

*Technologies de pointe en Israël
nanotechnologie, énergie solaire, ...*



Th. Dana-Picard

Jerusalem College of Technology

02/02/2014 – Israël aujourd'hui et
demain – KKL Paris

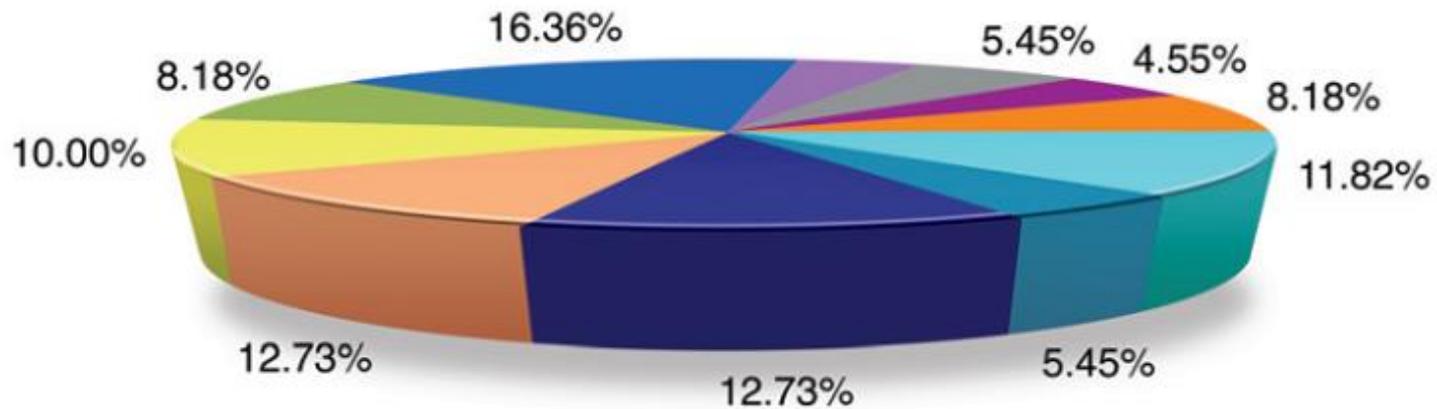


Ecole d'Ingénieurs Science et Torah

- Plus de 4200 étudiant(e)s sur 3 campus
- 3500 étudiant(e)s en 1^e et 2^{eme} cycle
- 700 étudiant(e)s en année préparatoire et en programmes péri-universitaires
- 600 jeunes femmes en cursus d'ingénierie High-Tech
- 1500 étudiant(e)s du monde orthodoxe
- 170 étudiants en Atouda
- 88 en Atouda 'Haredit

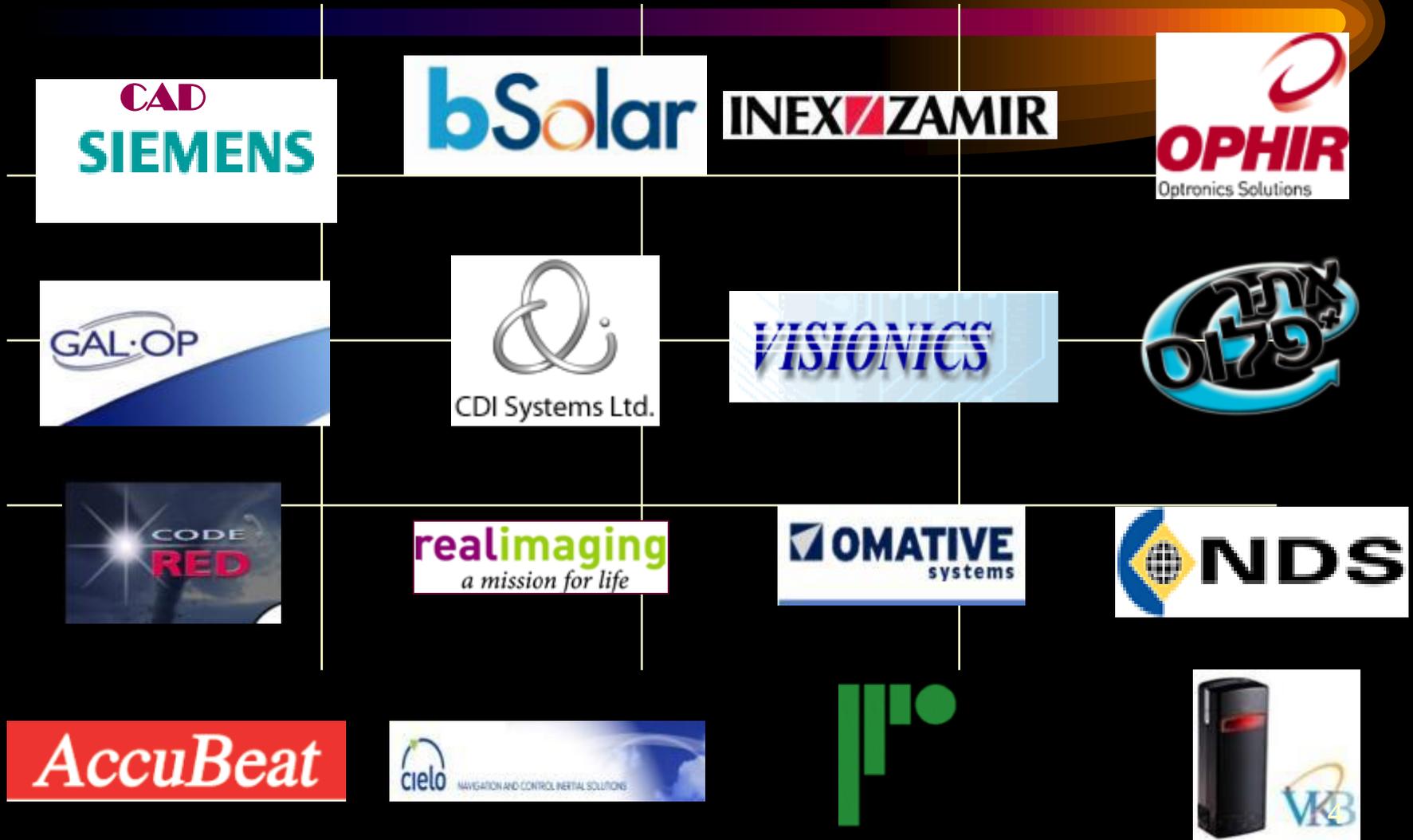


Institution de Recherche



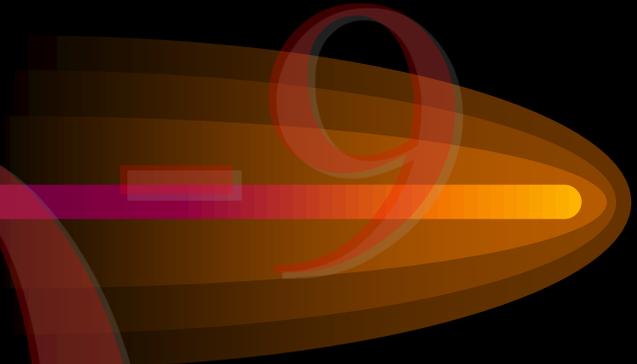
- | | | | |
|---------------------------|-------------|--------------------------|------------------------|
| Electro-optic engineering | Electronics | Bioinformatics | Judaism |
| Computers | Mathematics | Management and Marketing | Industrial Engineering |
| Medical Engineering | Nursing | Alternative Energy | |

Plus de 60 sociétés ont été créées par des chercheurs de JCT et des anciens élèves



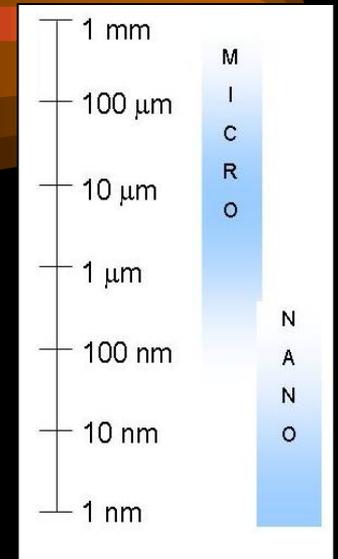
10

***Nanosciences et
nanotechnologies***



Qu'appelle-t-on nanotechnologie?

- Du grec *νάνος* = nain, “nano” signifie 10^{-9} (=0.000000001) i.e. un milliardième de mètre, de gramme, etc
- **Nanosciences** = étude des phénomènes et de la manipulation de la matière aux échelles atomique, moléculaire et macromoléculaire, où les propriétés diffèrent sensiblement de celles qui prévalent à une plus grande échelle (propriétés quantiques)
- On peut utiliser ces effets pour développer de nouveaux matériaux, de nouveaux objets.



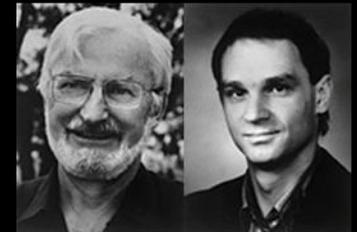
Qu'appelle-t-on nanotechnologie?

- **Nanotechnologies**: concernent la conception, la caractérisation, la production et l'application de structures, dispositifs et systèmes par le contrôle de la forme et de la taille à une échelle nanométrique.
- Le potentiel des nanotechnologies a été expliqué le 29 décembre 1959, dans un discours remarqué de **Richard Feynman**, Prix Nobel de Physique, devant la Société américaine de Physique : « There's Plenty of Room at the Bottom »



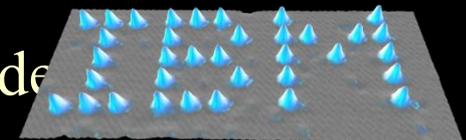
Quelques étapes marquantes

1971 introduction du terme “nanotechnologie”: par Norio Taniguchi



The Nobel Foundation

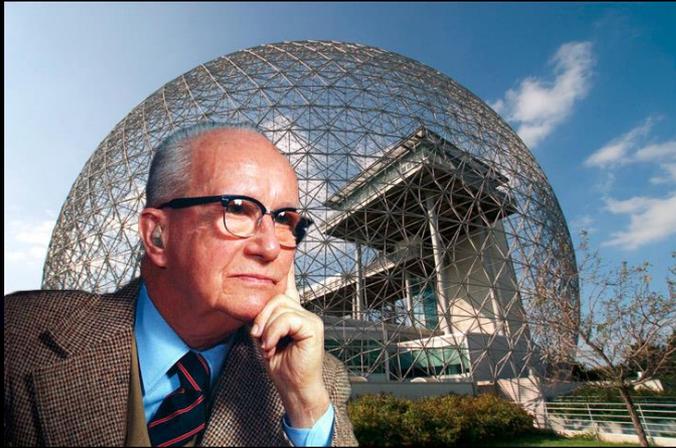
1981 invention du microscope à effet tunnel (Scanning Tunnelling Microscope - STM) par Binnig and Rohrer



Plus tard: des ingénieurs d'IBM “écrivent” avec des atomes de Xenon

1986 Richard Smalley, Robert F. Curl (Université Rice, Houston) et Harold W. Kroto (Université de Sussex) découvrent les Fullerènes (C_{60})





Buckminster Fuller

1895 – 1983

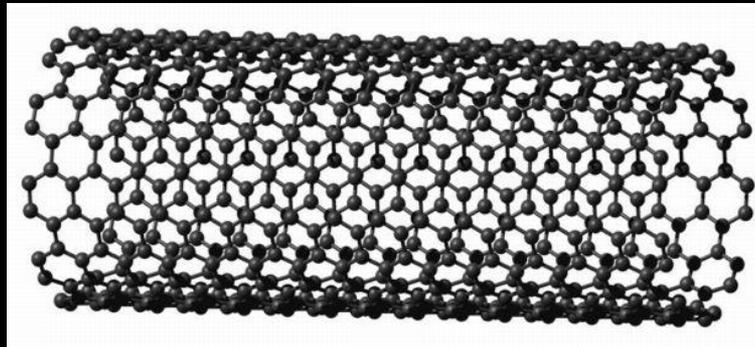
- 28 brevets
- 28 livres
- 47 diplômes d'honneur.
- Son artifact le plus connu, le dome géodésique, a été construit plus de 300.000 fois dans le monde,
- Sa plus grand influence:des générations de designers, architectes, scientifiques and artistes oeuvrant pour un développement durable.



Quelques étapes marquantes

1990 Huffman et Kramer (Université de Heidelberg), mettent au point un procédé de synthèse permettant l'obtention de ces molécules en quantités macroscopiques.

1996 Les nanotubes sont identifiés dans un sous-produit de synthèse des fullerènes



Fullerènes et santé

- Les fullerènes sont produits:
 - Naturellement en petites quantités dans les feux.
 - Dans les suies de vaporisation du graphite par rayonnement laser
 - Dans les émissions des moteurs diesel.
- Utilisations:
 - Domaine pharmaceutique.
 - Microélectronique.
 - Biologie.

Graphène

- Matériaux en deux dimensions : matériaux arrangés en feuilles d'une seule couche et de l'épaisseur d'un seul atome. Le plus fameux de ces matériaux 2D est sans aucun doute le **graphène**. C'est une feuille de carbone de l'épaisseur d'un atome de carbone où les atomes de carbone sont disposés en structure hexagonale. Il a des propriétés exceptionnelles telles que haute conductivité électronique, bonne stabilité thermique, et excellente résistance mécanique. Le prix Nobel 2010 de physique a été attribué à A. Geim et K. Novoselov de l'Université de Manchester pour leurs travaux sur le graphène.



En quoi les nanotechnologies sont-elles importantes?

Applications des nanotechnologies

- Elles influencent pratiquement tous les domaines

Medecine
and
Sante

Information
Technology

Energy
Production
/ Storage

Materials
Science

Food, Water
and the
Environment

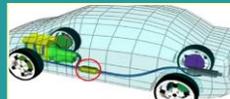
Instruments



Drug
delivery



GMR Hard
Disk



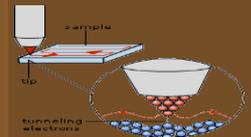
Hydrogen
Fuel Cells



Lightweight
and strong



Remediation
methods



Tunneling
microscopy

Source: commission européenne

<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2007/79/europecolnano.htm>

En médecine



- Traitement du cancer
- “Livraison ciblée” de médicaments dans le corps: des nano-diamants assurent une distribution étalée d’un médicament (une prise pour un mois)
- Transplantations d’organes: utilisation de cellules souches
- Assistance au diagnostic: des nano-particules d’or réagissent avec le virus
- Etc.

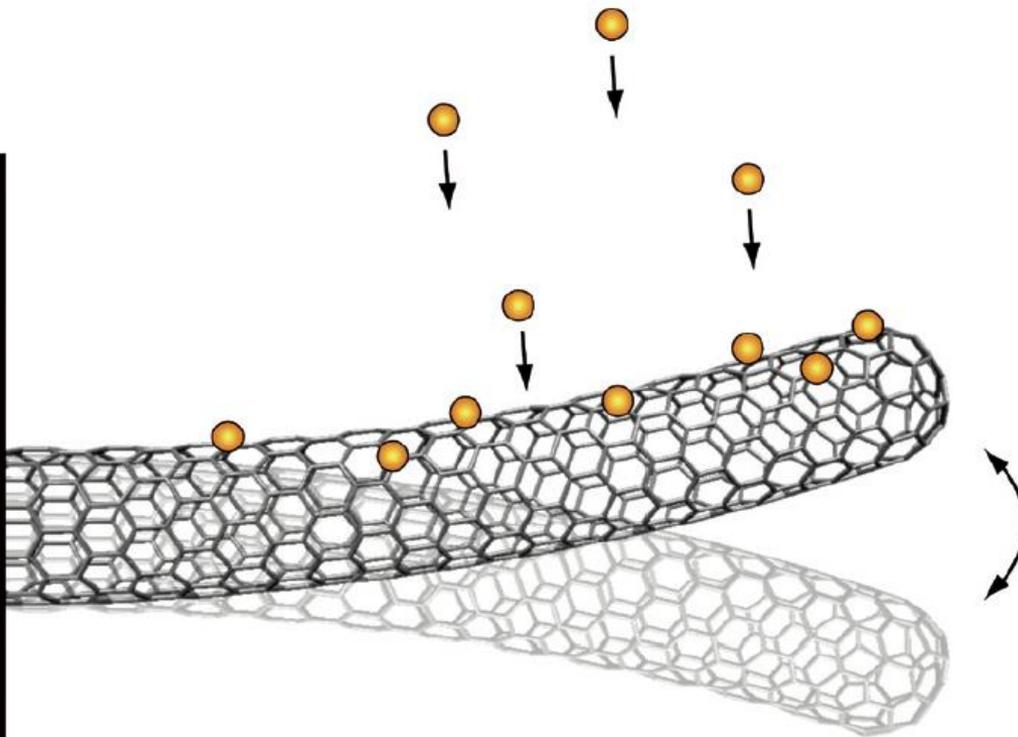
Alimentation

- Nano modification de semences: intervention sur l'AND des semences pour changer des propriétés de la plante (couleur, texture, ...)
- Fortification et modification de la nourriture: remplacement du sucre et des matières grasses, addition de fibres, ...
- Conditionnement "intelligent": allonger la durée de vie de l'aliment
- Personnalisation de l'offre: modifier le produit pour l'adapter au goût du client, bloquer des allergènes, ...
- Etc.

Physique et Chimie

- Les **fullerènes** peuvent être incorporés dans des polymères.
- Les fullerènes sont **supra-conducteurs** à température relativement élevée (40K)
- Les fullerènes présentent également d'intéressantes propriétés optiques. Par exemple, la molécule C_{60} absorbe de façon importante la lumière (UV). Les applications semblent prometteuses pour l'élaboration de filtres optiques.

Résonance



La dépose d'un atome d'or à la surface d'un nanotube de carbone change la fréquence de résonance, laquelle peut être détectée.

(Lawrence Laboratory, Berkeley)

Environnement

- Robots mus à l'énergie solaire
- Extension considérable de la durée de vie de panneaux solaires et de batteries
- Eoliennes plus efficaces et moins chères
- Nouvelle génération de filtres pour l'élimination de polluants des eaux usées et pour les pots d'échappement des voitures

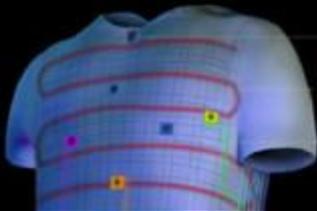




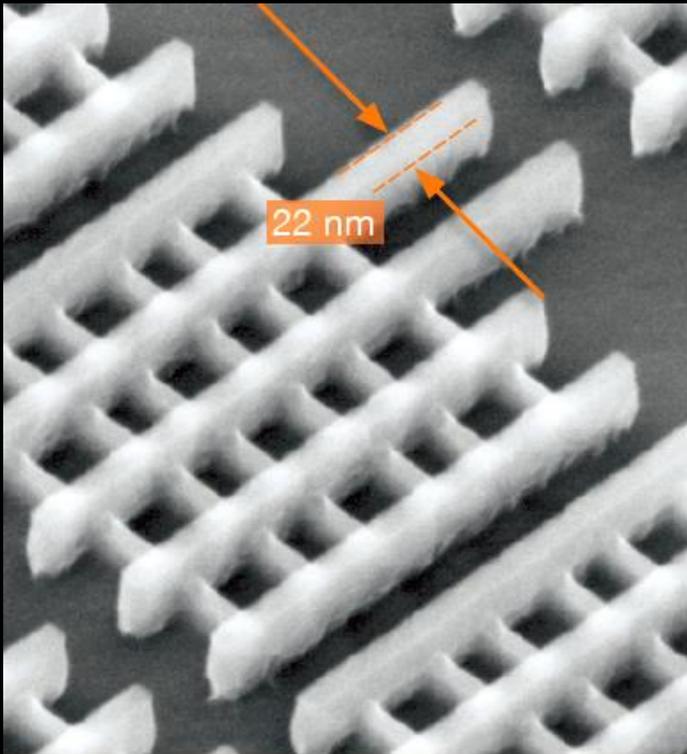
Objets qui nous accompagnent



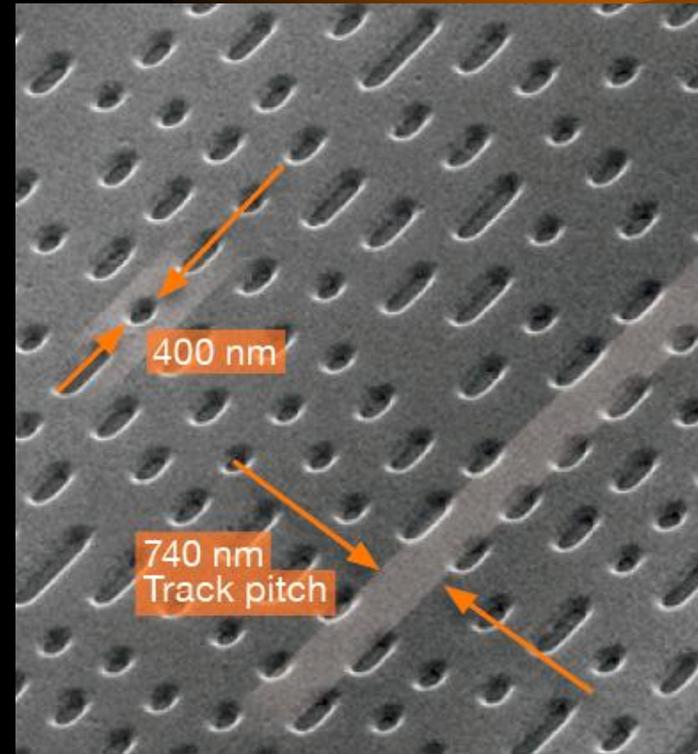
- Ordinateurs
- Téléphones portables (smartphones)
- Caméras digitales
- Lecteurs MP3
- Vêtements “intelligents”
- Bagages
- Raquettes de tennis
- Pneumatiques (depuis 100 ans déjà...)
- Produits cosmétiques



Objets qui nous accompagnent



The length of a transistor gate in the latest CPU technology from Intel: 22 nm



The size of a single bit of information on a DVD disk: 400 nm

Nano-Manufacturing

MACRO
mm

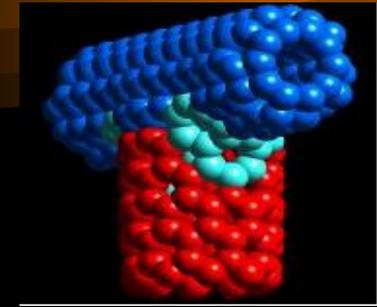
Approche Top-down

- Ingénierie de précision
- microélectronique
 - lithographie
 - deposition

MICRO
 μm

Interdisciplinarité

NANO
nm



Approche Bottom-up

- designer molecules
- synthèse chimique
- manipulation SPM
- self-assemblage

Nanotechnologies en Israel: domaines de recherche

- **Nanomatériaux:** Nanostructures, nanomatériaux solides et nanochimie
- **Nanobiotechnologie:** Biologie, génie biotech, biosciences appliquées et médecine
- **Nanoélectronique:** Electronique et photonique
- **Nanohydrologie:** Nanomembranes, nanofiltration et autres nanotechnologies employées en recyclage de l'eau

Source: <http://www.nanoisrael.org/category.aspx?id=1277>

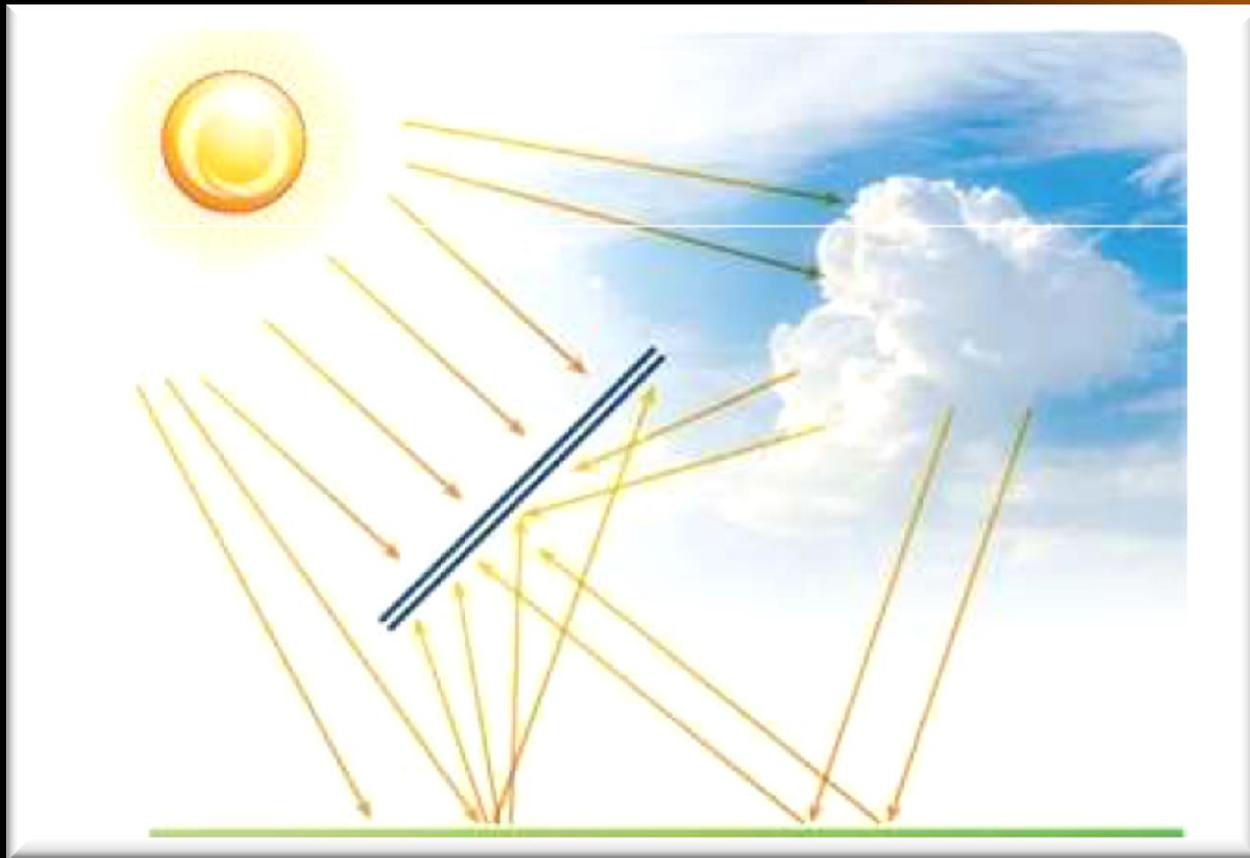


Micro et nano à JCT



- Cellules photovoltaïques double-face
- Micro-optique adaptative
- Nano lithographie

Cellules photovoltaïques double-face



Source: Bsolar, Jérusalem

Comparaison entre monofaces et bifaces

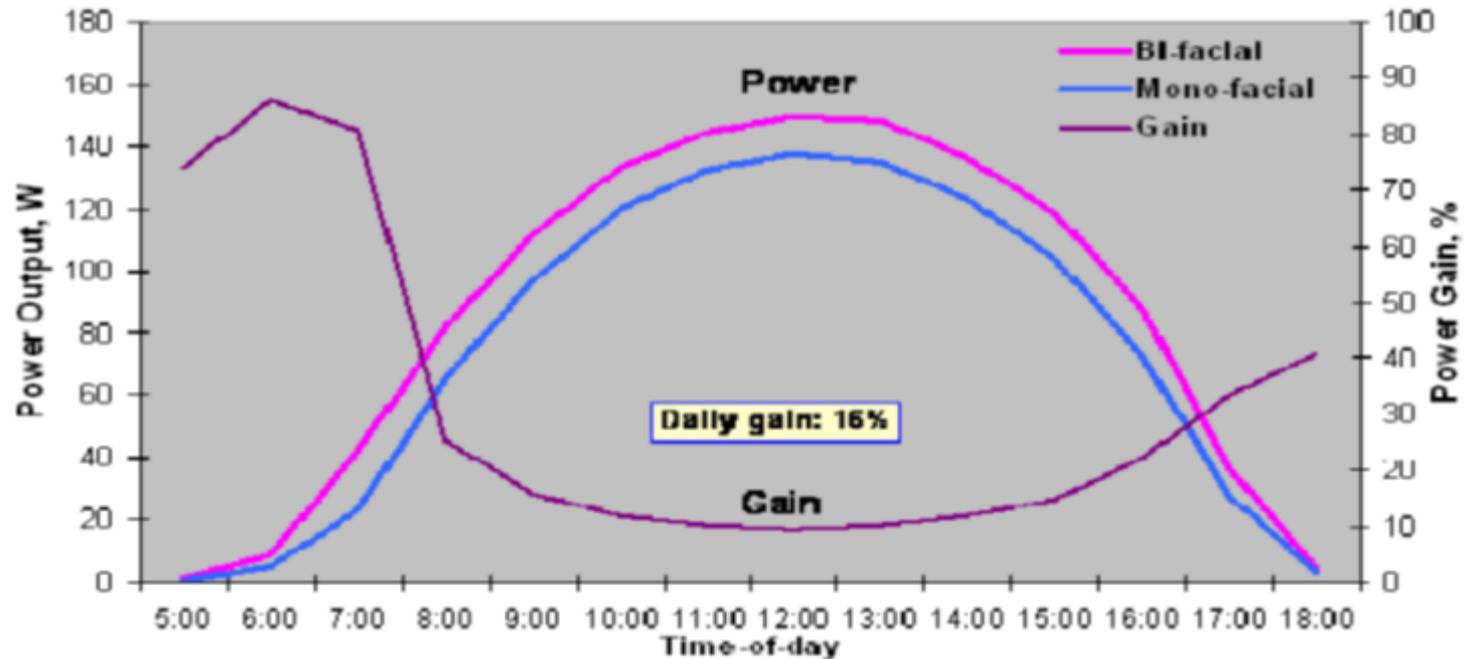


ROOFTOP TEST FIELD IN JERUSALEM



Printemps à Jerusalem

HOURLY DEPENDANCE OF ENERGY OUTPUT FOR MONO AND BIFACIAL MODULES IN A FIELD



Daily gain: 16%

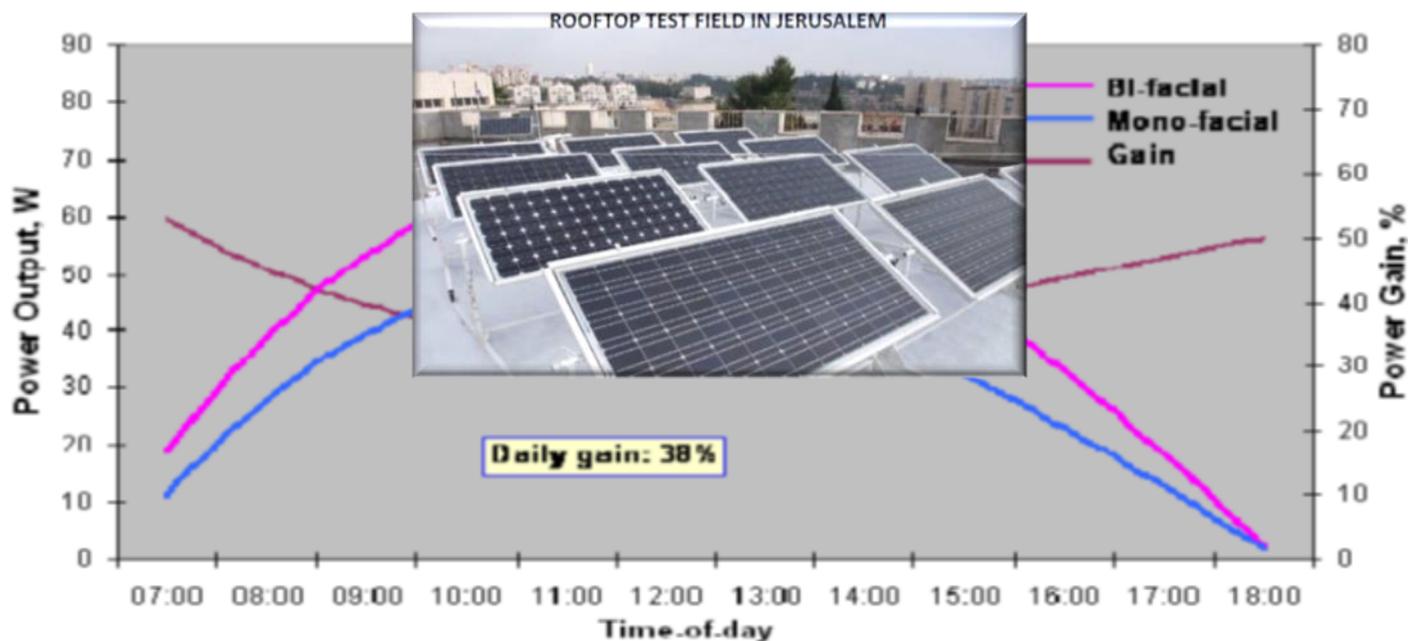
Monitoring for sunny day 01.05.2011 with
diffused/global radiation ratio 11 %

ROOFTOP TEST FIELD IN JERUSALEM



Automne à Jerusalem

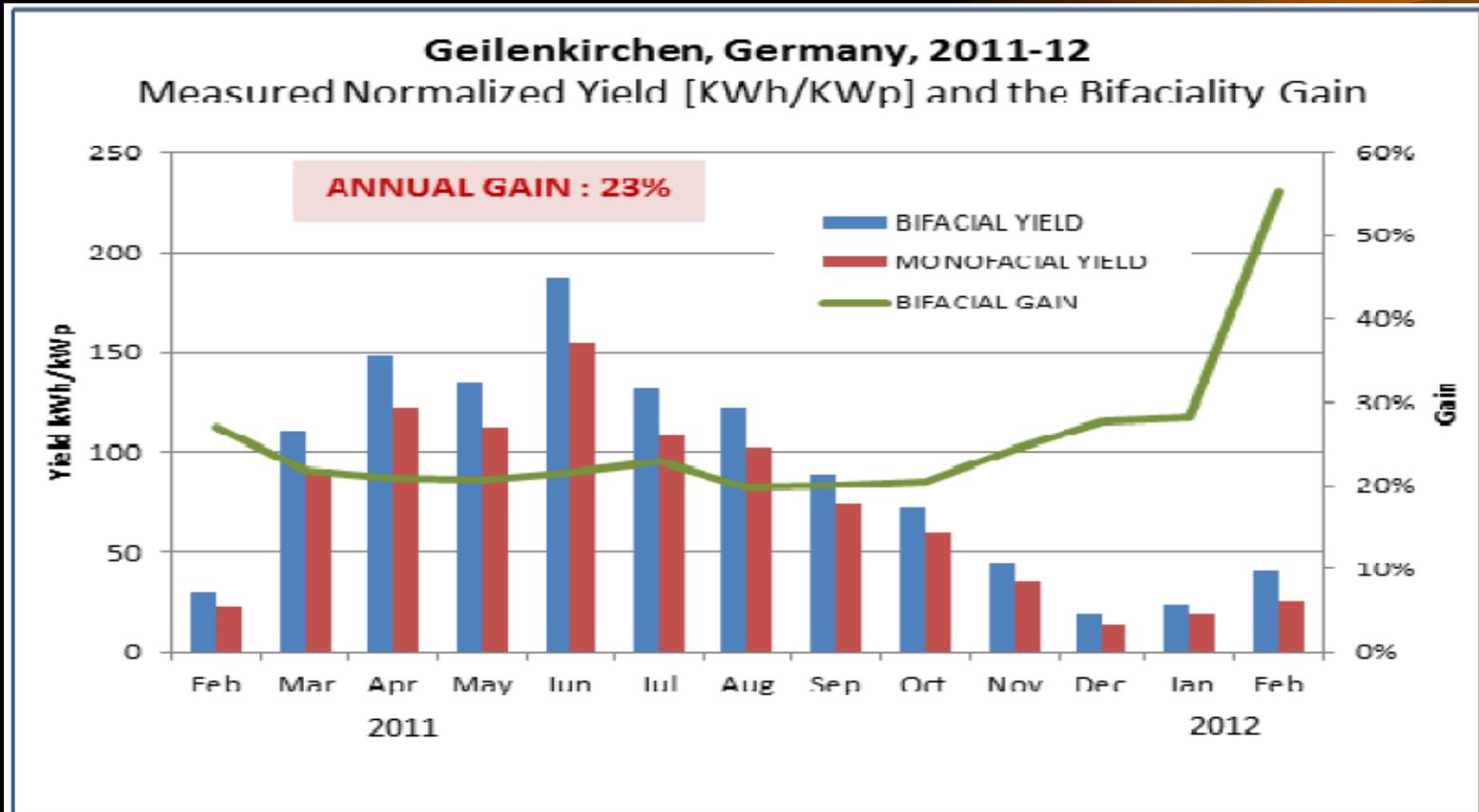
HOURLY DEPENDANCE OF ENERGY OUTPUT FOR MONO AND BIFACIAL MODULES IN A FIELD



Monitoring for cloudy day 17.09.2010 with diffused/global radiation ratio 88 %



Comparaison sur un an en Allemagne



Gain de productivité

THE ENERGY GAIN IN USING BIFACIAL MODULES IS HIGHLY
DEPENDANT ON :

- DIFFUSE TO GLOBAL RADIATION RATIO,
- SEASONAL AND TIME-OF-DAY SUN POSITION
- ALBEDO OF UNDERLYING SURFACE
- MODULE ELEVATION AND TILT, DISTANCE BETWEEN MODULES

TYPICAL ANNUAL GAIN MEASURED IN GERMANY
WAS ABOVE 23 %.



A BIFACIAL MODULE WITH FRONT POWER OF **250 W**
WILL GENERATE ENERGY AS A STANDARD MODULE OF **307 W**

Applications de Micro-optique adaptative

Les paramètres optiques peuvent être changés

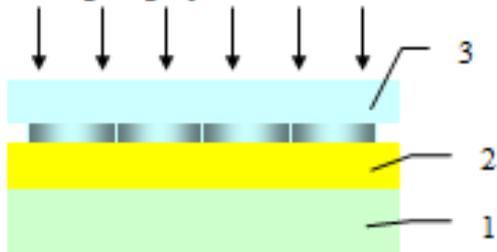
- Matériel laser
- Communication optique
- Métrologie
- Imagerie 3D
- Laser femtoseconde
- Traitement du signal
- Vision robot
- Applications médicales:
ophtalmologie,
imagerie retinale

Matériaux utilisés pour la fabrication de micro-lentilles et de micro-miroirs

1. Photopolymère organique
2. Verre
3. Quartz
4. Film Chalcogenide
5. Silicone

a

1. Organic photopolymer exposed through a gray scale mask.



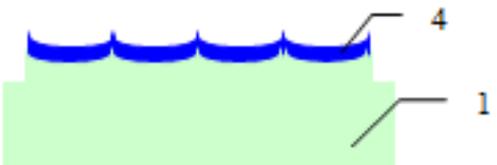
2. Organic photopolymer developed. The 3D micro-mirror array formed in the organic photopolymer.



3. Anisotropic ion beam etched. The 3D micro-mirror array formed in the substrate.

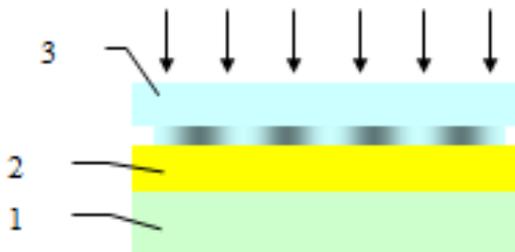


4. Reflective coating evaporated.



b

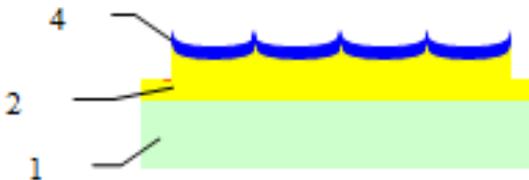
1. Organic photopolymer exposed through a gray scale mask.



2. Organic photopolymer developed. The 3D micro-mirror array formed in the organic photopolymer.



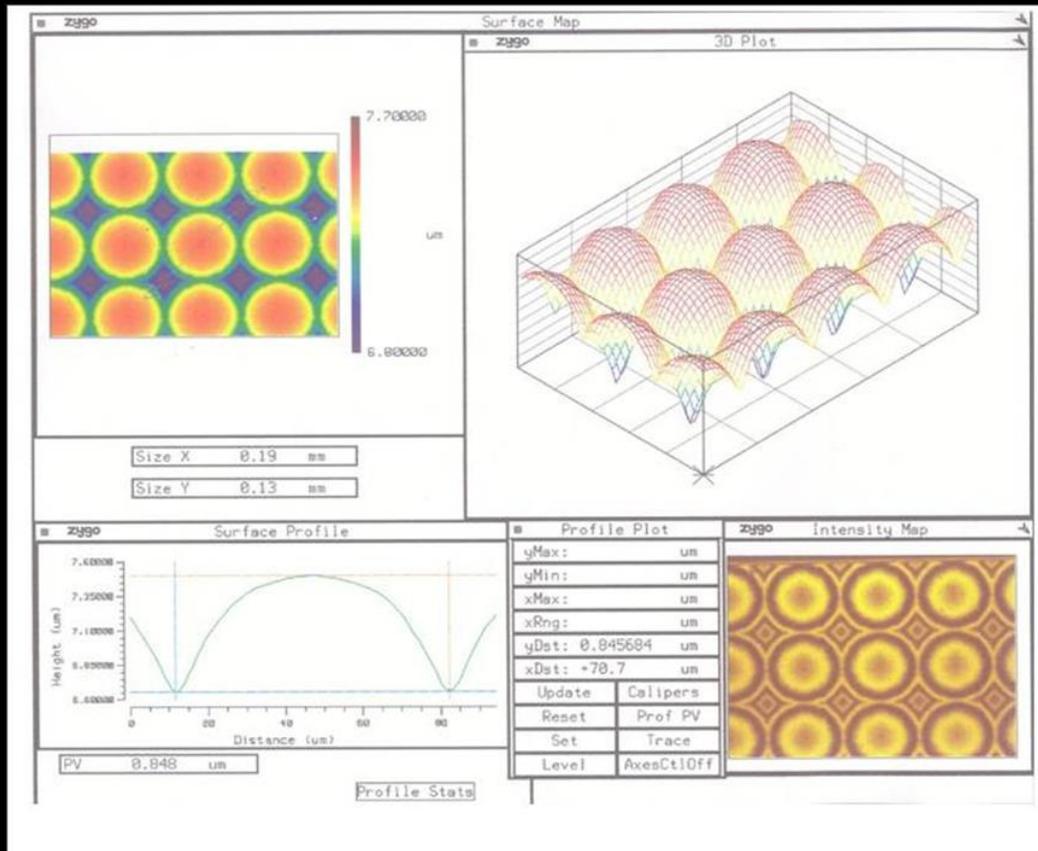
3. Reflective coating evaporated.



- 1 - substrate
- 2 - organic photopolymer
- 3 - gray scale mask
- 4 - reflective coating

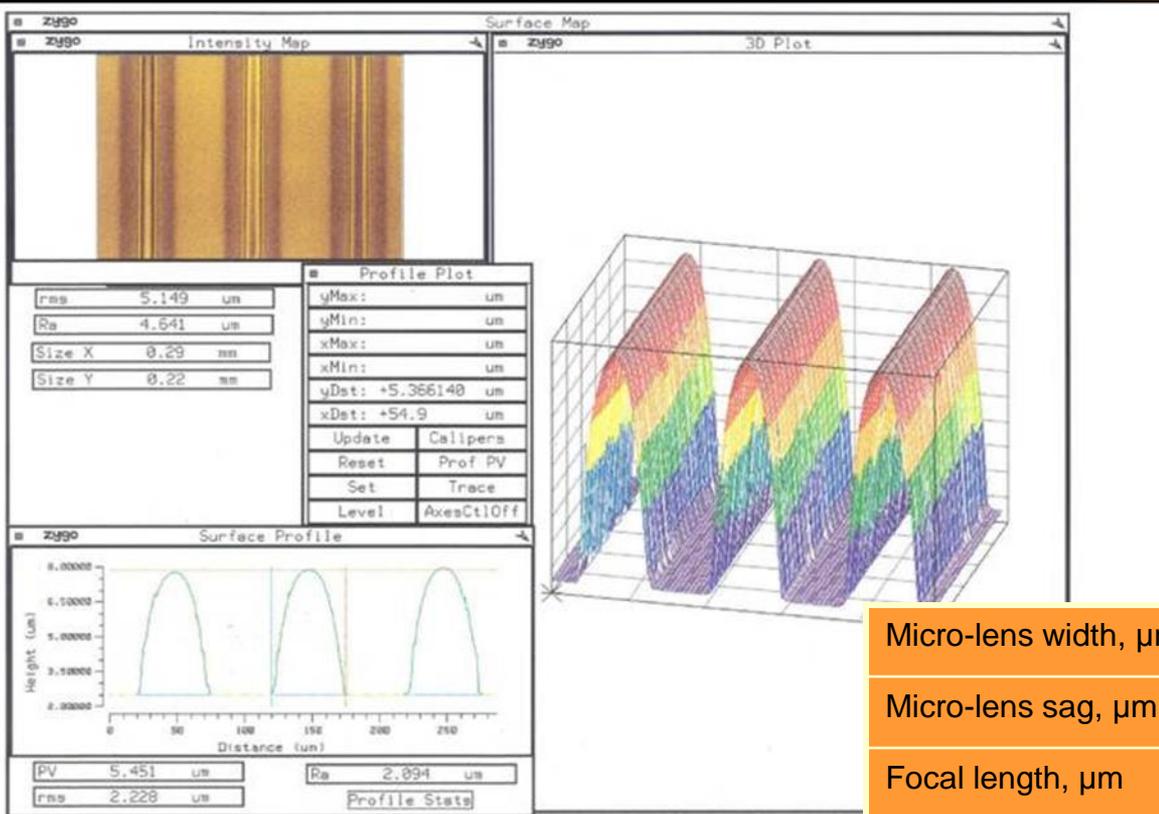
Procédés de fabrication de "micro-array":
a=3D en 4 étapes
b=3D en 3 étapes

A Plano-convex Spherical Micro-lens Array fabricated by the Academic Team (JCT) in organic photopolymer film using the gap micro-lithography method (GMLM).



Micro-lens diameter, μm	49
Micro-lens sag, μm	0.85
Focal length, μm	543
Micro-lens array pitch, μm	50 x 50
Micro-lens array size, mm	15 x 15
Roughness, nm	0.5

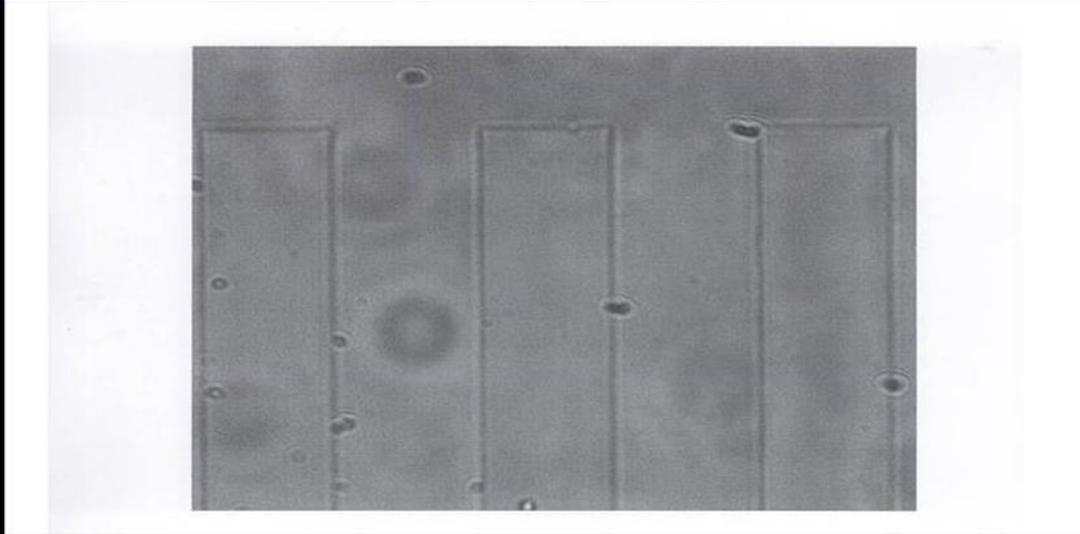
A Plano-convex Cylindrical Micro-lens Array fabricated by the Academic Team (JCT) in organic photopolymer film using the thermal reflow method (TRM)



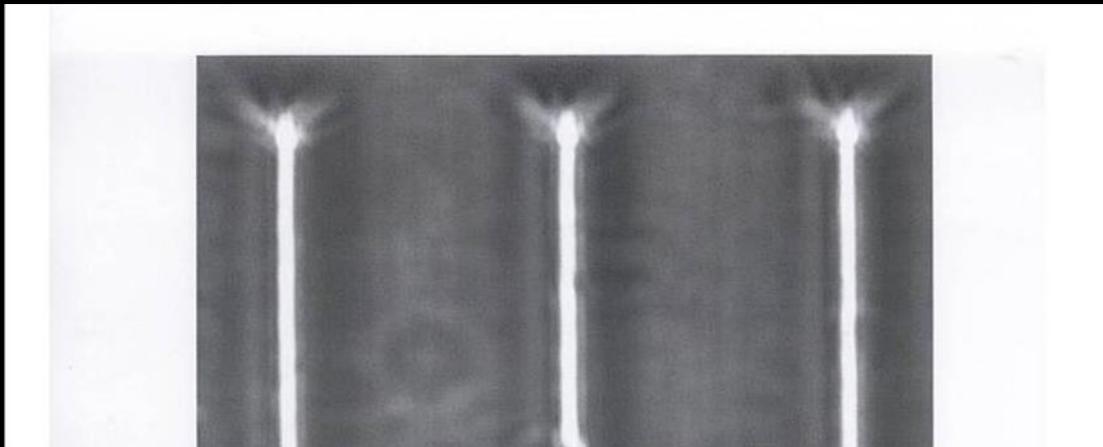
Micro-lens width, μm	54.9
Micro-lens sag, μm	5.37
Focal length, μm	112
Micro-lens array pitch, μm	100 x 2,000
Micro-lens array size, mm	10 x 10
Roughness, nm	0.5

An Adaptive Cylindrical Micro-lens Array fabricated by the Academic Team (JCT) using a combination of an organic photopolymer and liquid crystals: a) – a micro-lens plane; b) – a focal plane

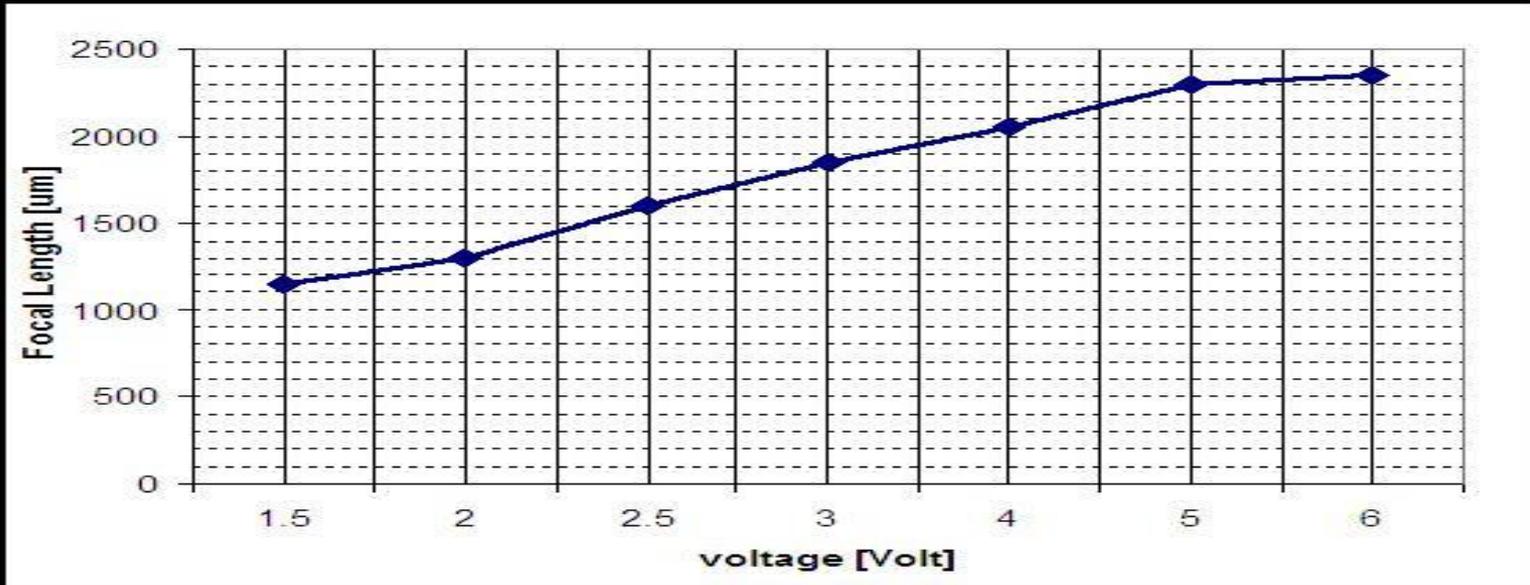
a)



b)



Dependence of focal length on applied voltage for the Adaptive Cylindrical Micro-lens Array fabricated by the Academic Team (JCT). The adaptive micro-lens focal length is changed by approximately 2 times from 1,150 μm to 2,350 μm by changing the applied voltage from 1.5 V to 6V.



Primary parameters

Micro-lens sag, μm	6.25
Micro-lens array pitch, μm	250
Micro-lens array size, mm	12 x 12
Micro-lens material	Organic photopolymer
Type of liquid crystal	5CB
Liquid crystal refractive index range	1.523 – 1.7313
Liquid crystal thickness, μm	50
Focal length range, μm	1,150 - 2,350
Applied voltage range, V	1.5 - 6

Et à l'avenir?



- Risques
 - Espionnage individuel (votre voisin)
 - Absorption de nanoparticules toxiques
- Aspects positifs
 - Nanofabrication: chaque atome exactement à sa place, donc zéro défaut.
 - Manipulation d'atomes individuels
 - Nano-robots
 - Nanotélépathie

Perspectives d'avenir au Machon Lev

- Intégration de domaines de R&D: un projet ambitieux (trop tôt pour en parler)
- Ouverture de nouvelles filières de formation d'ingénieurs high-tech
- Nouveaux partenariats académie-industrie: développement de **J.C. Tech.**
- Développement de labos industriels sur le campus
- Etc.



תודה רבה
Merci

