



Optics fibers sensor : application to the surface topography with mesoscopic accuracy ($\sim 0.1 \mu\text{m}$)

Yasser Alayli



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

France-Lebanon cooperation

CEDRE project

1998 - 2002

Title : Precision machining of materials for industrial applications

France : Y. Alayli,

P. Wagstaff, G. Beranger, A. Charara, Ph. Revel, S. Topçu, D. Wang, R. Dib, P. Juncar (INM-CNAM)

Lebanon : I. Mougharbel,

A. Ghourayeb, C. Nasr, R. Younes

& N. Soud (Amilieh Technical School of Beirut)

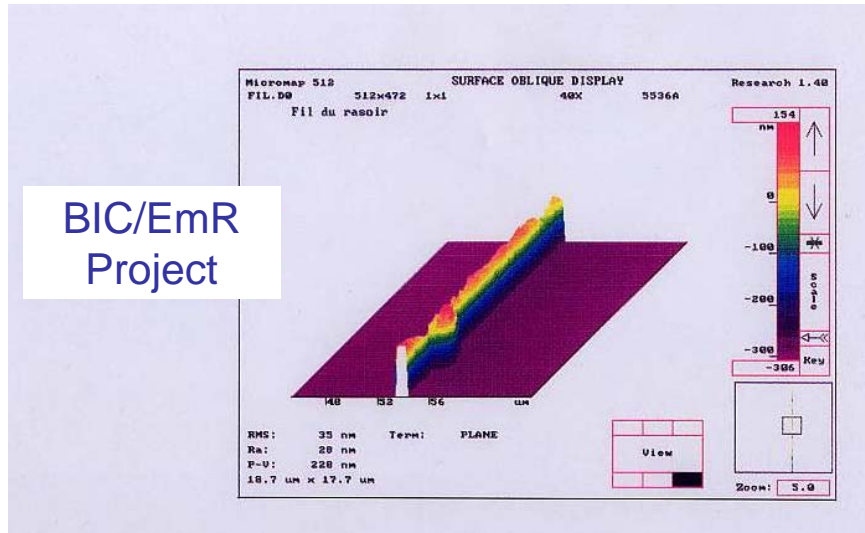
Some of results

2 PhDs -UTC-,
3 DEA (Master) -UTC & FGUL-
10 Engineer Projects -FGUL, UTC, Versailles, EPF, Supélec, Orsay-
& 2 EP -Technische Universität of Braunschweig-

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Industrial problem at the mesoscopic scale

BIC/EmR Project

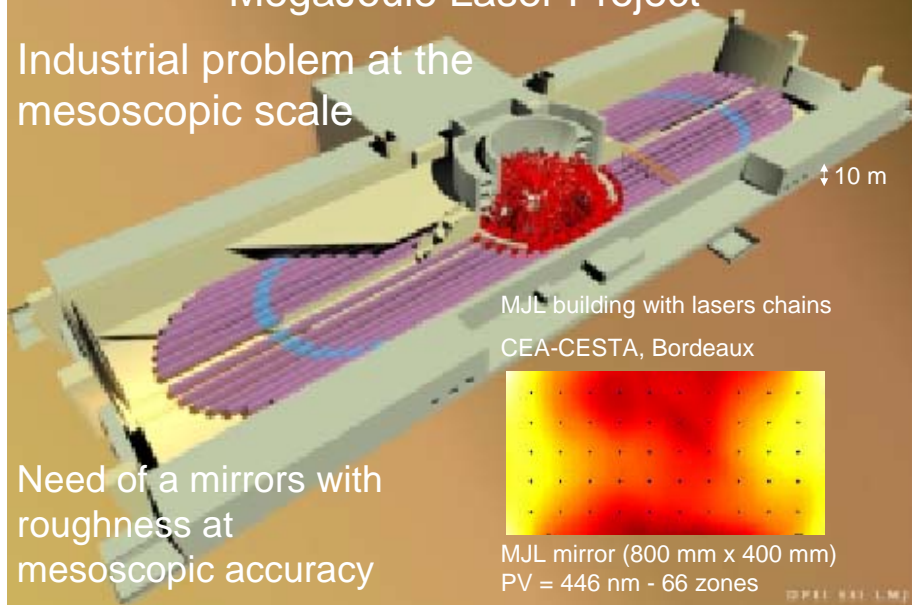


Need of a razor blade : width ~ 1 μm with 0,1 μm accuracy

Tempus-FINSI, TS2, Engineering Faculty-Tripoli, 1-7 September 2004

MegaJoule Laser Project

Industrial problem at the mesoscopic scale



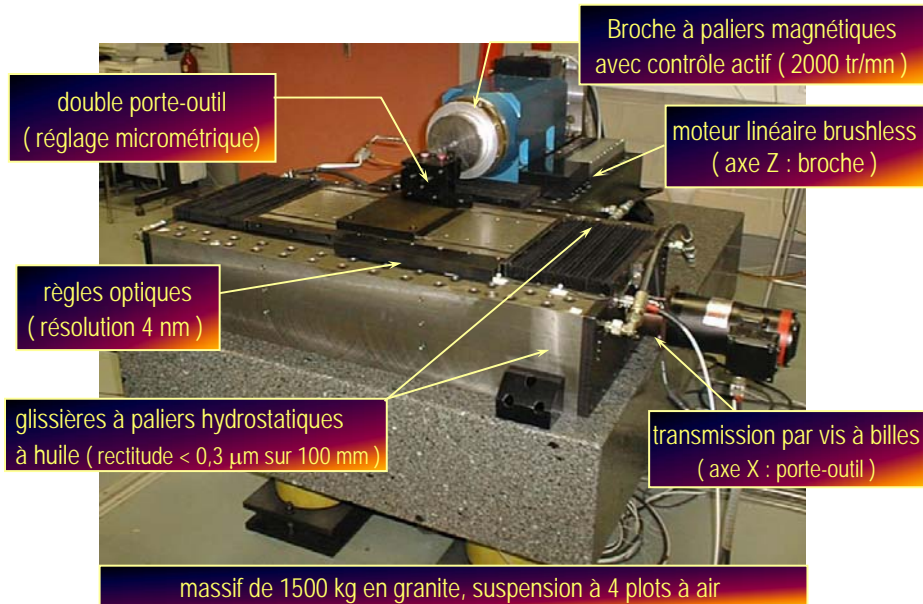
MJL building with lasers chains
CEA-CESTA, Bordeaux

Need of a mirrors with roughness at mesoscopic accuracy

MJL mirror (800 mm x 400 mm)
PV = 446 nm - 66 zones

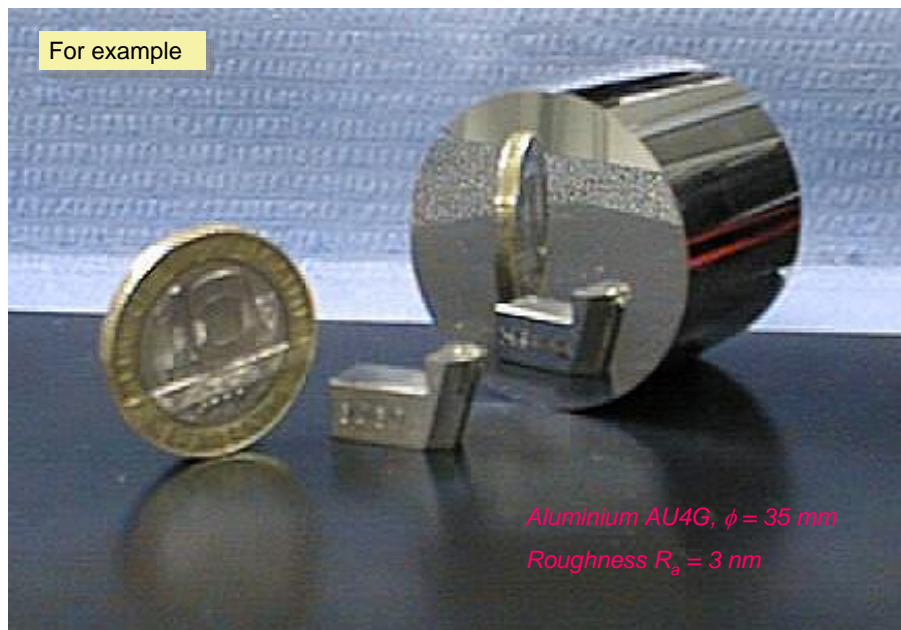
Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Diamond machining machine – Société Européenne de Propulsion



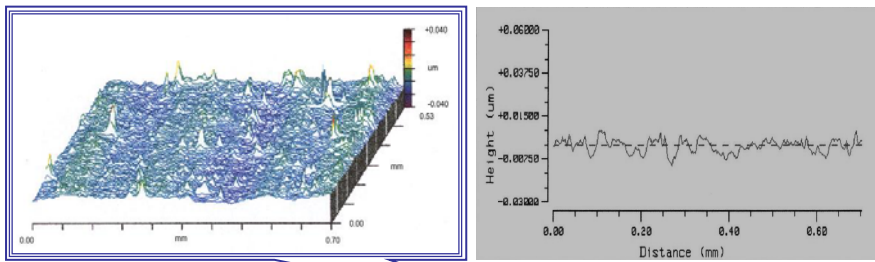
Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

For example



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Optimal conditions of turning \Rightarrow High quality of surfaces

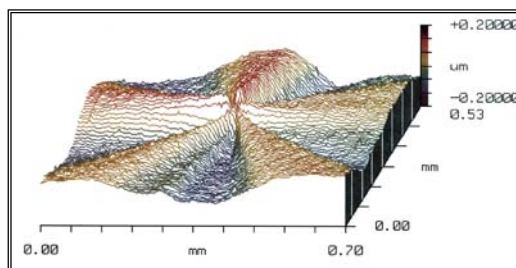
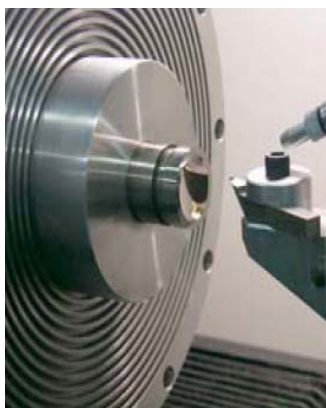


\Rightarrow $R_a = 3 \text{ nm}$ on $400 \mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

But, at the mesoscopic scale !

Error of precession

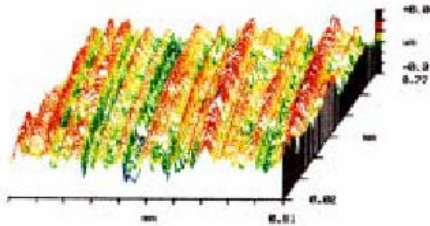


Precession around of the Z axis

\Rightarrow Form defaults

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

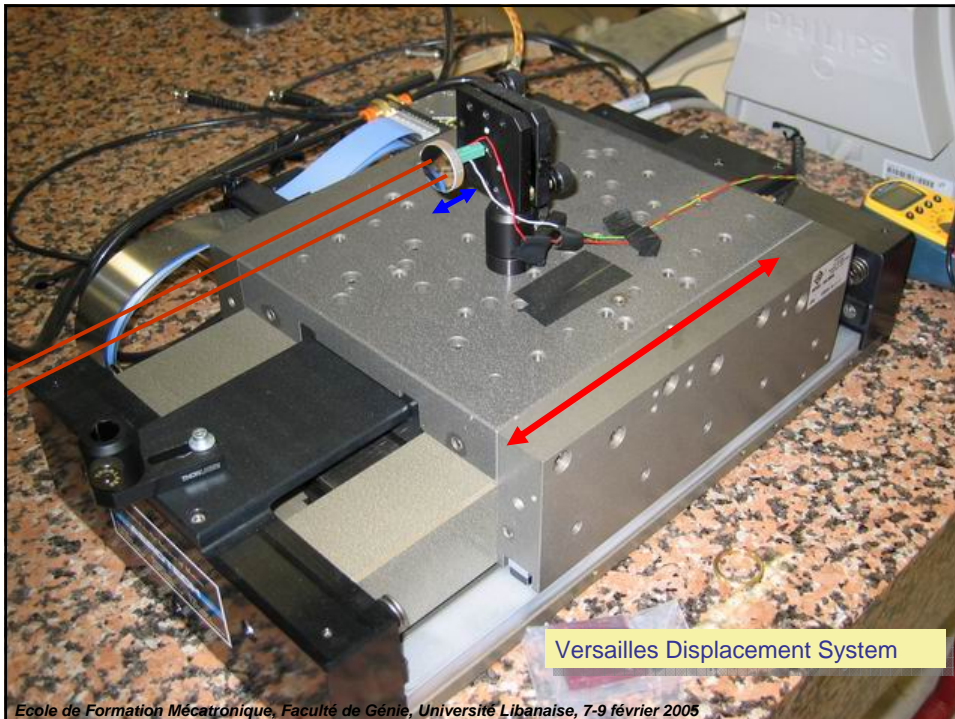
MOORE Machine
ME18AG
FRAMATOME-CEA
Goupe MECASEM



ZnSe, Ra = 2,1 nm

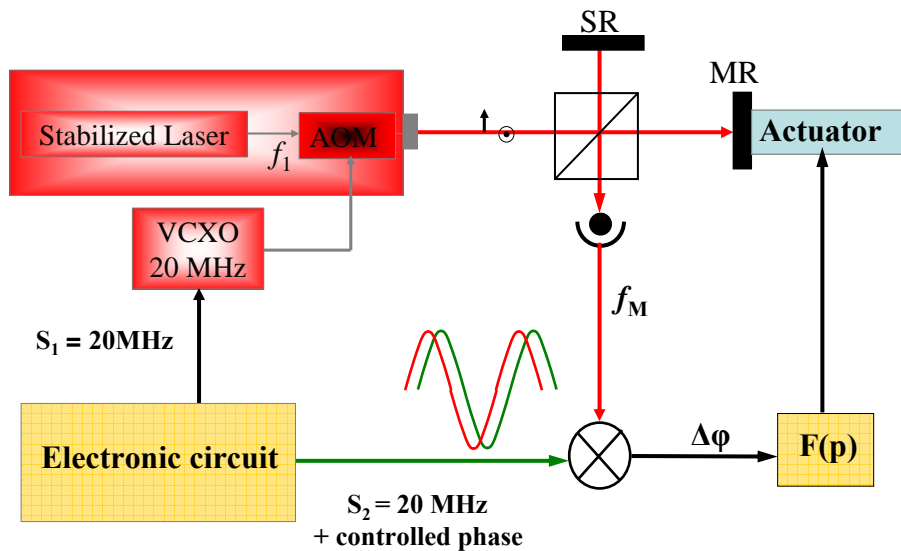


Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Displacement control



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Traceable step value

Laser He-Ne Zygo calibrated at BNM-INM

$$\lambda = 632,991\,528\,(1)\text{ nm}$$

Phase steps of $2\pi/32$

Position step : $4,945\,246\,312\,(8)\text{ nm}$

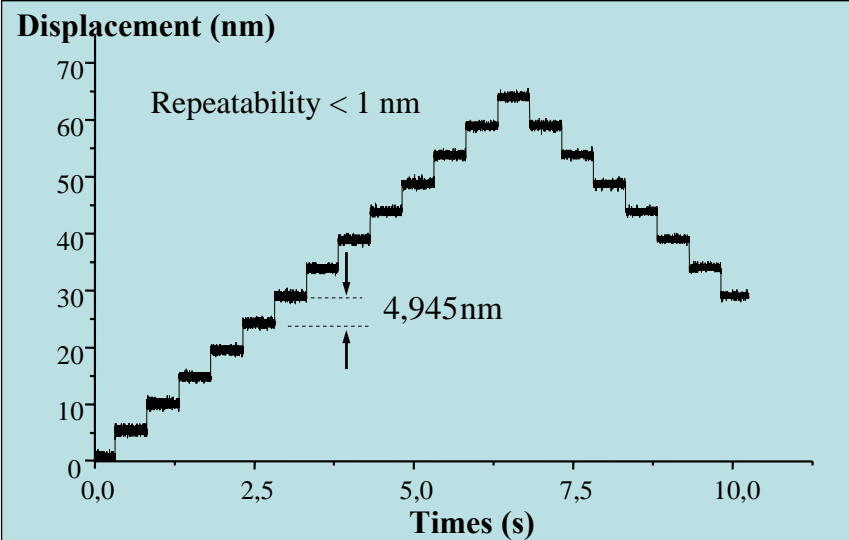


Vue partielle de la chaîne de synthèse de fréquences fonctionnant au BNM / Observatoire de Paris, et assurant la liaison entre les réalisations de la seconde et du mètre.

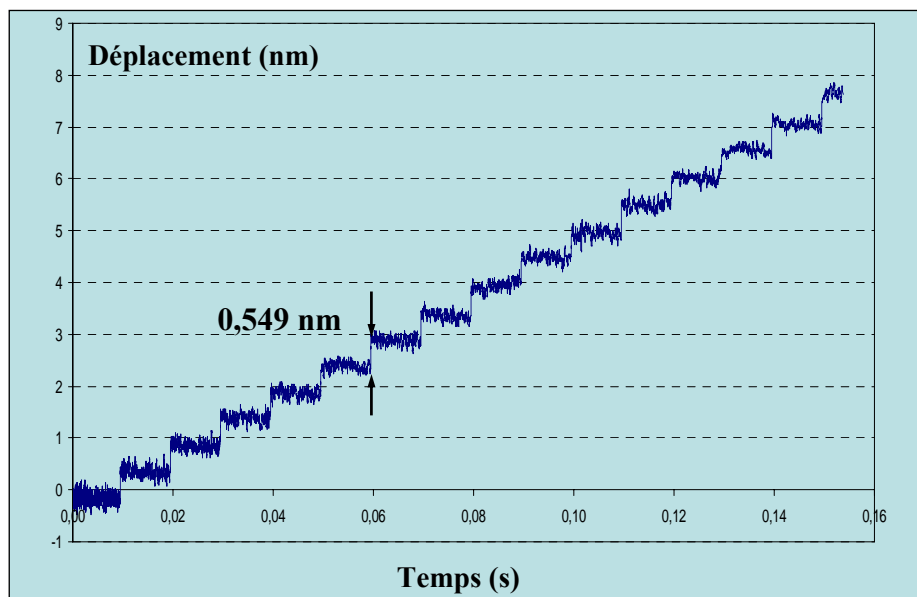
- le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ de seconde

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

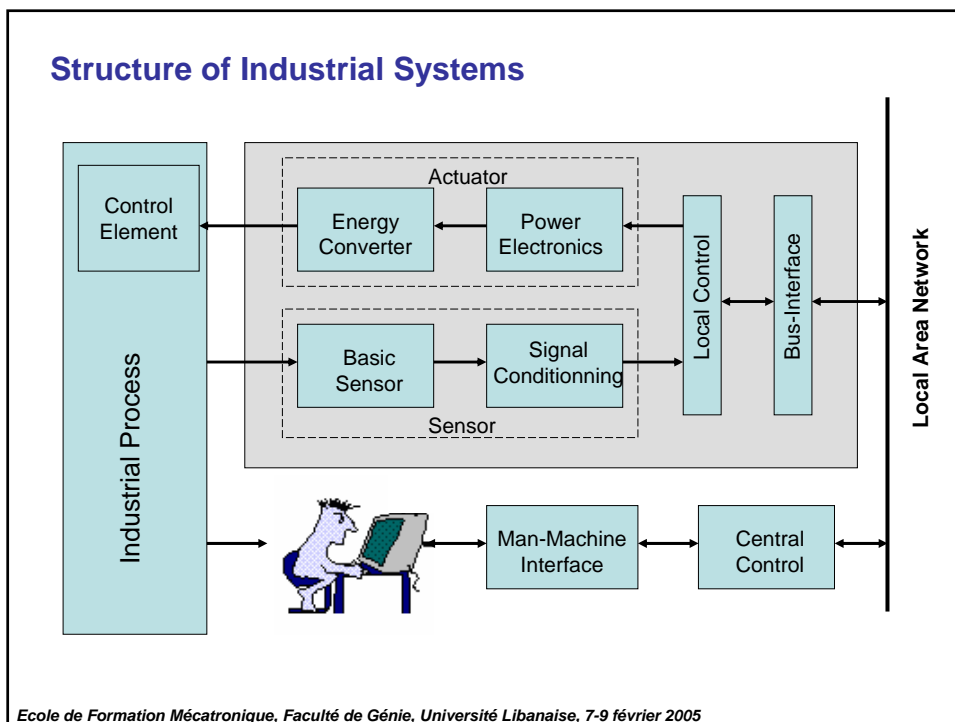
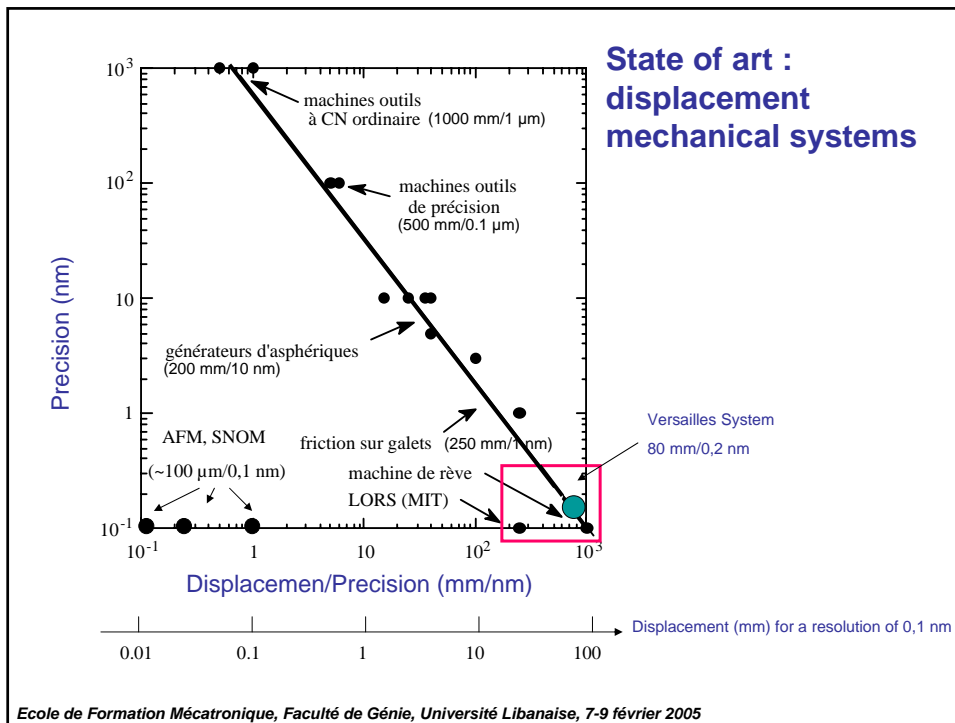
- Experimental results



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005



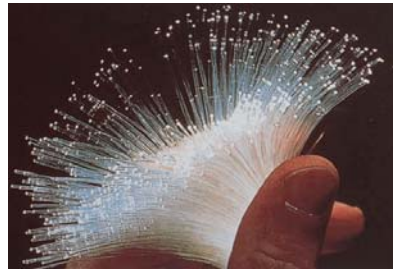
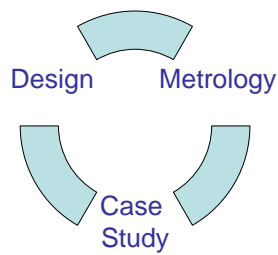
Aim Measure in situ of the machining surfaces roughness

Metrological approach

How to assure the **reliability**,
traceability, **repeatability** and
reproducibility of the sensor?

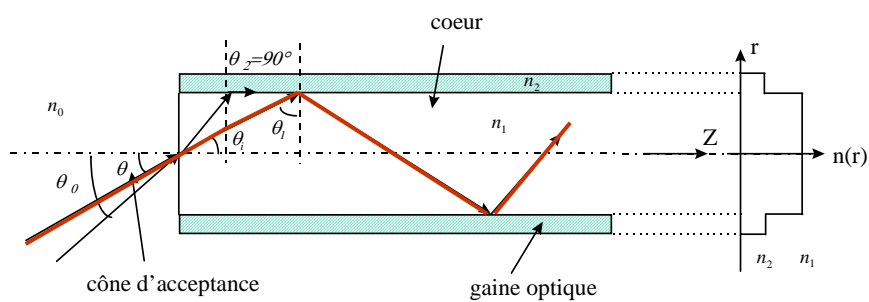
Integration of the
Measure/Control function

Which sensor ?



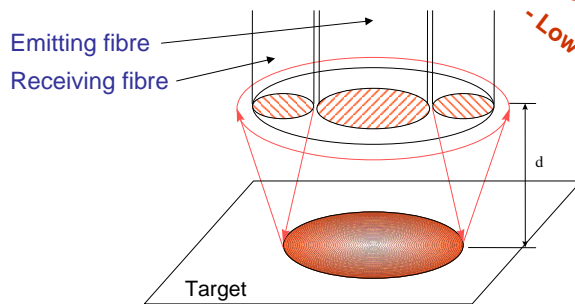
Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Propagation modes in multimode optic fiber

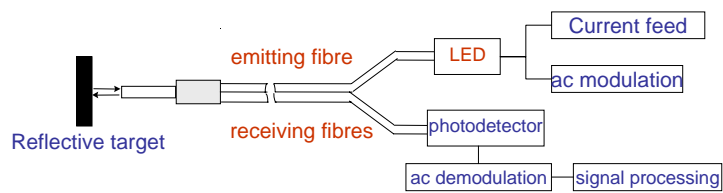
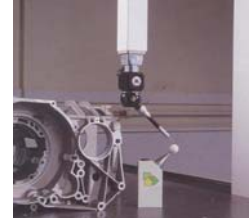


Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Fibres optiques displacement sensor

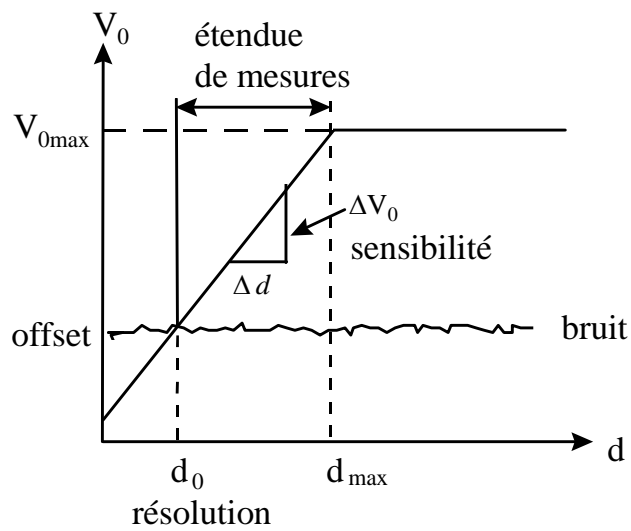


- Without contact
- Use an optical method
- Low cost



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

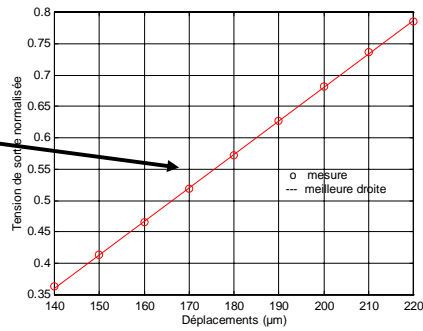
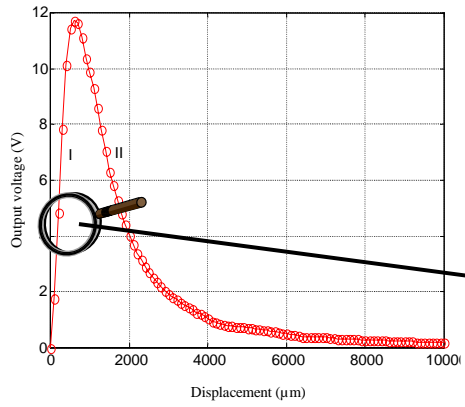
Quelques caractéristiques statique d'un capteur



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

METROLOGY

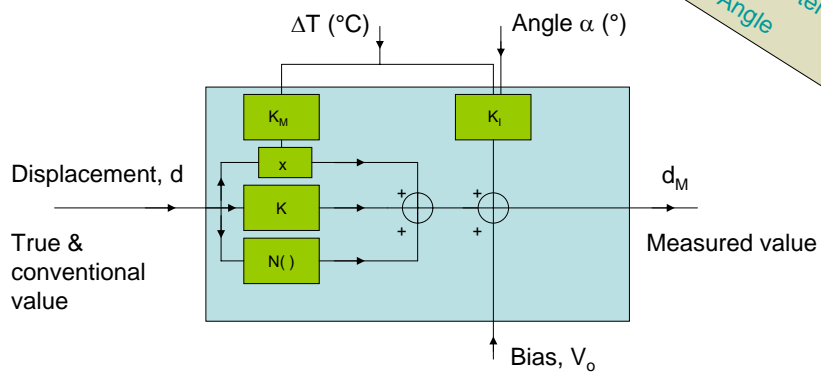
BNM calibration of the sensor



R. Dib et al, Measurement, vol. 35 (2004) 211-219

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

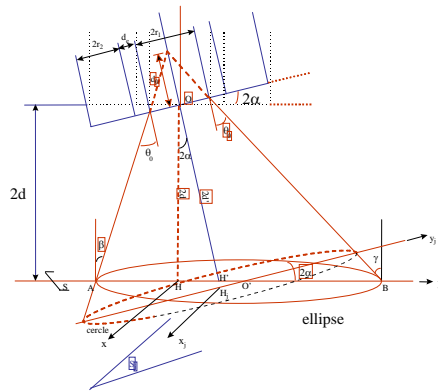
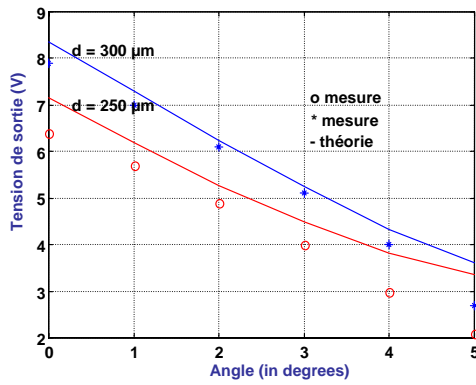
Mathematical model



$$d_M = Kd + N(d) + V_o + K_M d \Delta T + K_{I1} \Delta T + K_{I2} \alpha$$

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

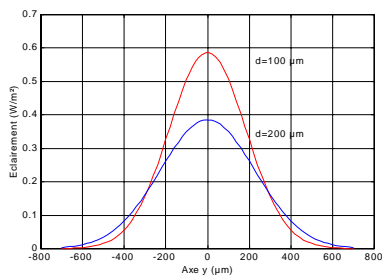
Angle influence



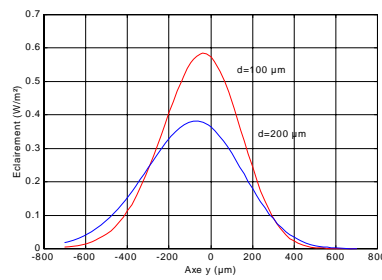
Angle influence the zero value of the sensor response only

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Form of the light spot at the target



$\alpha = 0^\circ$

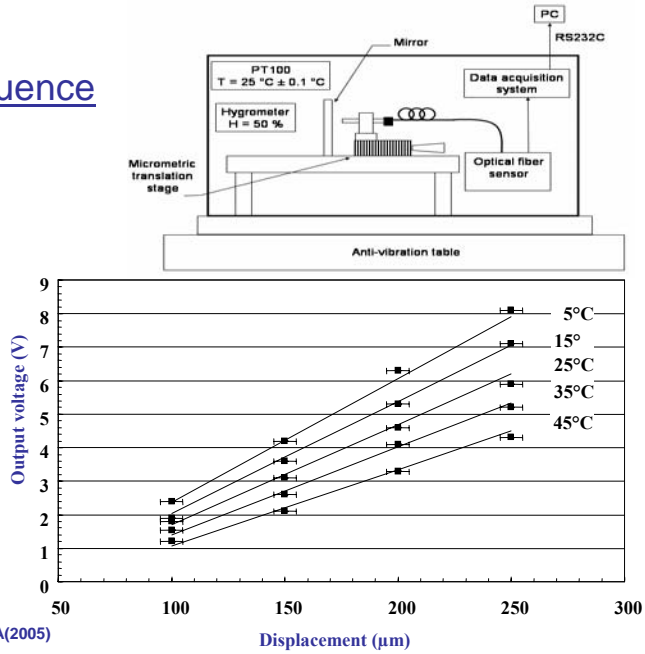


$\alpha = 5^\circ$

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Temperature influence

Temperature influence the slope and the zero value of the sensor response

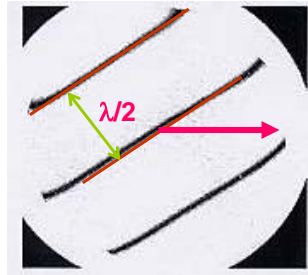


Y. Alayli et al, Sensors and Actuators A(2005)

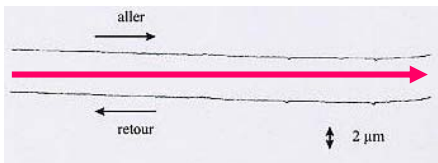
Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Mirror reference

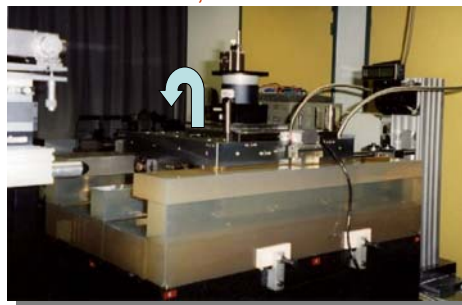
(a) Fizeau interferogram from IOTA



$$\lambda = 632,991458\text{ nm}$$

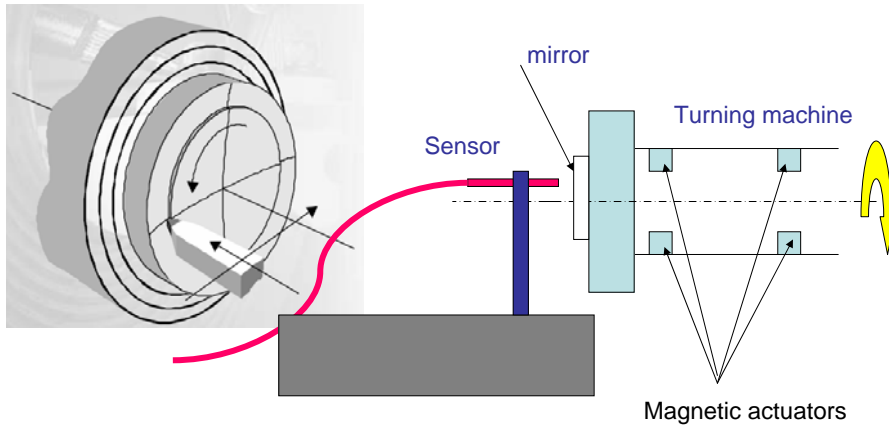


(b) Profile of the mirror with our sensor



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

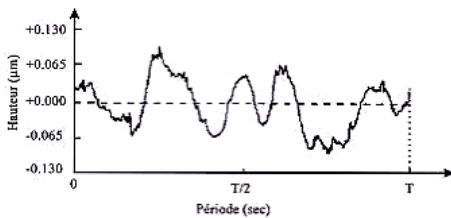
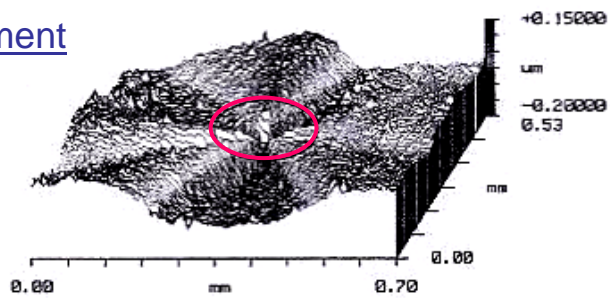
In-situ experimental procedure



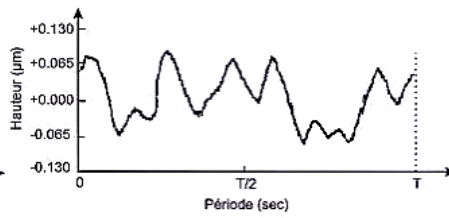
Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

Profile measurement

Y. Alayli et al, Sensors and Actuators A,
vol. 116 (2004) 85-90

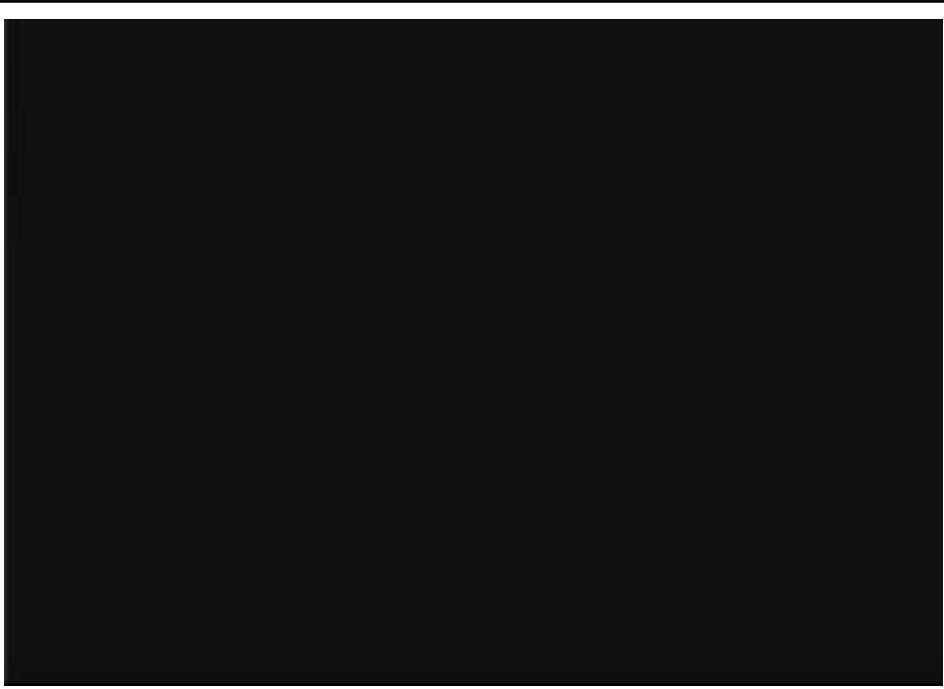


(a) Scanning White light
Interferometer Microscope
Zygo New-view 200



(b) Our sensor

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005



Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005

1. http://www.nomade.tiscali.fr/cat/nature_sciences/ingenierie/genie_mecanique_i/index2.shtml
2. <http://jmburg.free.fr>
3. <http://www.mygale.org/02/runn2/>
4. <file:///G:/H2O/m%E9tologie%20des%20capteurs,%20tout%20ce%20qu'il%20faut%20savoir.htm>

Ecole de Formation Mécatronique, Faculté de Génie, Université Libanaise, 7-9 février 2005