et Communication]
            EPFL --- SV[SV - Sciences de la Vie]
            EPFL --- CDM[CDM - Collège du Management de Technologie]
            EPFL --- CDH[CDH - Collège des Humanités]
            EPFL --- ENAC[ENAC - Architecture, génie civil, environnement]
            STI --- IM[Institut de microtechnique]
            IM --- Stats[27 laboratoires  
30 professeurs  
575 employés  
954 étud. Ba+Ma  
250 doctorants]
            
```

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 12



IMT - Un institut sur deux sites



IMT à Lausanne (~345 personnes)



IMT à Neuchâtel (~230 personnes)

Collaborations

Hes·SO

Haute École Spécialisée
de Suisse occidentale
Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences and Arts
Western Switzerland

csem

Industrie



Organisation

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 15

IMT – Quelques chiffres

- Le plus grand institut de la faculté STI (Sciences et Techniques de l'Ingénieur) de l'EPFL
- Total de 575 collaborateurs sur deux sites
 - 345 personnes sur le campus de Lausanne
 - 230 personnes sur le campus de Neuchâtel
- 27 laboratoires
 - 15 sur le campus de Lausanne
 - 12 sur le campus de Neuchâtel actuellement, extension possible à 14 chaires dans le futur
- 30 professeurs
 - 17 sur le campus de Lausanne
 - 13 sur le campus de Neuchâtel
- 250 doctorants (PhD)
- 954 étudiants en cycles bachelor (BSc) et master (MSc)



Organisation

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 16

Outline

- Introduction
- Organization
- **Microcity**
- Research
- Education
- Tech transfer

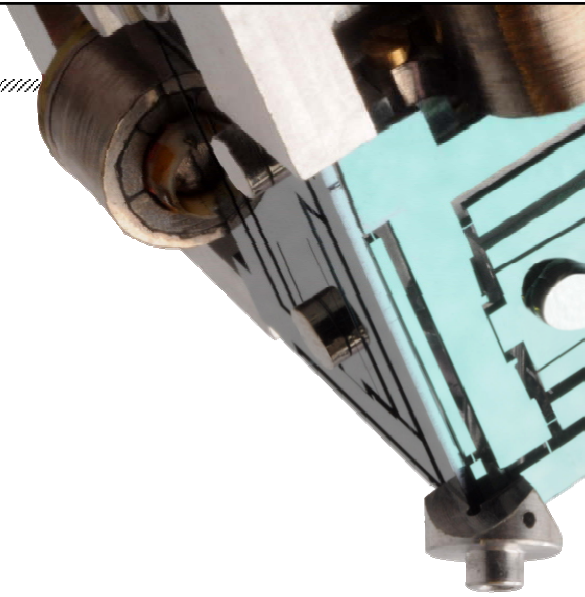


Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

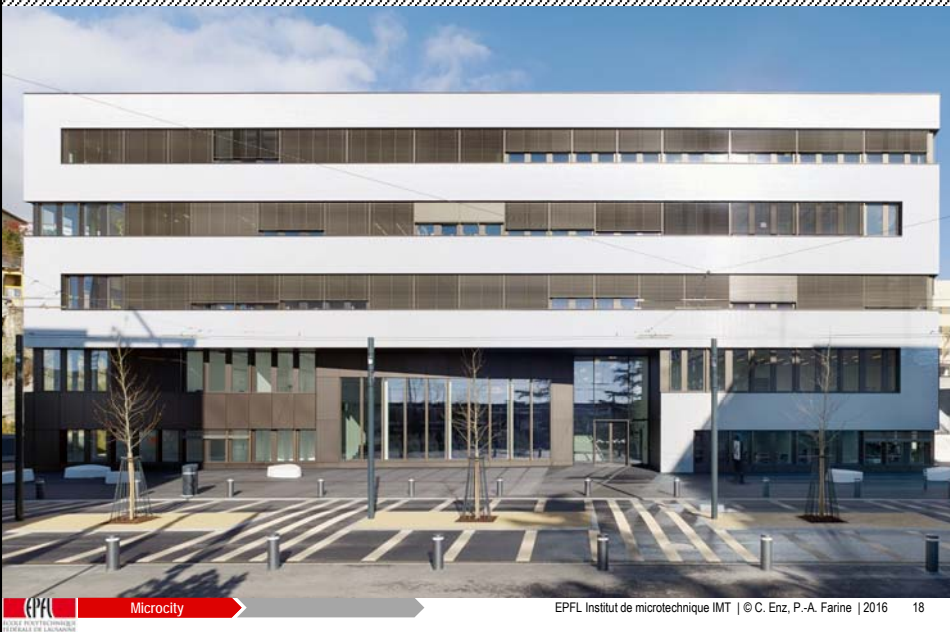


Microcity

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016

17

Le bâtiment Microcity à Neuchâtel



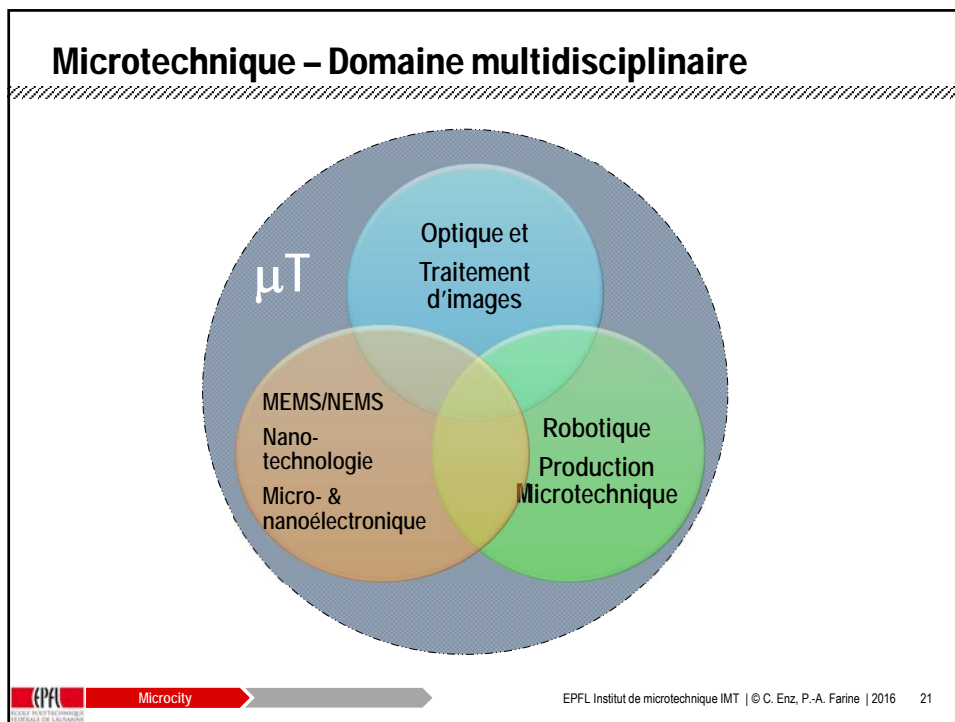
Microcity













EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016

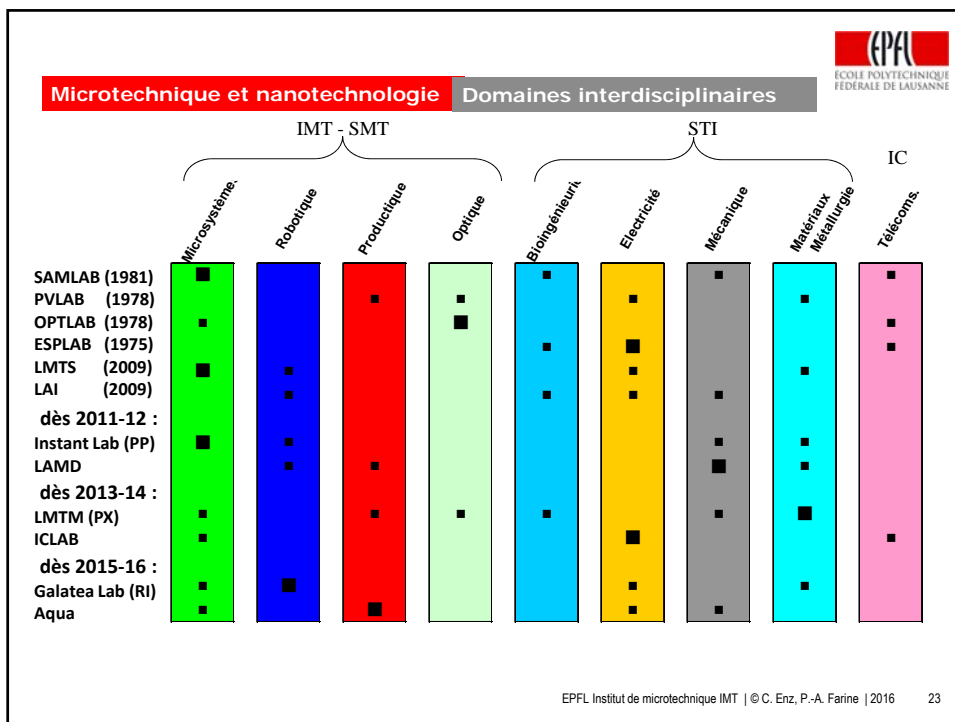
18

Le bâtiment Microcity à Neuchâtel





LAB	Professeur	233	Description
Galatea Lab Richemont Chair	 Y. Bellouard	9	Multiscale manufacturing technologies
LMTM PX Group Chair	 R. Logé	9	Microstructures in metals and alloys induced by thermo-mechanical treatments , link with structural and functional properties
PVLAB	 Ch. Ballif	44	Development of new processes and device structures for photovoltaics , ranging from material aspects to full demonstrators
OPT	 H-P. Herzig	21	Micro-fabrication of refractive and diffractive micro-optical components , birefringent optics, nano-scale optics
Instant Lab Patek Philippe Chair	 S. Henein	17	New mechanisms with kinematic and technological innovations at the cm scale for horology, robotics and aerospace applications
LAMD	 J. Schiffmann	22	Design and experimental investigation of small scale turbo machinery for decentralized energy conversion
LAI	 Y. Perriard	18	Modeling and design optimization of miniaturized rotating and linear electric and piezoelectric motors and actuators
SAMLAB	 N. de Rooij	11	Design, micro-fabrication and application of miniaturized silicon based sensors, actuators, and microsystems
LMTS	 H. Shea	23	Reliable MEMS , sensors and actuators for use on Earth as well as in Space using different MEMS technologies (polymer and Si)
ESPLAB	 P.-A. Farine	33	GNSS receivers, ultra precise miniature atomic clocks , UWB communication systems, ultra low power wireless transmission
ICLAB	 Ch. Enz	15	Ultralow-power (ULP) integrated analog, RF and digital circuits and systems, ULP radios, MEMS-based radios, inexact computing
ACQUA	 E. Charbon	11	High-speed 2D/3D optical sensing , embedded & reconfigurable processing architectures, SPAD and design optimization techniques



Plan

- Introduction
- Organisation
- Microcity
- Recherche
- Education
- Tech transfer

Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

EPFL **Recherche**

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 24

Microstructures Exemple pour l'horlogerie

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Engrenages micro-usinés pour l'horlogerie

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C.ENZ, P.-A. FAIRINE | 2016 25

Microtechnique Horloge atomique miniaturisée à microcellule césium

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Microcellule Cs avec gaz tampon (et absorbant)

Stabilité de fréquence de l'horloge

Averaging time τ (s)

SAMLAB LPM
LMTS
ESPLAB
OPT

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C.ENZ, P.-A. FAIRINE | 2016 26

IMT – MEMS et nanotechnologie

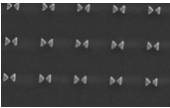
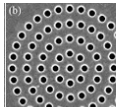
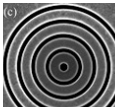
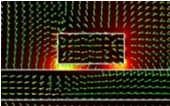
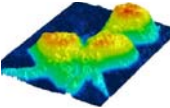
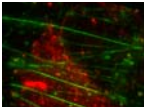

MEMS/NEMS			
MEMS optiques	Sondes MEMS-NEMS	Actuateurs MEMS	Laboratoires sur chip
MEMS biologiques			
Microtransducteurs	1 ^{er} AFM sur Mars Mission Phoenix (NASA -JPL- IMT)	MEMS flexibles	Nano-senseurs
Microélectronique			
Traitement de signal	MEMS pour injection d'encre	Nano formage basé avec des MEMS	
Couches minces			
Biosenseurs			




Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Faivre | 2016 27

IMT – Photonique et imagerie

Optofluidique			
Optique non-linéaire	Nano-antennes	Nanophotonique	
Collimateurs pour laser			
Microoptique	Modélisation		
Plasmonique			
Nanophotonique			
Méta-matériaux	Imagerie holographique	Microscopie de fluorescence	Cellules photovoltaïques



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Faivre | 2016 28

IMT – Robotique et Techniques de micro fabrication

Robotique de précision

Robotique biomédicale

Robotique parallèle

Robotique mobile

Robotique Bioinspirée

Algorithmes d'apprentissage

Techniques de production

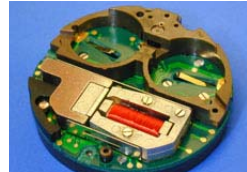
Robotique spatiale

Traitement d'images

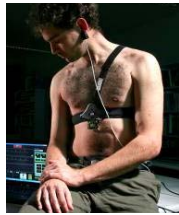
Vision intelligente



Stimulateurs chirurgicaux



Electro-actuateurs



Senseurs portables



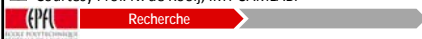
Robotique humanoïde



IMT – Structures en silicium comme composants horlogers



Courtesy Prof. N. de Rooij, IMT-SAMLAB.



IMT – Intégration de fonctionnalités diverses (capteurs)

- Systèmes intégrant de nombreuses fonctionnalités et caractérisés par une faible consommation (avec une autonomie exprimée en années)
 - Positionnement (GNSS = GPS + Galileo + Glonass + Compass(Beidou))
 - Communication sans fil (surveillance de paramètres médicaux, maintenance, ...)
 - Dictaphone avec mémoire embarquée pour codec et système de reconnaissance de la voix pour la commande et le contrôle de dispositifs
 - Montre à caméra intégrée avec traitement d'images



Courtesy Prof. P-A. Farine, IMT-ESPLAB.



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 31

EPFL STI IMT NE

Chaire Patek Philippe dès 2012



Simon Henein
Né le 2.4.1973, CH+Egypte
Marié, 2 enfants
Bac. C, Le Caire 1991
Ing. Microtech. EPFL, 1996
Dr ès Sciences EPFL, 2000

Simon Henein a été nommé par le CEPF professeur associé de microtechnique, le 28 septembre 2012. Les activités de recherche de Simon Henein sont focalisées sur la **conception et la mise en œuvre de systèmes mécaniques de précision**. De manière très créative, il a réussi à développer des programmes de recherche innovateurs dans de nombreux domaines d'application aussi divers que la robotique, l'aérospatial et l'horlogerie. Il a travaillé sur la conception et l'analyse d'un mécanisme pour le spectromètre à bord du télescope spatial James Webb de l'ESA/NASA. Il est également à l'origine de nombreuses innovations pour l'industrie horlogère suisse. Cette chaire est sponsorisée par la société Patek Philippe SA et a comme objectifs de développer des technologies de fabrication nouvelles aux échelles micro- et nanométriques, de créer des concepts et des matériaux haute performance pour l'industrie horlogère et de former des chercheurs et des scientifiques à la pointe de ces technologies. Début à l'IMT-NE (BRE 2) le 1^{er} novembre 2012.

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 32

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

EPFL STI IMT NE Chaîre Patek Philippe

S. Henein: Short Communication: Flexure delicacies

3

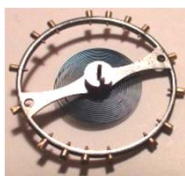
Figure 3. Working principle (using an offset shim) and photo of a monolithic Nanoconverter.

Figure 4. Left: rectilinear flexure mechanisms of the Mars Close-up Imager. Center: picture of the monolithic Butterfly Flexure pivot (angular stroke up to $\pm 15^\circ$; centre shift below 2 microns). Right: Butterfly Pivot equipped with a slaving plate.

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 33

IMT – Systèmes micromécaniques

- Nouvelles bases de temps mécaniques
 - Conception de dispositifs sans pivot, éliminant tout frottement entre deux surfaces et construction en silicium offrant un rendement d'un ordre de grandeur plus élevé dans le facteur de qualité, c-à-d. en réduisant fortement l'énergie dissipée et en améliorant potentiellement la précision chronométrique.
- Nouveaux échappements
- Nouvelles complications et systèmes d'affichage de l'information
- Remplacement d'organes existants par des systèmes ayant recours à des nouveaux matériaux et des nouvelles technologies
- Nouveaux équipements de production, d'assemblage et de caractérisation de mécanismes de montres



Courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 34



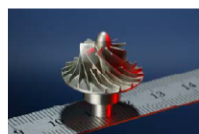
Jürg Schiffmann

Né le 4.01.1974, CH
Maturité C, Bienne, 1994
Ing. Méc. EPFL, 1999
Dr ès Sciences EPFL, 2008

Jürg Schiffmann a été nommé par le CEPF professeur assistant tenure track de génie mécanique le 28 septembre 2012. Ses activités de recherche sont axées sur la conception de systèmes mécaniques avancés et, en particulier, sur les machines tournantes à haute vitesse pour des applications dans le domaine de l'énergie. A travers des études expérimentales et numériques, il est devenu un expert reconnu de l'optimisation des paliers à gaz à haute vitesse et leur application aux pompes à chaleur. Ce domaine nécessite de fortes connaissances multidisciplinaires en conception mécanique, en thermodynamique, en turbomachines, en dynamique des rotors, ainsi qu'en simulation numérique et optimisation. Des applications diverses ont déjà été étudiées, telles que le forage, les compresseurs volumétriques et dynamiques ou les micro-générateurs de turbine à gaz. A l'aise aussi bien dans les environnements de recherche universitaire et industrielle, Jürg Schiffmann a contribué d'une manière directe au transfert de technologie dans son domaine d'expertise. Début à l'IMT-NE (JD1) le 01.01.2013.



Ill. 1 Comparaison des dimensions: le turbocompresseur développé par Jürg Schiffmann (à g.) et un compresseur traditionnel.



Ill. 2 La roue, l'une des pièces du turbocompresseur, a un diamètre de 20 millimètres.
Photo : Alain Herzog

Nouveau concept pour les compresseurs montés dans les pompes à chaleur

«swisselectric research award 2008»

Jürg Schiffmann, Laboratoire d'Energétique Industrielle (LENI), EPF Lausanne et Fischer Engineering Solutions AG, Herzogenbuchsee

Le turbocompresseur développé par Jürg Schiffmann constitue un grand progrès dans l'utilisation efficace des pompes à chaleur.

Optimisation intégrée grâce à une modélisation et un prototype

Grâce à des modèles informatisés, Jürg Schiffmann a optimisé les quatre composants du compresseur et leurs interactions de manière à optimiser au maximum l'efficacité: la roue, les paliers du rotor, le roulement à billes et le moteur électrique (voir ill. 2 et 3). Une modélisation a permis à Jürg Schiffmann de construire un prototype (voir ill. 1). Celui-ci se compose des quatre éléments optimisés, mais ne tient pas encore compte de l'intégration optimisée des diverses pièces. Ce prototype atteint déjà un taux de performance de 75% environ et confirme les valeurs théoriques calculées par le modèle. Grâce une intégration optimisée des pièces, l'efficacité devrait pouvoir s'élever à environ 80%.

Autre avantage du turbocompresseur développé par Jürg Schiffmann: Contrairement aux compresseurs traditionnels, celui-ci n'a pas besoin d'huile en tant que lubrifiant, ce qui permet de prolonger la durée de vie des pièces et de réduire encore davantage les coûts.

Situation laboratoires à Microcity : Chaire dès 2013

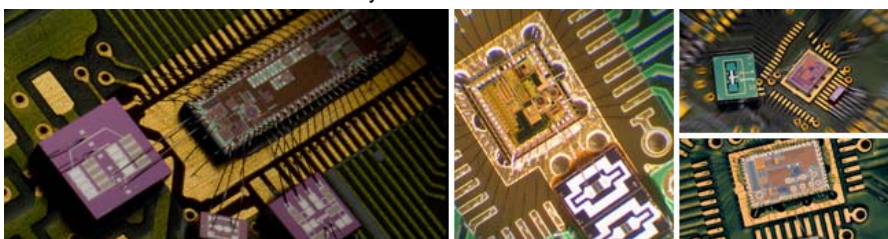
- Chaire ICLAB (11 collaborateurs), Laboratoire de circuits intégrés CMOS



Prof. Christian Enz, Professeur EPFL depuis le 01.01.2013

Champs d'expertise :

Conception de circuits intégrés CMOS à faible puissance,
 Conception de circuits intégrés RF-CMOS,
 Conception de circuits avec des MEMS,
 Modélisation de composants de semiconducteurs (EKV, BSIM,...),
 Circuits et systèmes inexactes et tolérants aux erreurs.



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Faine | 2016 37

Situation laboratoires à Microcity : Chaire dès 2014

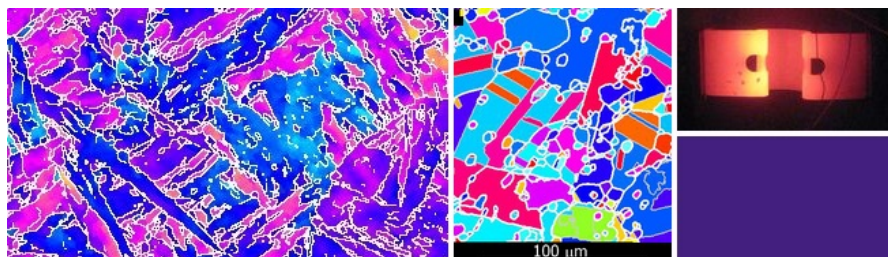
- Chaire PX (11 membres), Chaire de métallurgie thermomécanique LMTM



Prof. Roland Logé, Professeur EPFL depuis le 01.01.2014

Champ d'expertise :

Métaux et alliages
 Phénomènes de microstructures
 Traitement thermiques et mécaniques
 Recristallisation et croissance des grains



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Faine | 2016 38

EPFL IMT-NE Signature PX-EPFL pour chaire PX à l'IMT-NE

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

04.10.2012, PAF

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 39

Nanosciences et ingénierie des matériaux et métallurgie

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

« There is Plenty of Room at the Bottom »
 Il est attribué à **Richard P. Feynman (Prix Nobel de physique 1965)** le mérite d'avoir reconnu dès 1959 l'importance des **nanosciences en tant que nouvelle discipline révolutionnaire pour l'ingénierie des matériaux.**

Magn 187x IMT 100 µm

Fabrication « Top-Down » d'une microstructure sur une plaquette de Si

Fabrication « Botton-Up » d'une nanostructure par Dip-Pen Nanolithography (DPN) avec AFM

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 40



Matériaux

Nouvelles techniques de fabrication (1)

Apparition de nouvelles techniques de fabrication pour systèmes micro-électromécaniques (MEMS), en particulier pour des petits dispositifs miniaturisés portables dans le domaine de la microtechnique, de la nanotechnologie avec des applications par exemple en horlogerie (boîtiers de montres), en télécommunications (résonateurs miniatures), en bio ingénierie (implants biomédicaux).












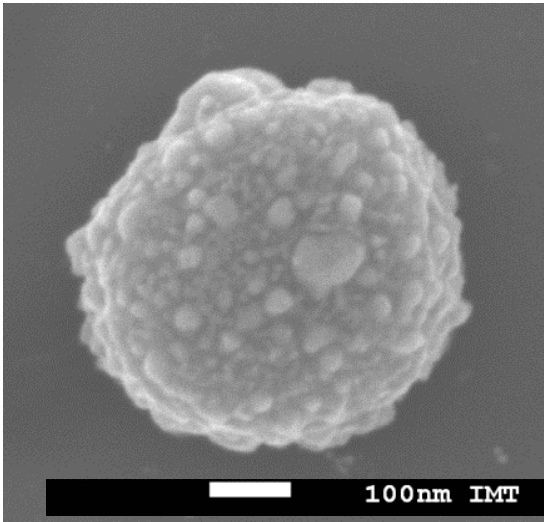
Les applications de ces techniques de fabrication couvrent des fonctionnalités possibles depuis des dimensions micrométriques aux nanométriques. Exemples : reproduction de formes pour MEMS, mousses métalliques amorphes, verres métalliques massifs, formage thermo plastique.

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C.ENZ, P.-A. FAIRNE | 2016 **41**



Matériaux

Nouvelles techniques de fabrication (2)



Réalisation de matériaux à indice de réfraction négatif avec une émulsion de nanoparticules d'encres (12 nm Ag) et un matériau hôte polymère pour réaliser des méta-atomes stables. OPT, H.-P. Herzig

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C.ENZ, P.-A. FAIRNE | 2016 **42**

Situation laboratoires à Microcity : Chaire dès 2015

- Chaire Richemont (10 members), Chair in Multiscale Manufacturing Technologies



Prof. Yves Bellouard, Professeur EPFL depuis le 01.01.2015

Champs d'expertise : Microfabrication
 Traitement laser Femtoseconde
 Smart materials
 Conception de systèmes à l'échelle du micron

“Notre recherche se concentre sur l'adaptation des structures matérielles en utilisant des lasers ultrarapides et sur le matériel de structuration à l'échelle du micron en utilisant des moyens non conventionnels. Un intérêt particulier est porté sur de nouveaux concepts pour transformer des matériaux simples dans des dispositifs fonctionnels complexes.”



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 43

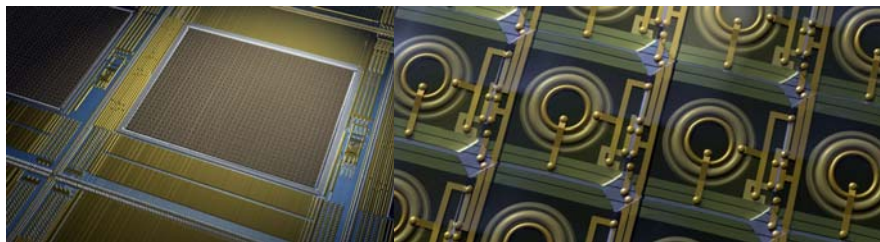
Situation laboratoires à Microcity : Chaire dès 2016

- Chaire AQUA (11 collaborateurs) – Architectures QUAntiques



Prof. Edoardo Charbon, Professeur ordinaire EPFL depuis le 01.01.2016

Champ d'expertise : Microélectronique
 Imagerie et biophotonique
 Architectures quantiques
 Computer-Aided Design CAD



Recherche

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 44

Plan

- Introduction
- Organization
- Research
- **Education**
- Tech transfer
- Microcity

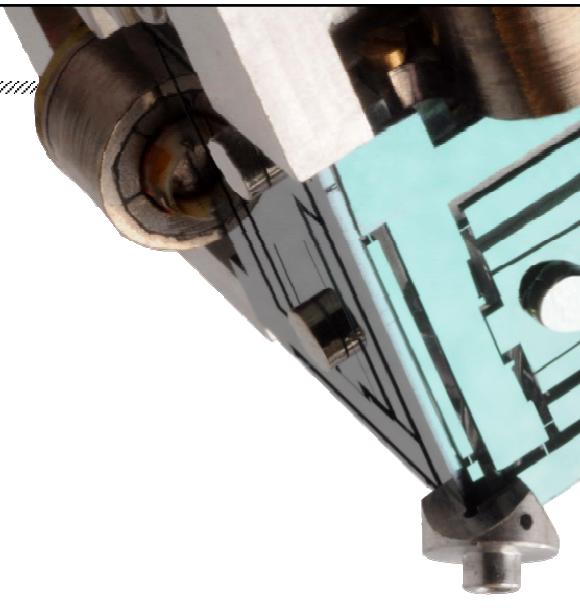



Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 45

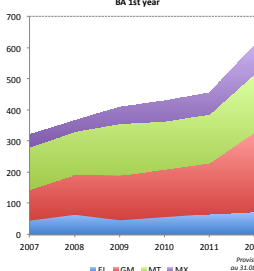
IMT – Microtechnique : Un curriculum à succès



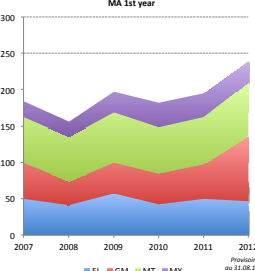
70 Masters en microtechnique délivrés en 2013

Nombre d'étudiants :
 Bachelor en 1^{ère} année
 Master en 1^{ère} année

BA 1st year




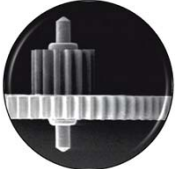
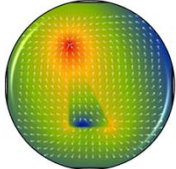
MA 1st year



EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 46

IMT – 3 piliers des programmes doctoraux en microtechnique

- ~200 doctorants (~50 hors des 3 piliers de programmes doctoraux)

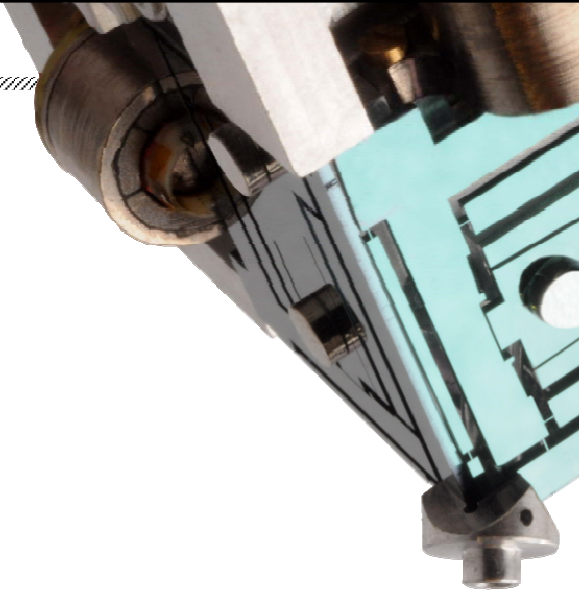
 <p>Robotique & Production microtechnique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultra precision robotics • Biomedical robotics • Parallel robotics • Mobile robotics • Bio-Inspired robotics • Learning algorithms • Production technologies • Space robotics • Image Processing • Smart Vision <p style="color: red;">• 48 PhD students</p>	 <p>MEMS & Nanotechnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • MEMS • Optical MEMS • Microelectronics • Signal processing • Thin films • Sensors • Actuators • BioMEMS • Biosensors <p style="color: red;">• 66 PhD students</p>	 <p>Optique & Imagerie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optofluidics • Non-linear optics • Laser Tweezers • Microoptics • Plasmonics • Nanophotonics • Meta-materials <p style="color: red;">• 33 PhD students</p>
---	--	---

Education

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 47

Plan

- Introduction
- Organization
- Microcity
- Research
- Education
- **Tech transfer**




Transfert de technologie

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 48


Image courtesy Prof. S. Henein, IMT-Instant Lab.

Relations industrielles et transfert de technologie


- Industrie horlogère
- Ingénierie de précision
- Transports
- Consommables
- Energie
- Télécommunications
- Santé
- Médicaments




Transports




Assemblage




Transports




Commutateurs Optiques




Périphériques IT



Panneaux solaires

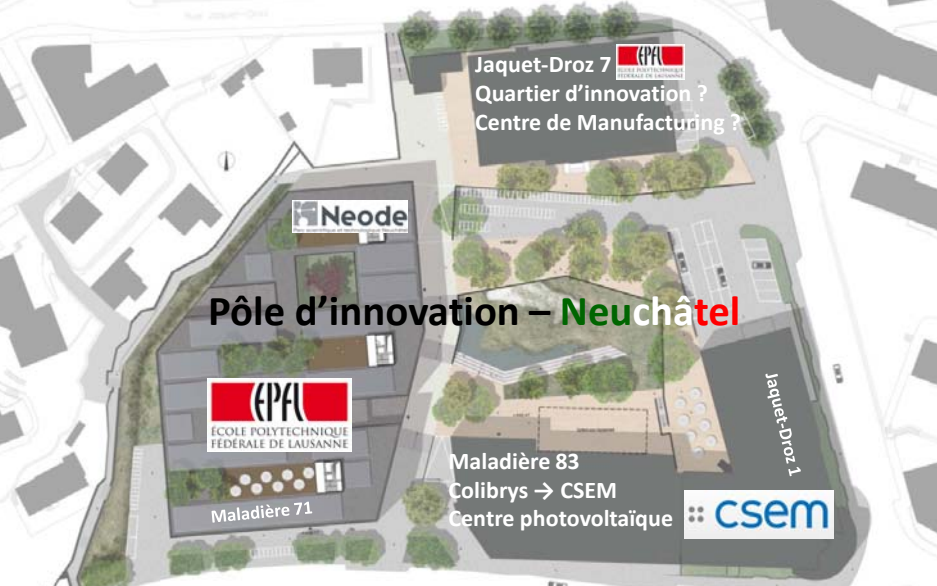


Micro pompes



Transfert de technologie

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016 49


Extension du site de Microcity – Les ingrédients de l'innovation



Pôle d'innovation – Neuchâtel



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE



EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016

50



**Collégium International SMYLE
(SMart sYstems for a better Life)**

**Signature de la Convention CNRS – EPFL :
10 octobre 2013, UFC, Besançon**




 ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE




 UNIVERSITÉ
DE FRANCHE-COMTÉ




 université de technologie
Belfort-Montbéliard


CNRS - EPFL

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016

51

Plateforme CMi - Centre de Micro et nanotechnologie

Lithographie

Thin film processes

Dry etching


Wet etching


Characterization

Electron Beam Lithography

Focused Ion Beam Lithography

User lab
Experienced staff
Education
Research & Development






Extend towards flexible micro/nanofab for soft matter

➔

CMi+


Transfert de technologie

EPFL Institut de microtechnique IMT | © C. Enz, P.-A. Farine | 2016

52

IMT - Miniaturisation d'appareils – Quelques perspectives



Merci pour votre attention !

