

Trends in Micro Nano

Fribourg 27 juin 2013

Déposition solide sur liquide pour des microsystèmes innovants

HESSO-ARC:

H. Keppner, E. Laux, L. Jeandupeux, B. Graf, D. Grange, S. Brunner-Farine, F. Feuvrier, A. Homsy-Kämpfer, J. Brosshard, Loïc Piervittori, T. Journot, and O. Banakh

HEPIA: L. Stoppini, P. Passeraub

Table de matiers

Solid on liquid

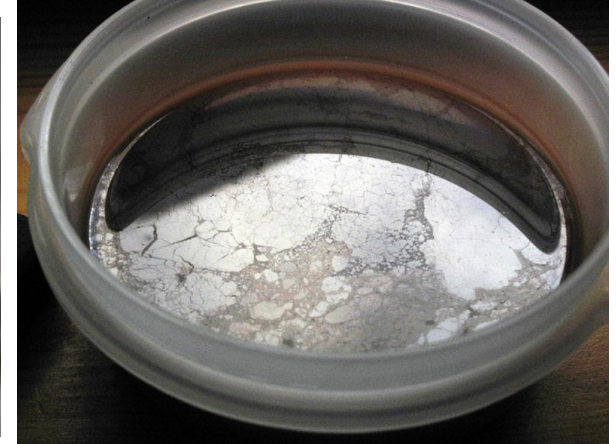
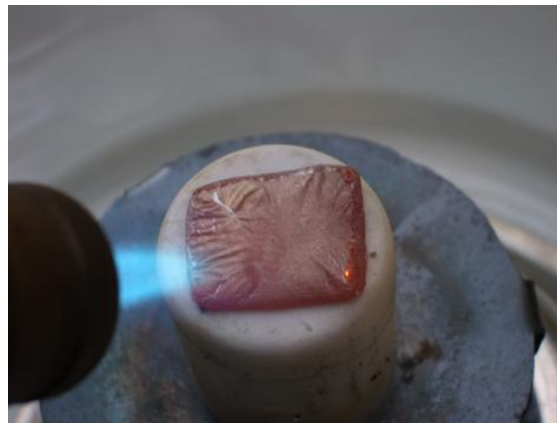
- La technologie
- Le projet MULTIPOL

Le Projet PARYLENS

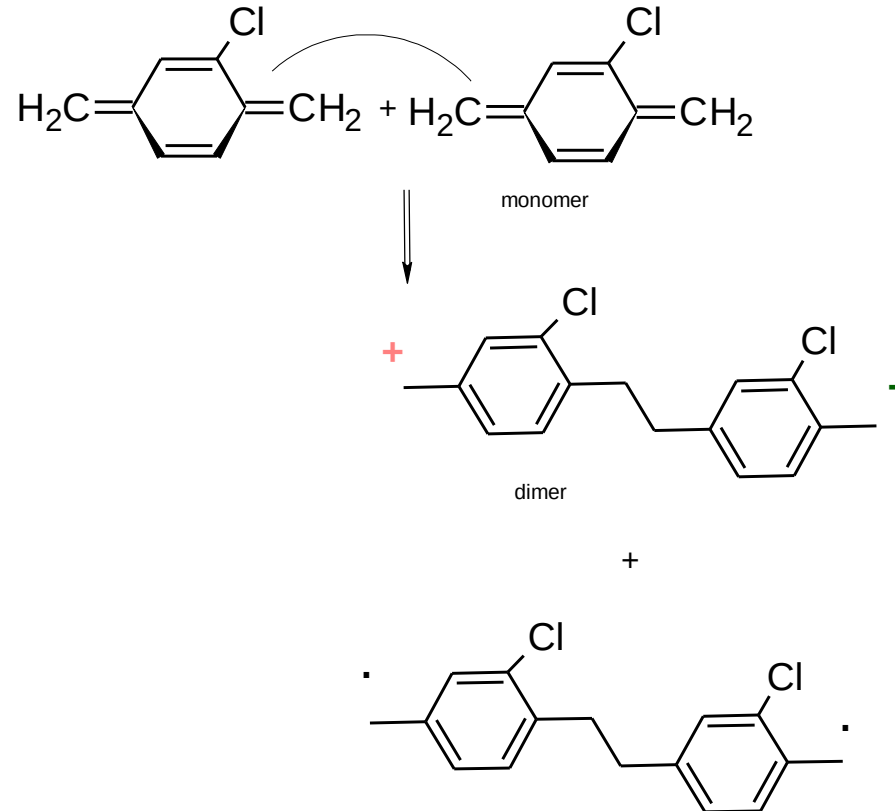
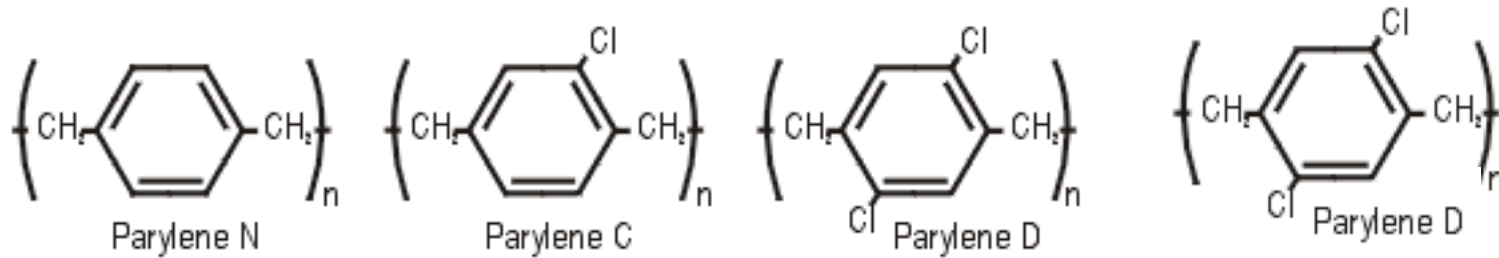
- Les défis
- Concepts Les lentilles adaptives
- Qualité optique
- Réalisation de lentilles
- Revêtement anti-biofilm /
antibactériel

Conclusion et perspective.

Solid on liquid, different scénarios



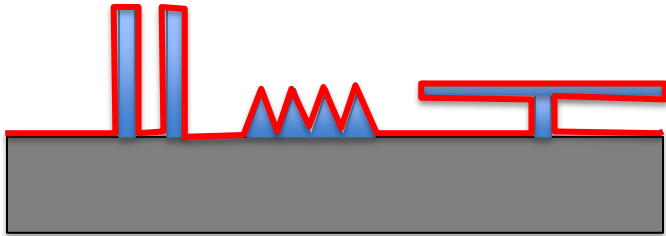
La chimie du Parylène : rapid step growth



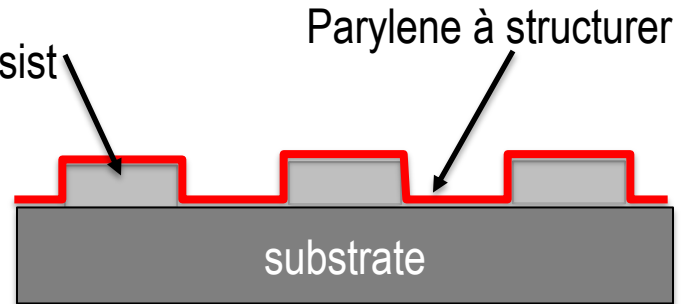
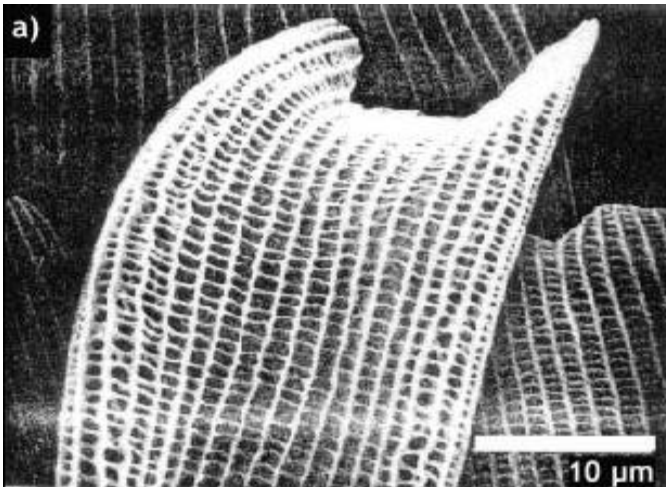
1. dimer $\rightarrow$ monomer

2. polymérisation

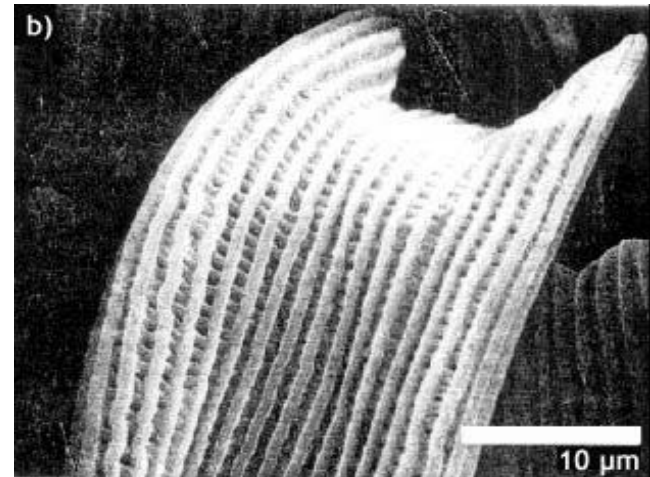
Conformité et conséquences pour MEMS



Packaging:
protection idéale
À l'échelle moléculaire

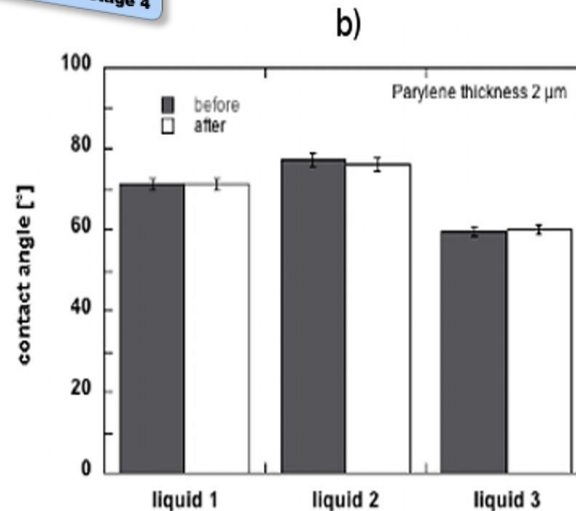
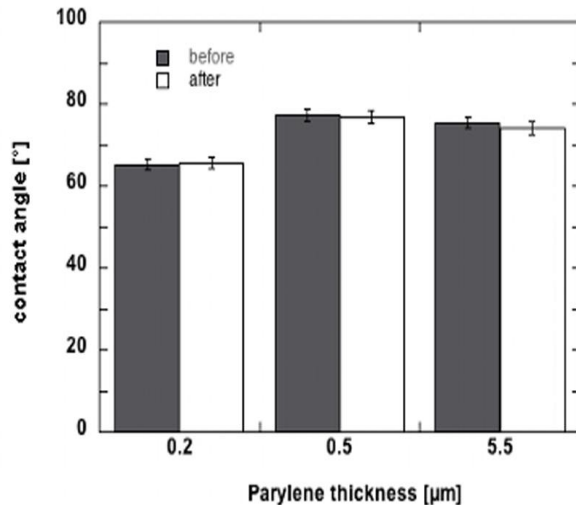
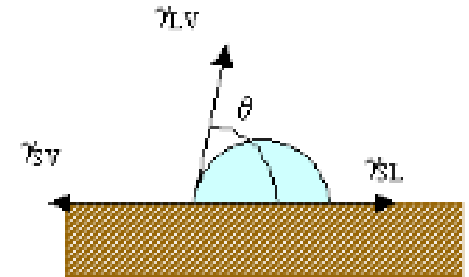
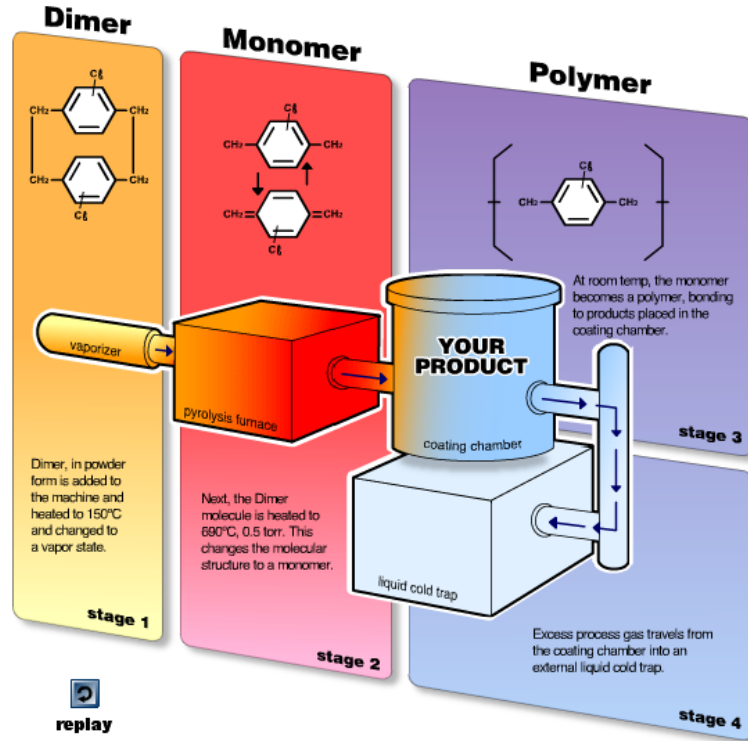


Grâce à la protection idéale
à l'échelle moléculaire, pas
de structuration par lift off possible

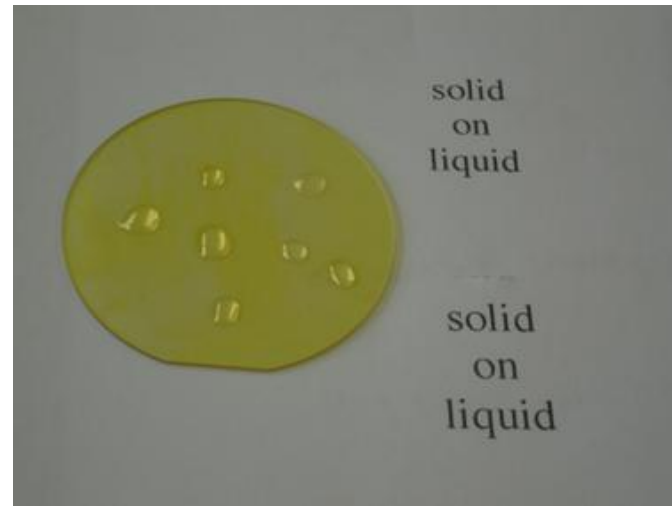
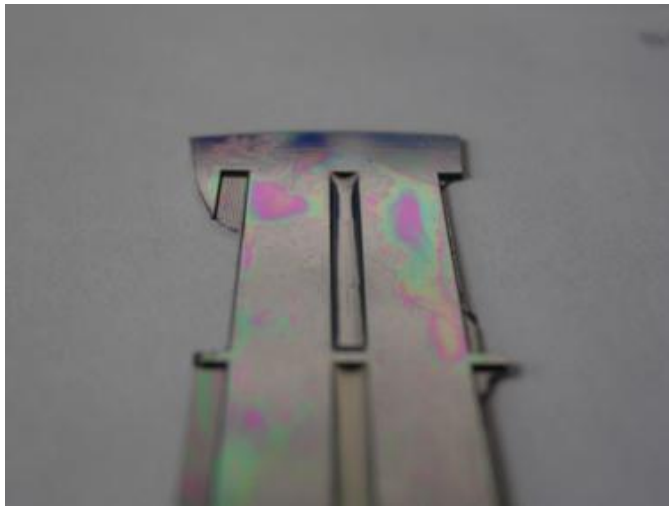


Absence de contraintes de couches minces

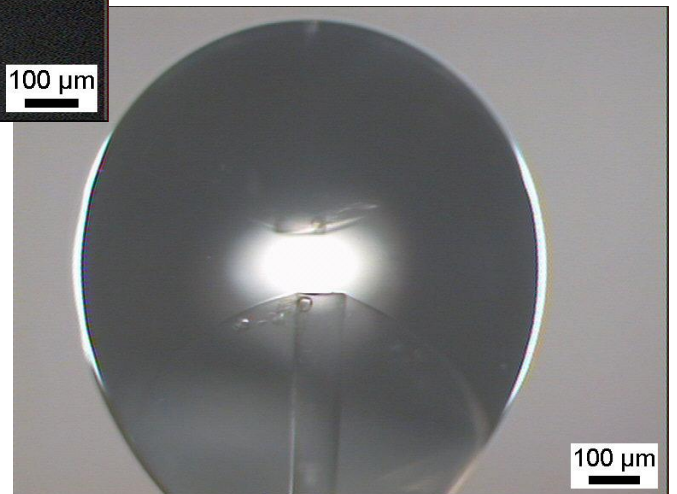
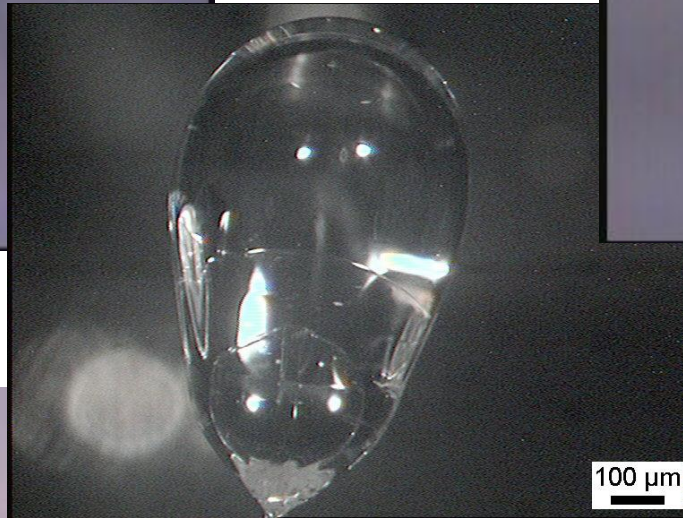
L'absence des contraintes mécaniques dans les couches de Parylène permettent de créer des microsystemes tout polymère sans déformation



Applications optiques: Lentilles, guides d'onde



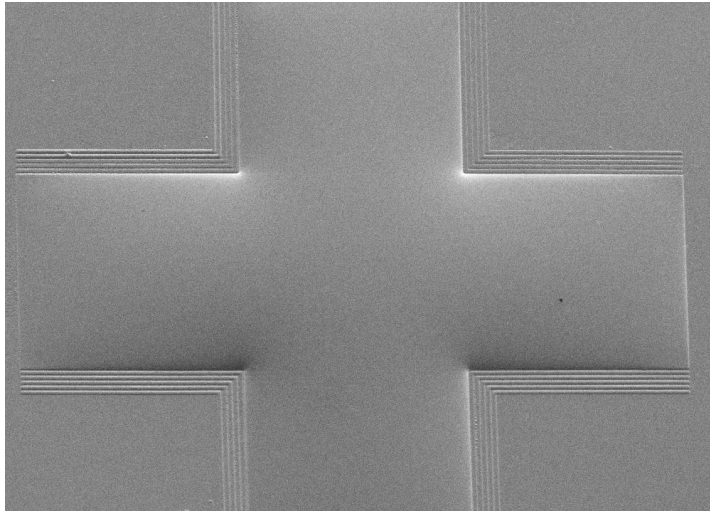
Solid on Liquid



MEMS structures qui contenant des liquides CTI /8241.1 DCS-NM

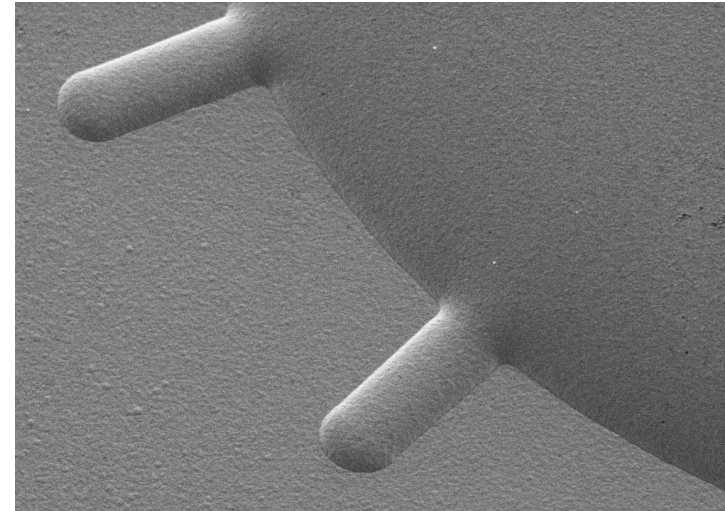
ETHZ / CSEM Alpnach

IMT EPFL / HSSO-ARC



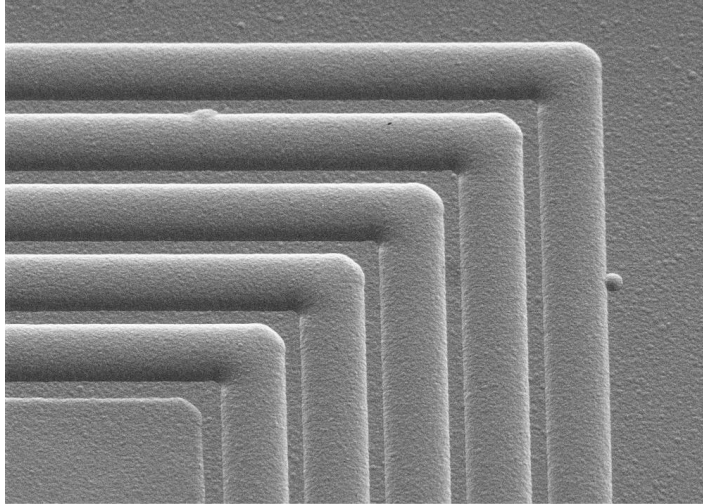
5kV [SE] WD=14mm - Solid_cross_1

300 µm



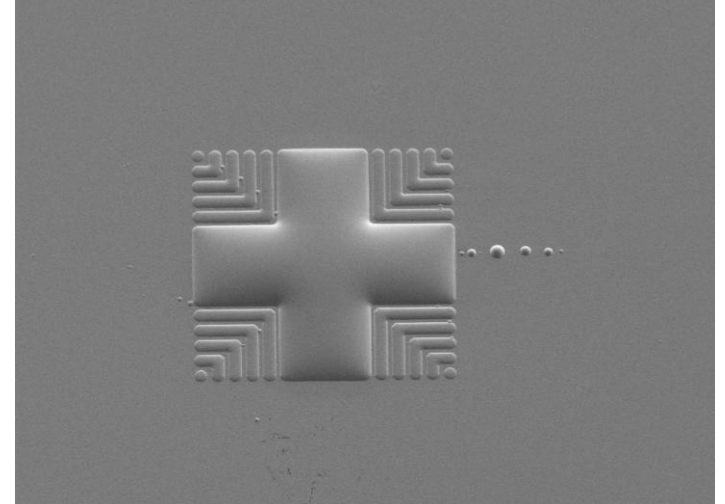
5kV [SE] WD=14mm - Solid_circle_4

10 µm



5kV [SE] WD=14mm - Solid_canal_1

20 µm

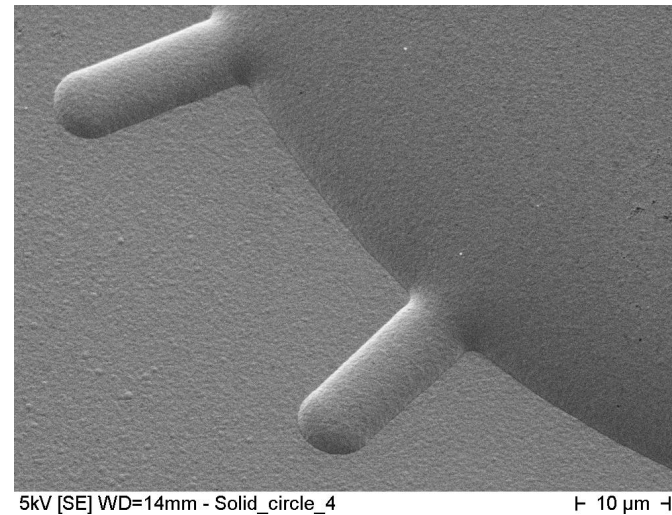
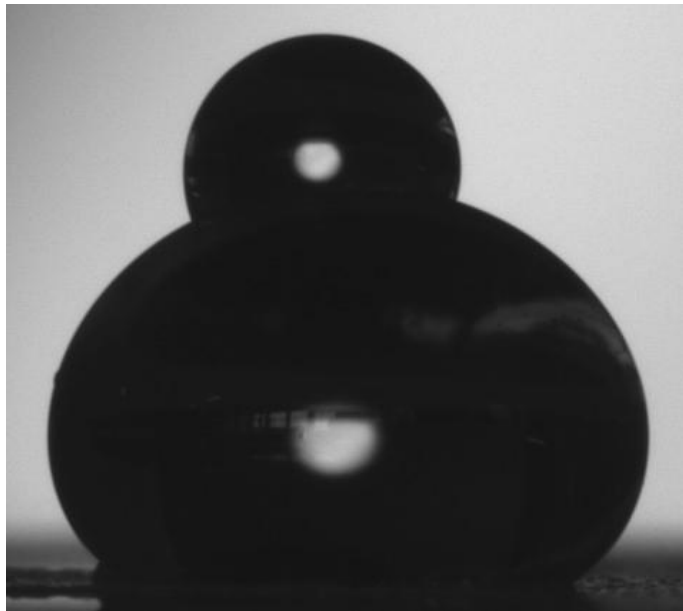
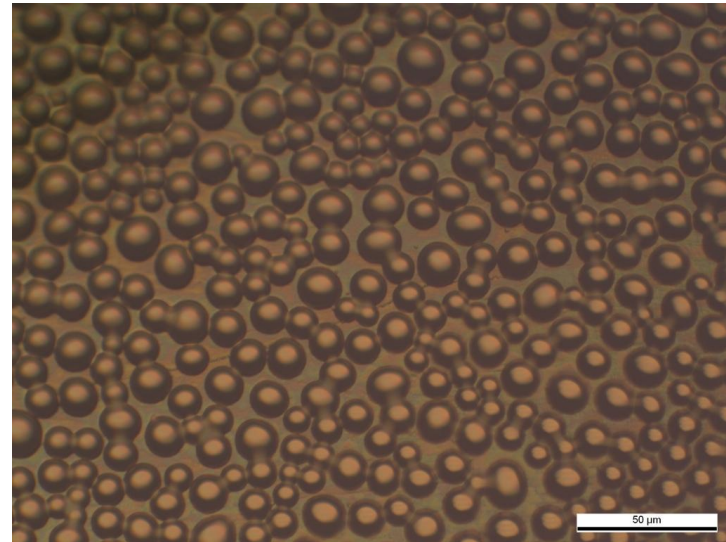
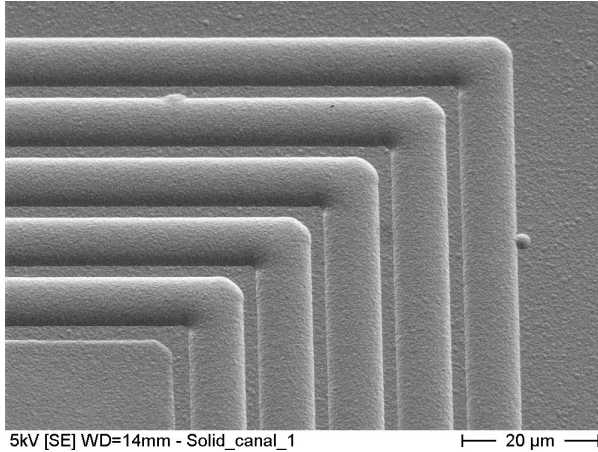


5kV [SE] WD=14mm - Solid_cross_2

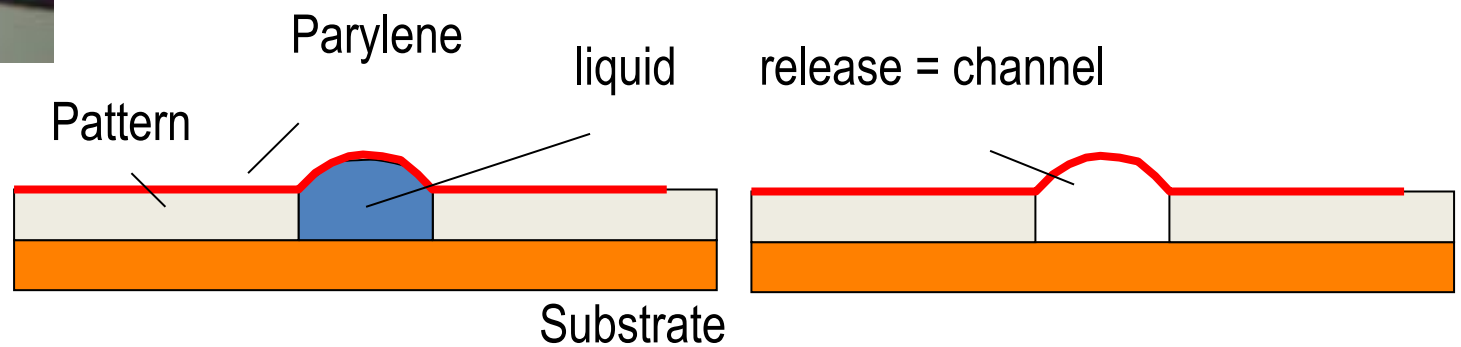
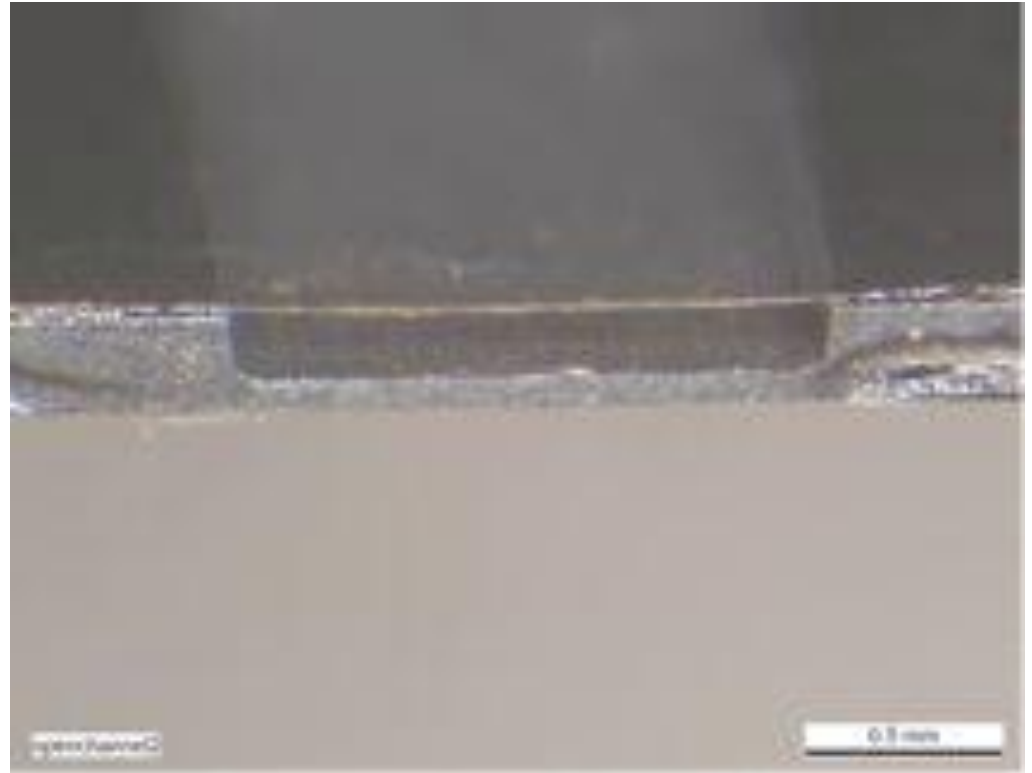
80 µm

J. Charmet, H. Haquette, E. Laux, G. Gorodyska, M. Textor, G. Spinola Durante, E. Portuondo-Campa, H. Knapp, R. Bitterli, W. Noell, and H. Keppner. Liquid as template for next generation micro devices. J. Phys.: Conf. Ser., 182:012021, 2009.

Mise en forme



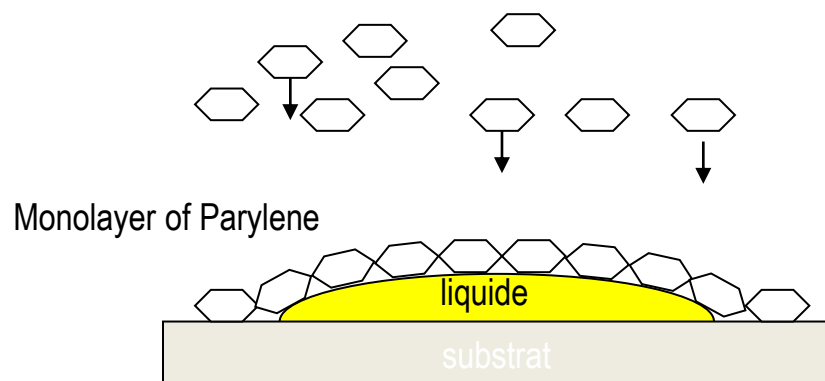
Channels, fluidics



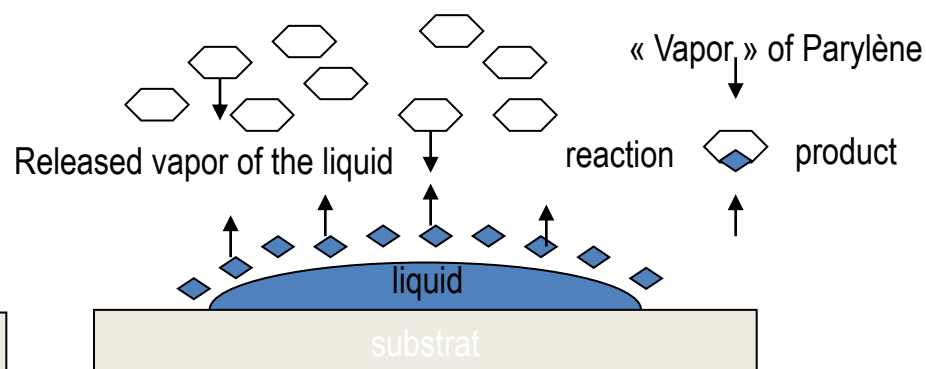
SOLID technology / MULTIPOL project



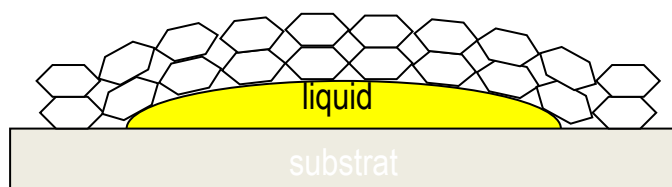
Dépôt d'une couche mince en Parylène sur un liquide non-réactif



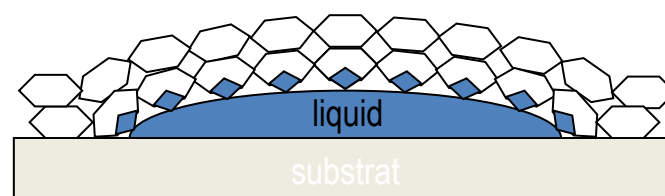
Dépôt d'une couche mince en Parylène sur un liquide non-réactif

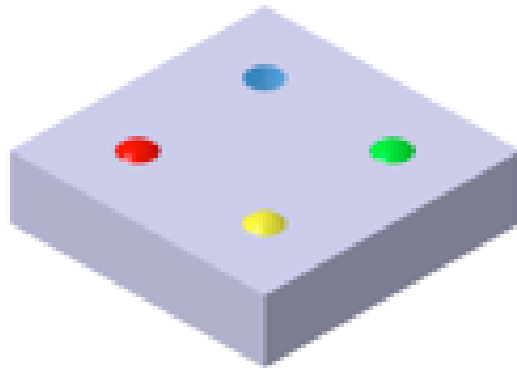


2. Encapsulation mécanique stable



2. Modification chimique de zone directement sur le liquide



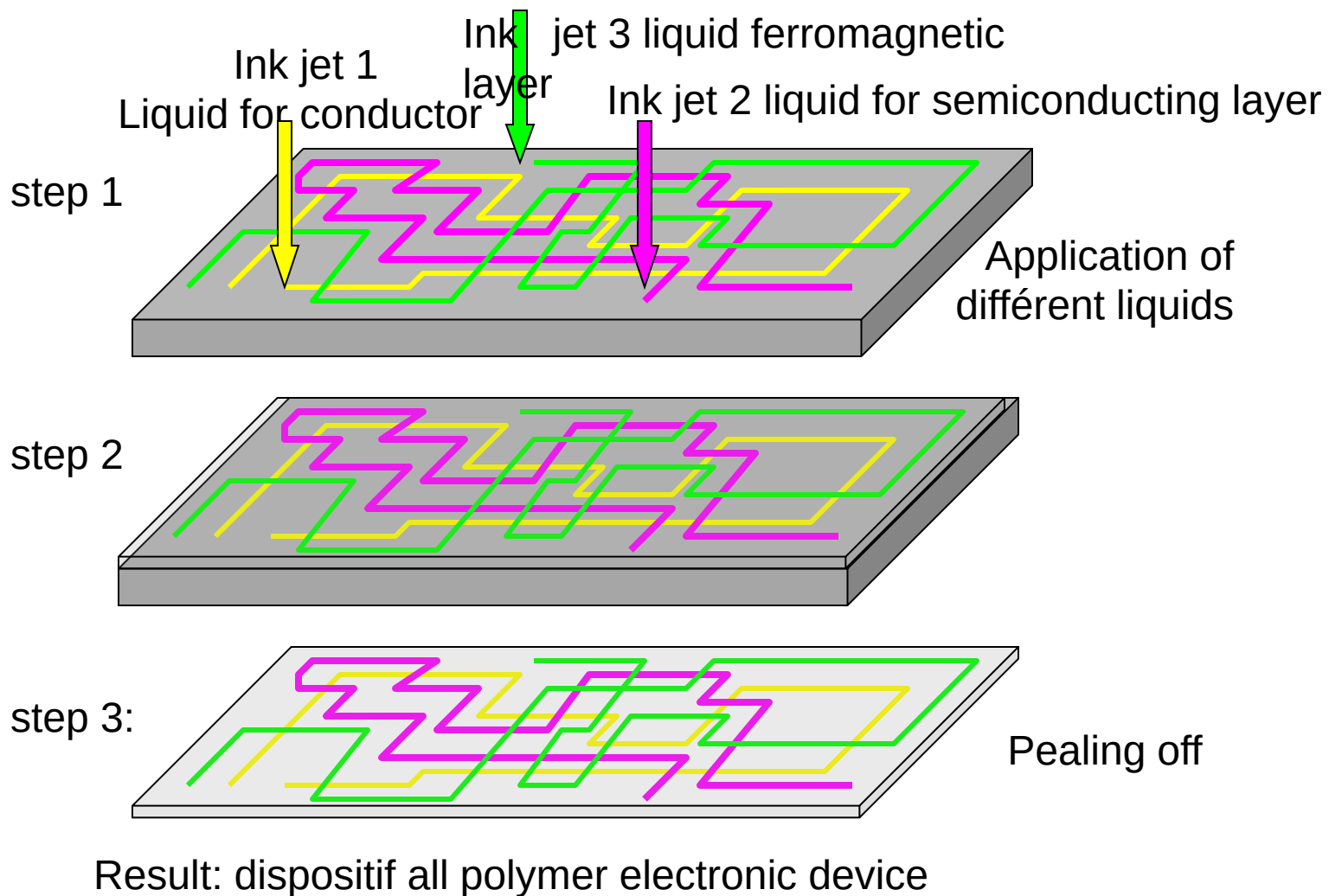


Possibilité de créer des matériaux multifonctionnels en une seule étape.

Multifonctionnalité

1. increased conductivity
2. photoluminescence
3. magnetic properties
4. electroactivity
5. surface morphology change
6. refractive index change
7. membranes fabrications
8. micro-nanostructures
9. sacrificial liquids structures
10. semiconductivity
11. surface energy change
12. UV sensitive reaction sites
13. LC encapsulation
14. functional liquid encapsulation
15. *etc..*

The functionalized Parylene surface could become semiconducting, conducting, or other.





PARYLENS

PARYLENE based artificial smart LENSEs fabricated using a novel solid-on-liquid deposition process

Call NMP-2009-1.1-1

Nanobiotechnology: Applying life science principles as model for new nanotechnology-based mechanisms, processes, devices and/or systems

SOLID vers produits industrielles

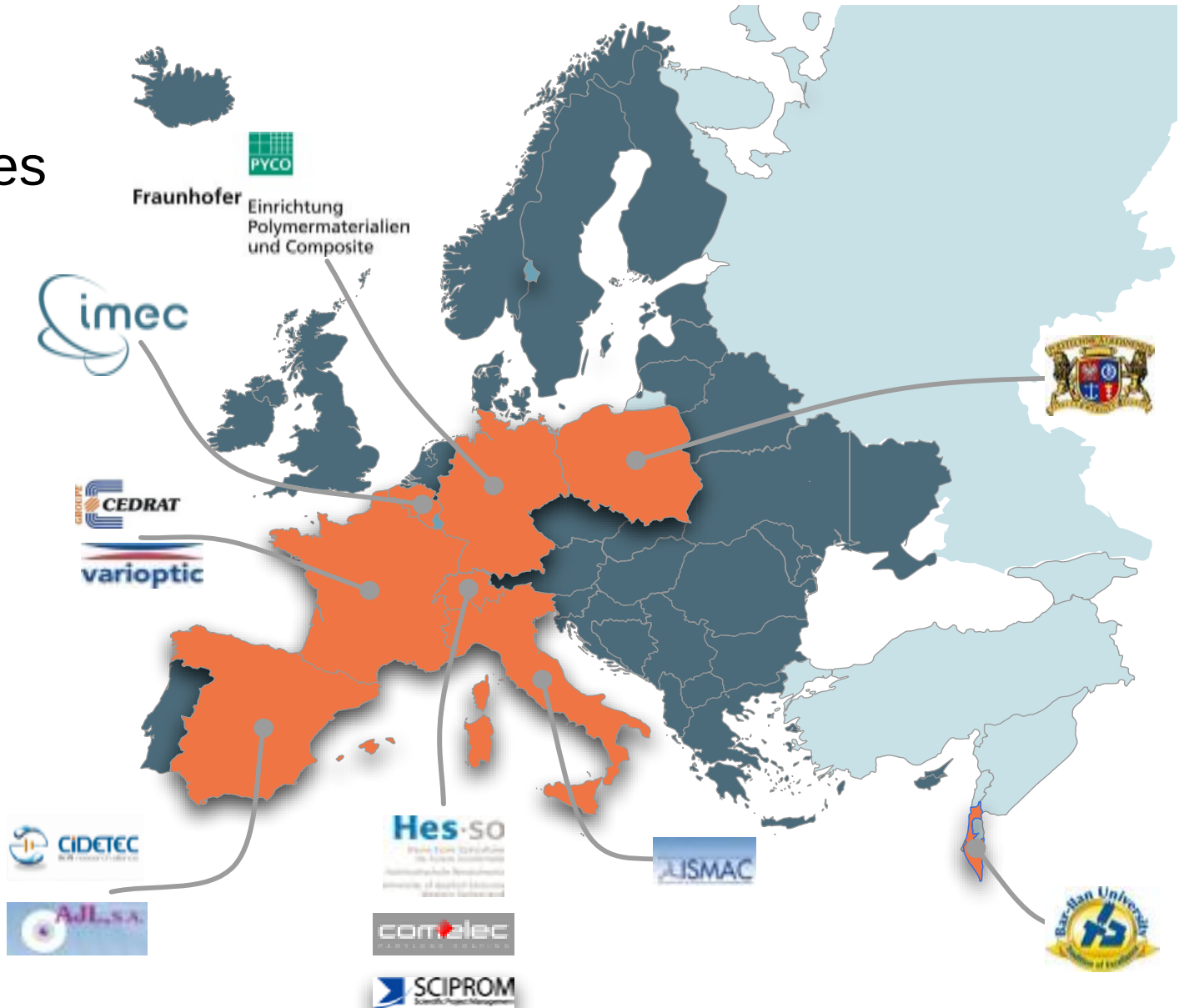
Priorité: conserver la qualité optique des des gouttes



PARYLENS

12 partenaires

5 mio €



Défis dans le Projet PARYLENS

Lentilles intra- oculaires IOL

- IOL a haute qualité
- IOL bio- stable longue durée
- OL adaptables
(longueur focal variable)



Défaillance de la IOL: Cathéract

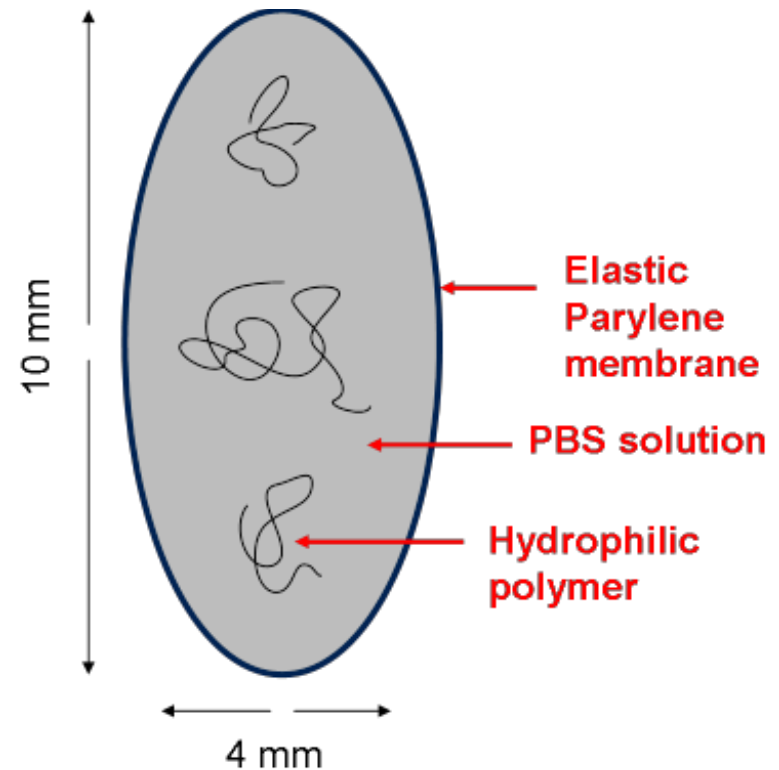


Le défi: des lentilles adaptives

La IOL remplacera la lentille défectueuse. Elle sera connecté avec les muscles ciliaires et fonctionner comme “l’original”

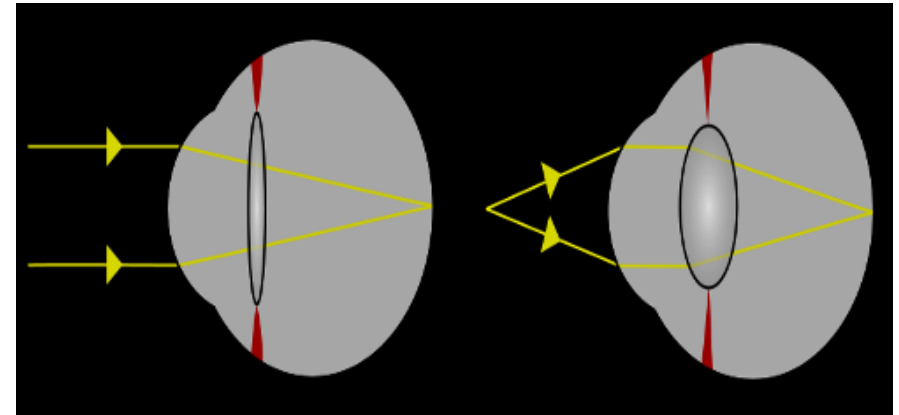
La forme de la lentille sera défini par la combinaison des effets physico-chimiques. Le liquide du choix sera encapsulé par SOLID.

Par l’introduction de nanoparticules et des spères microcapsules dans la couche de Parylène, la croissance de “biofilm” sera évité.



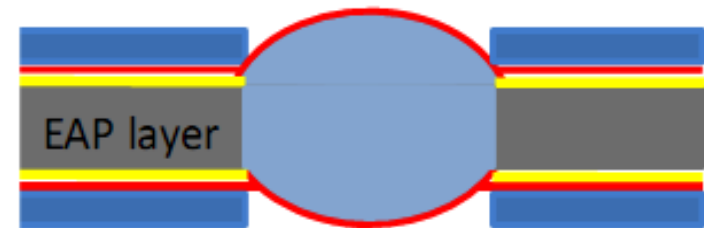
Méthodes pour lentilles adaptables en cas de défaillance du corps ciliaire

L'oeil humain contient une lentille biconvexe qui focalise la lumière sur la rétine grâce au corps ciliaire. L'oeil peut modifier la longueur focale (adaptation).

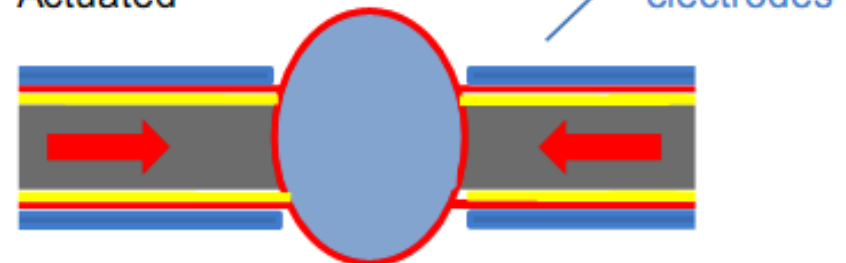


**Adaptation grâce aux EAPs:
(Electrical activated polymers)**

Pre-stressed state

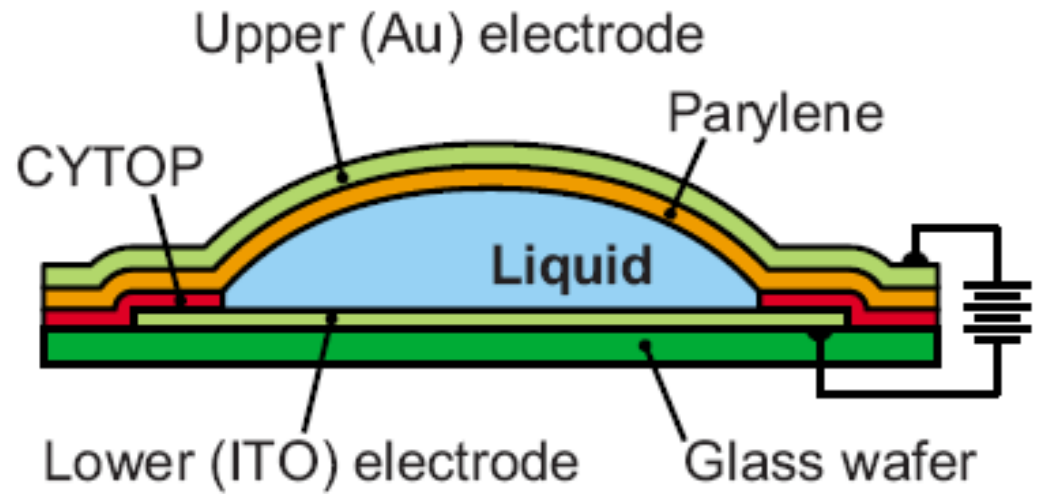


Actuated



Résultat adaptation

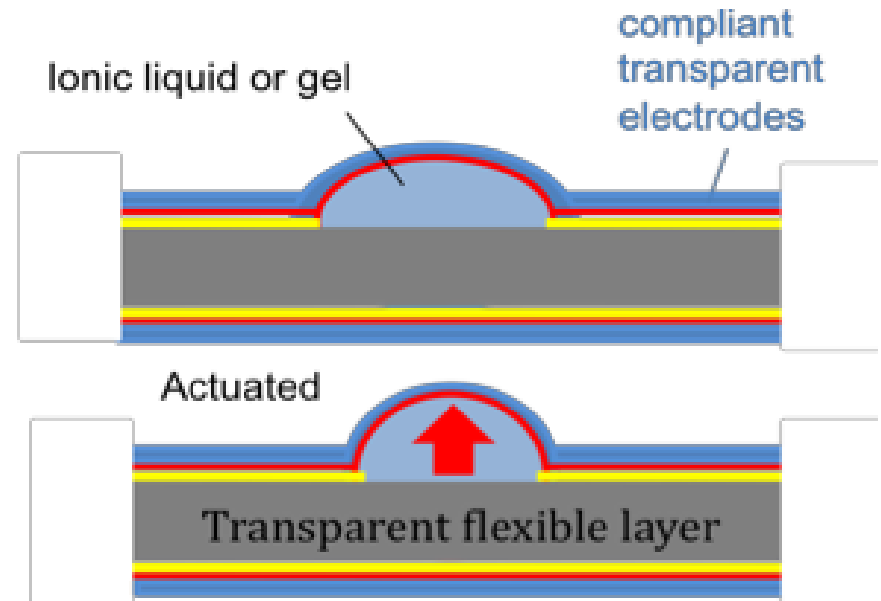
Lentille change longueur
focal si on applique
une (haute) tension



Méthodes pour lentilles adaptables

EAP ioniques:

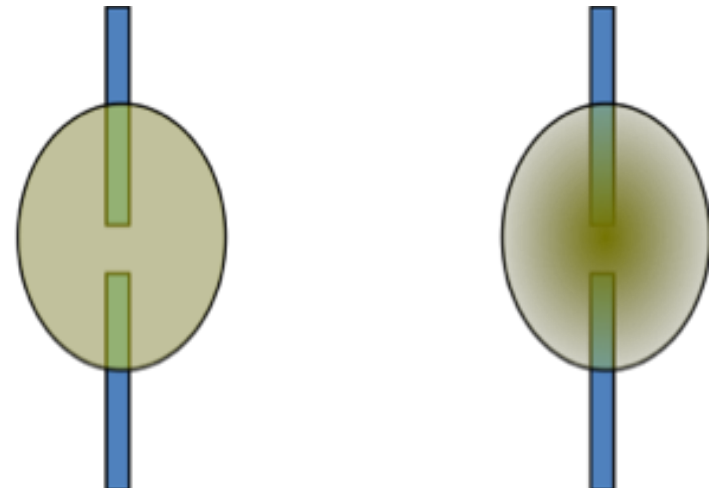
En appliquant un champs électrique, un type d'ions petites migrent dans un couche sur une membrane et donnent naissance à une déformation



Lentille sans déformation mécanique:

La modification d'arrangement des grandes anions dans les cristaux liquides modifieront l'indice de réfraction en appliquant une tension externe.

Migration of large anions or the

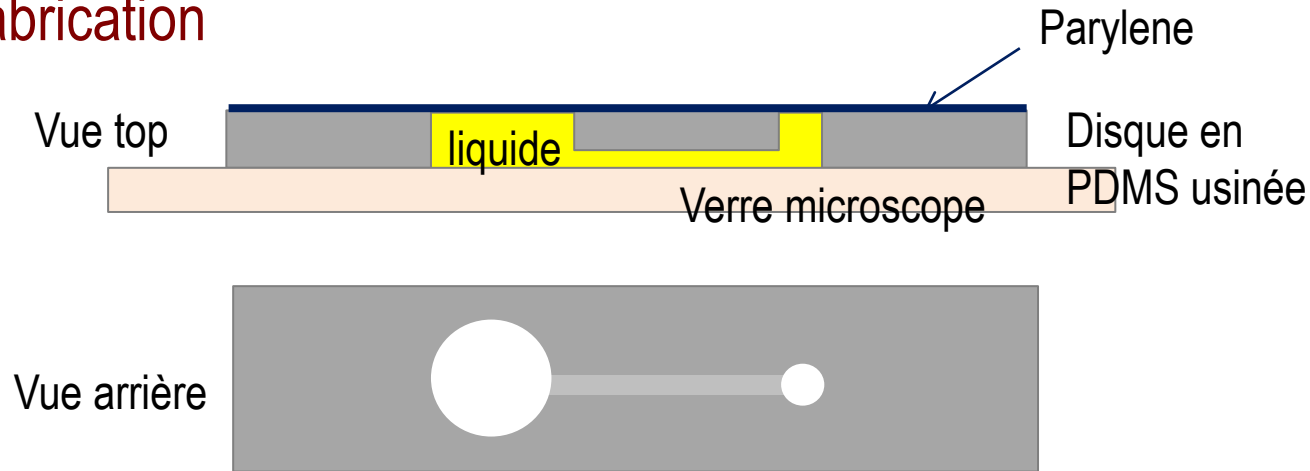




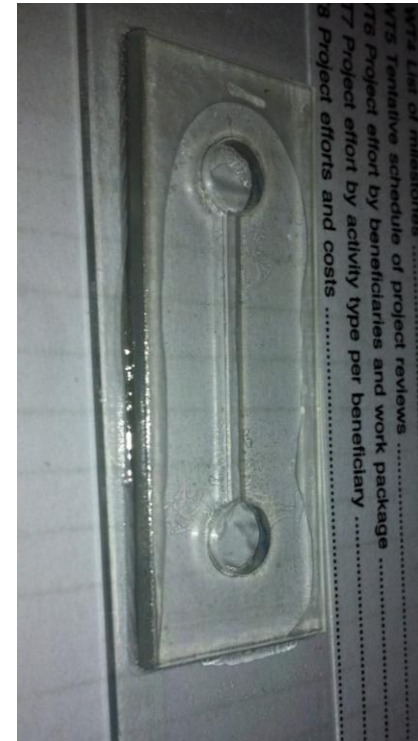
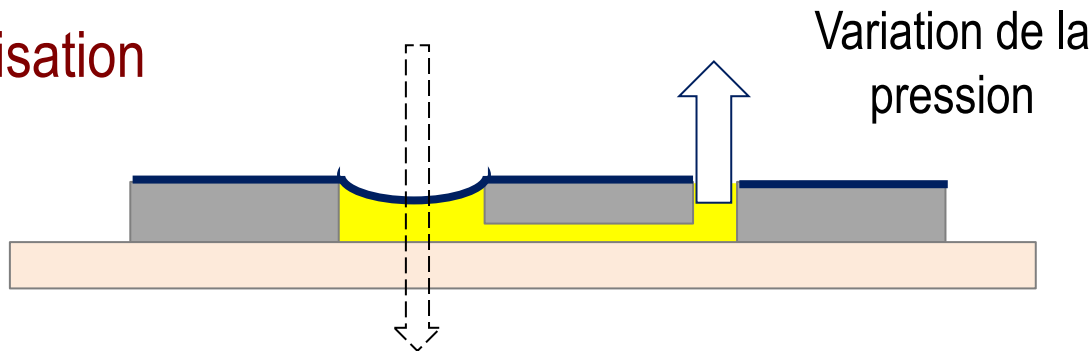
Mesure de Courbure – élasticité sur des structures de test de PDMS coulé sur Parylene

HESSO

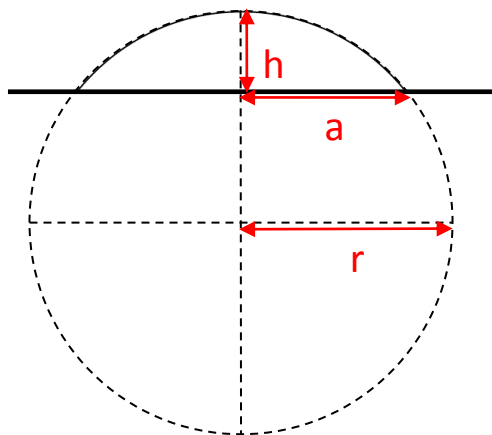
Fabrication



Caractérisation



Mesure optique: élasticité, courbure et réversibilité, qualité optique
caractérisation



$$\text{Parylene Stretching} = \frac{S - S_{init}}{S_{init}}$$

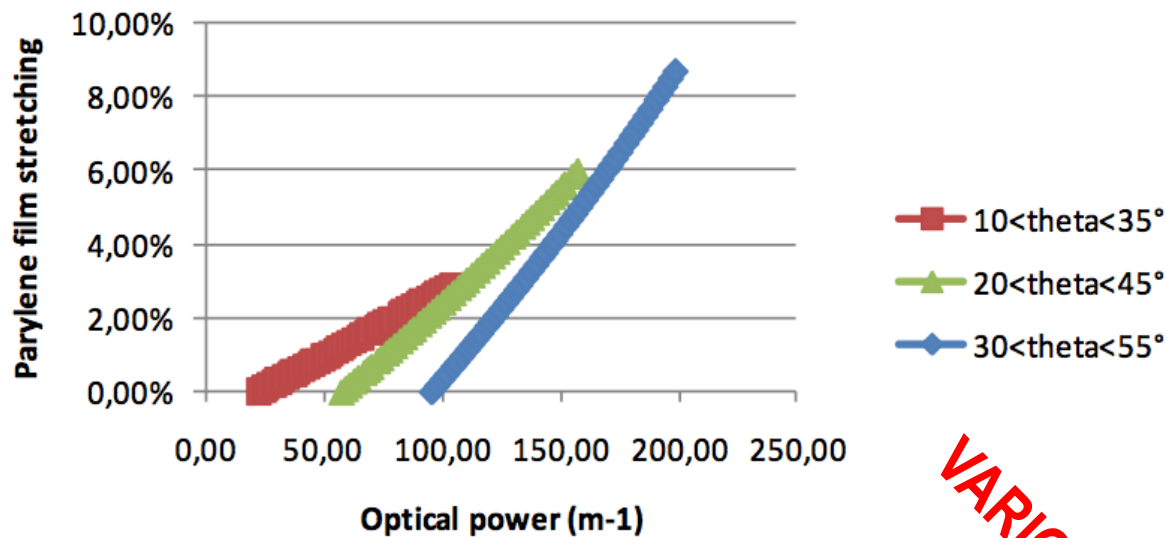
$$S = 2phr \quad h = r - \sqrt{r^2 - a^2}$$

$$r = \frac{Dn}{\frac{1}{f}} \quad a = \frac{0.007}{2} m$$

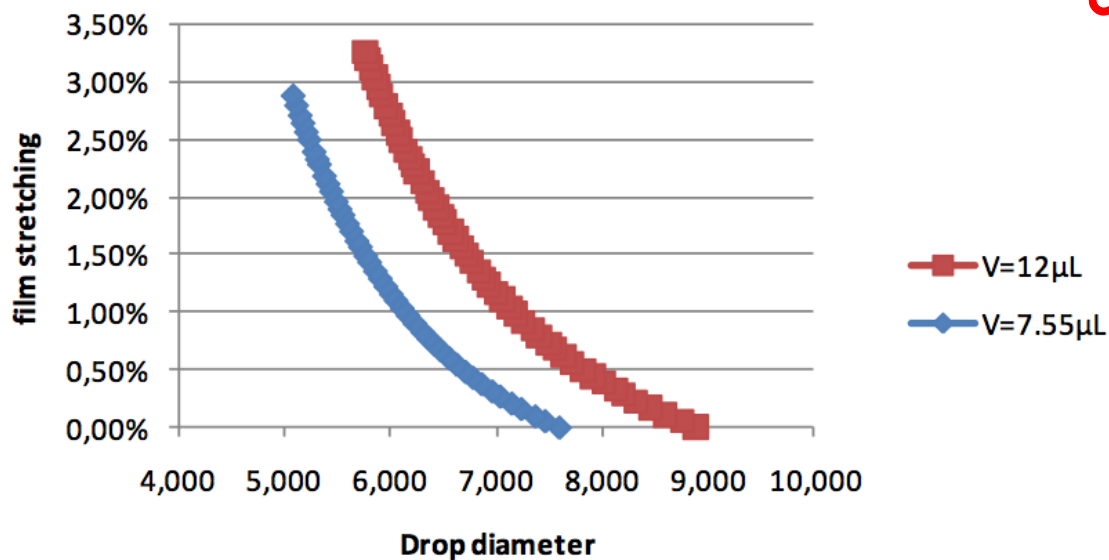
$$Dn = n_{\text{Baysilicone}} - n_{\text{air}} = 0.39819$$

Parylene stretching Vs Optical range

$V=7.55\mu\text{L}$, $n(\text{liquid})=1.5$



Film stretching VS lens diameter



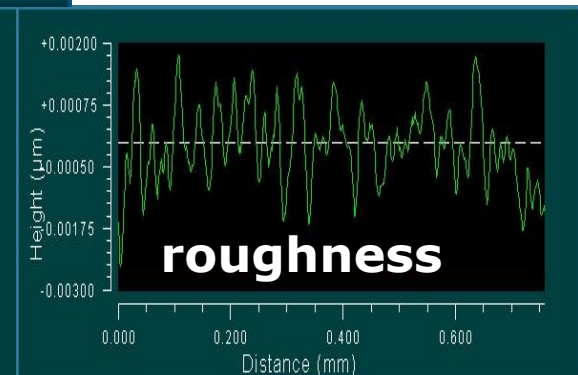
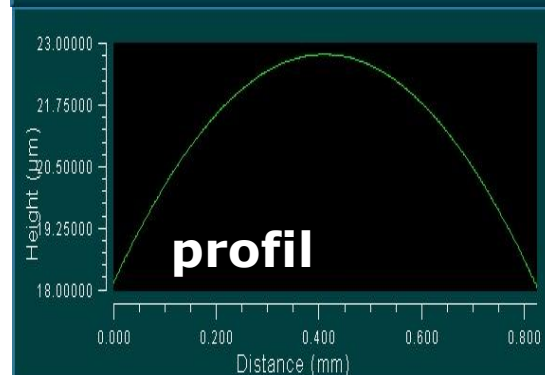
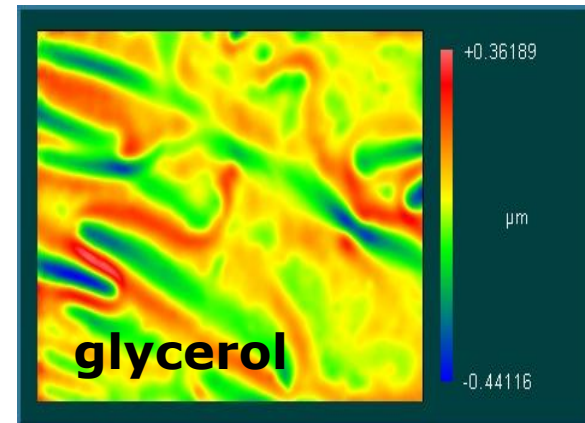
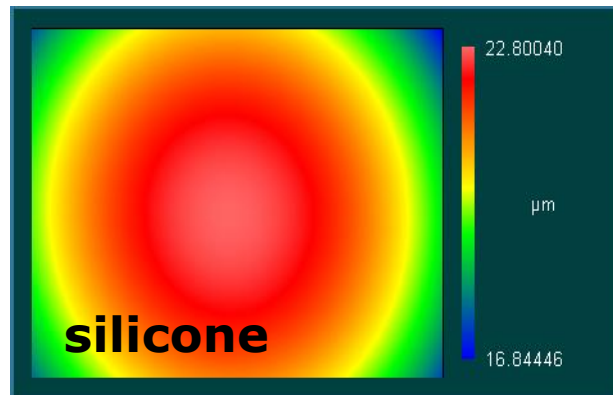
VARIOPTIC

Zygo interféromètre

VARIOPTIC

- Profil de petite surface: mesure de courbure, profil topologique et rugosité
- Résultat: généralement excellent, faible rugosité
- Sur Glycérine, surface onduleuse.

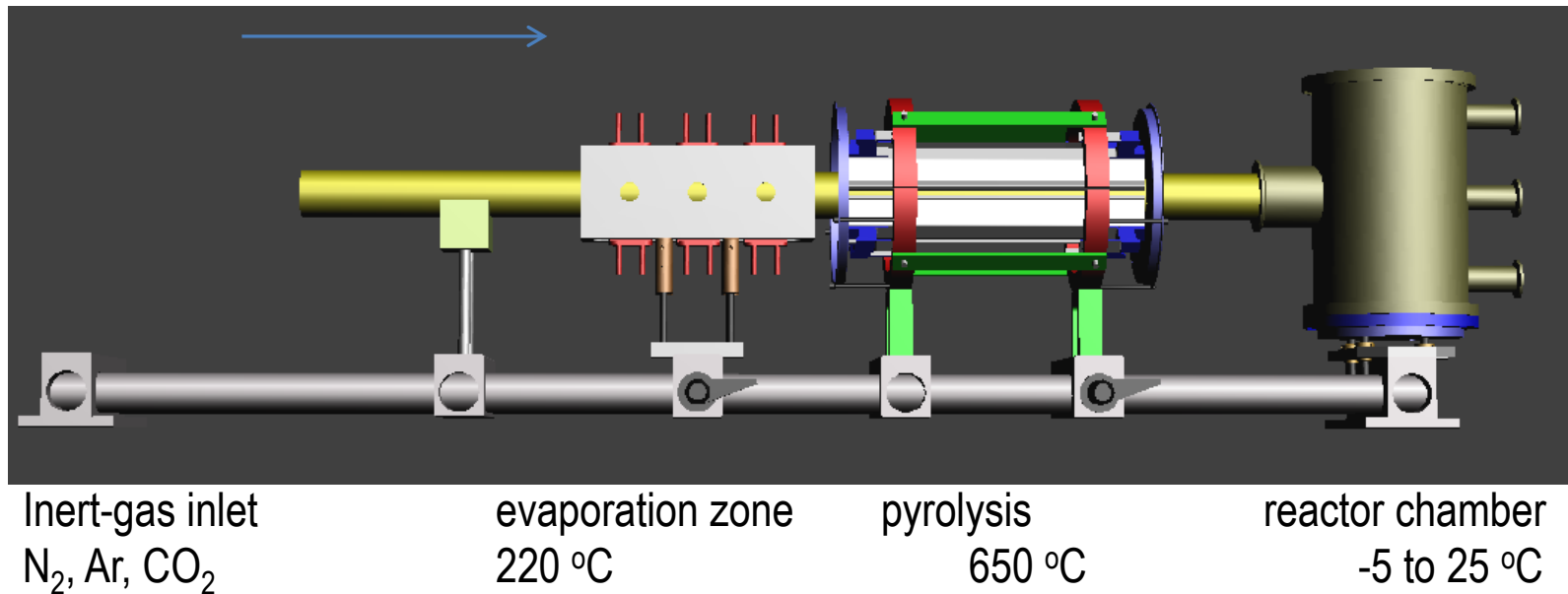
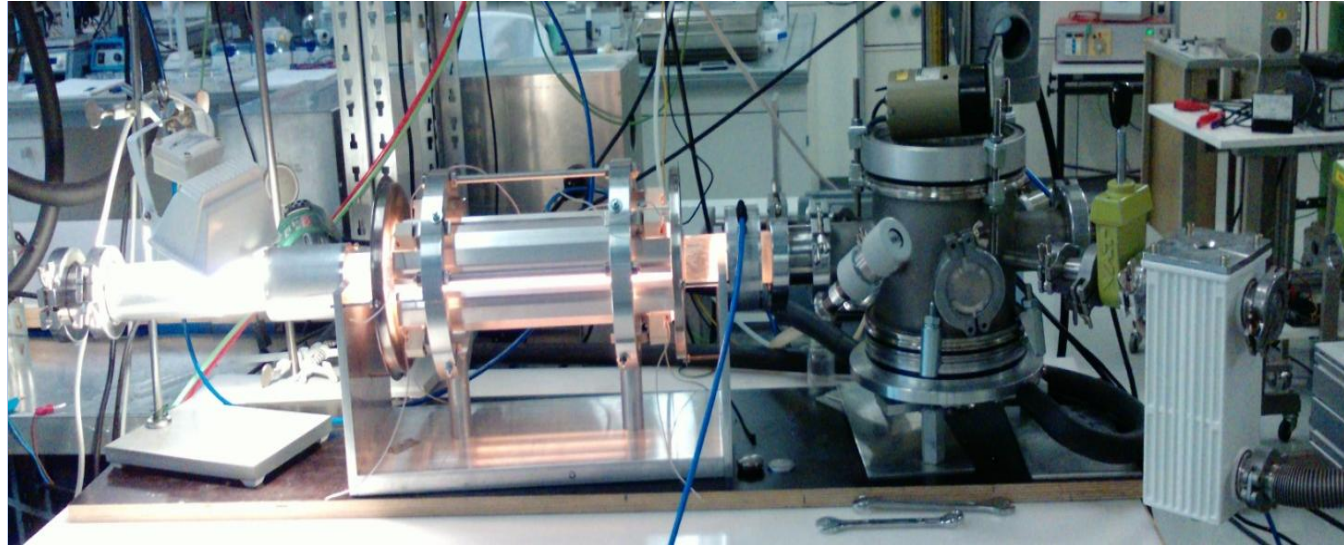
Sample	R (mm)	Ra (nm)
Si5-2	17.6	1.2
Si5-4	21.7	1.2
Si5-7	16.2	1.2
A5-11	14.8	4.2
A5-09	16.0	6.7
G5-7	-6	-
A1-2	20.6	3.8
A1-4	15.4	7.3



Co-déposition de Parylène pour obtenir des couches élastiques

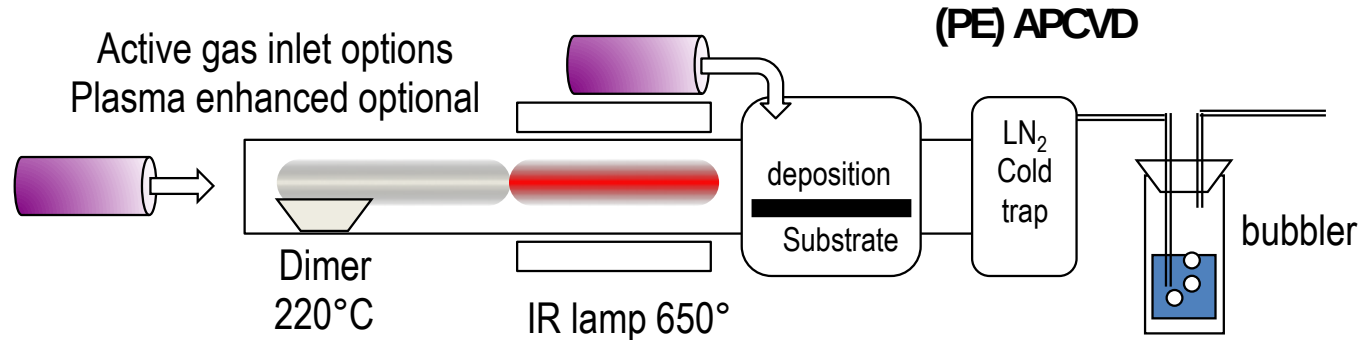
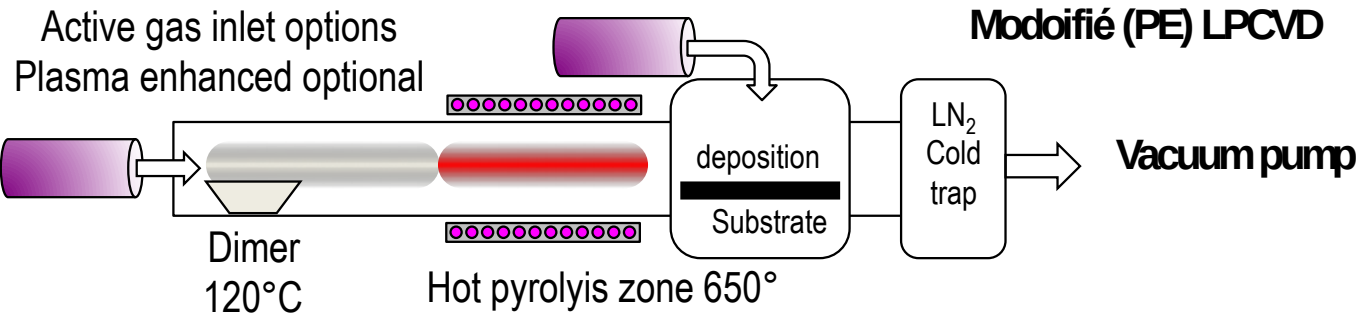
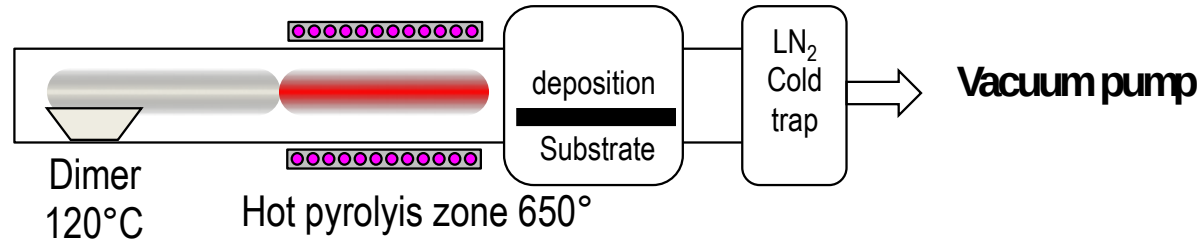
Pyrolyse et
évaporation par
irradiation IR

HESSO



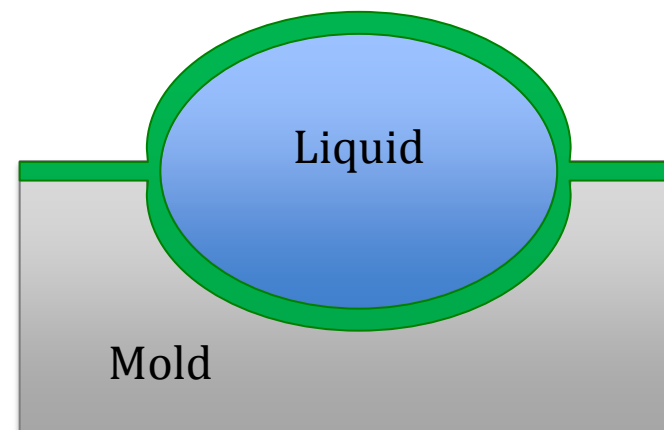
Scénarios de co-polymérisation pour modifier l'élasticité de Parylène

Prossesus Conventional « Gorham » LPCVDprocess



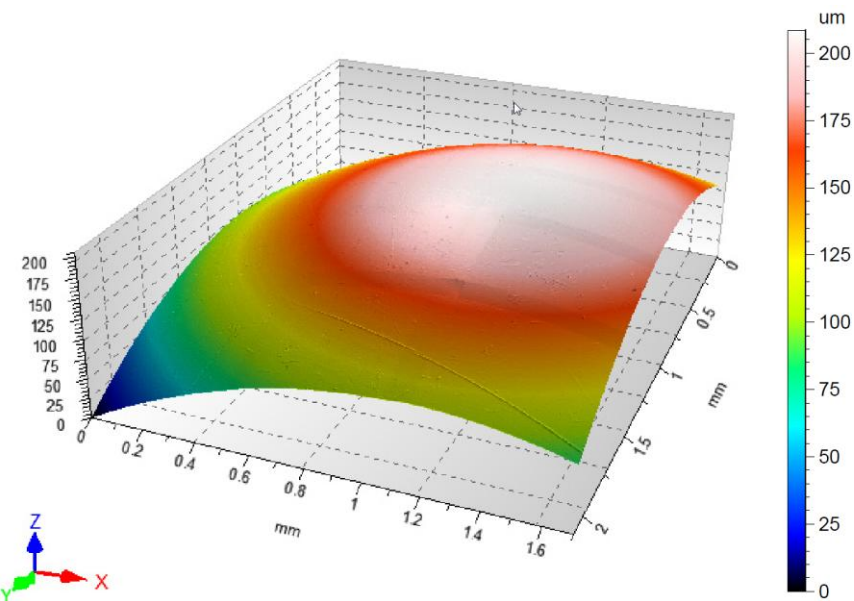
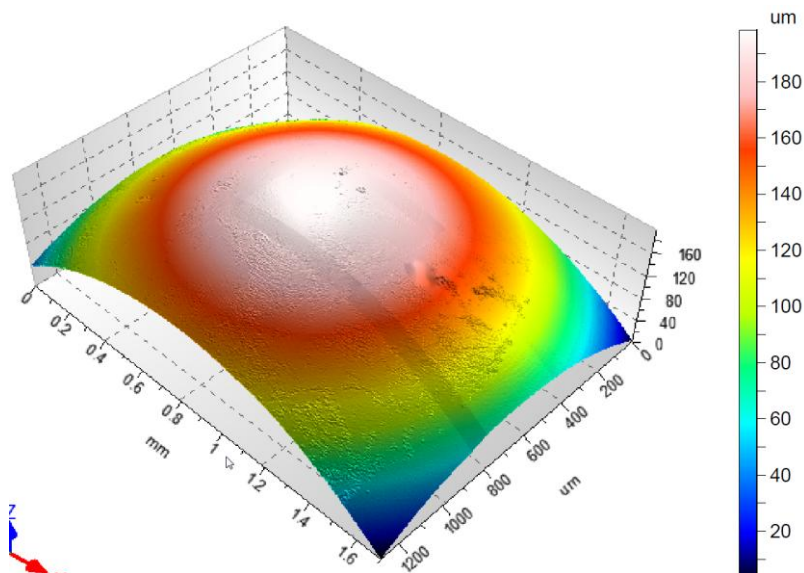
Meilleur résultat: réduction du module de Young de 4 GPa à 0.4 GPa

Lentilles Glycérole / Parylène

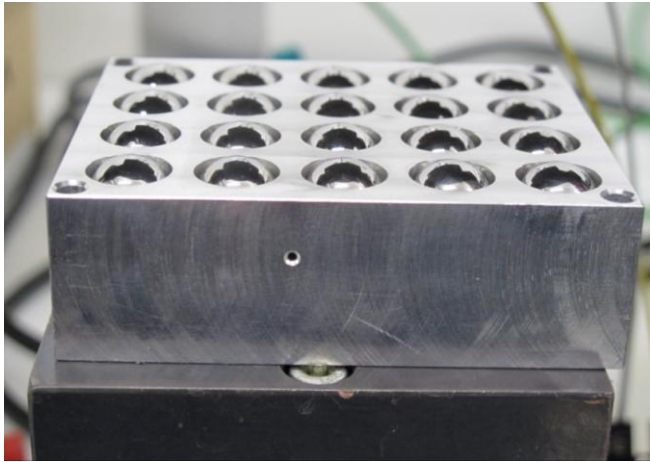


rayon haut = 3.3mm

rayon bas = 6.2mm



Lentilles en Parylene et liquide:

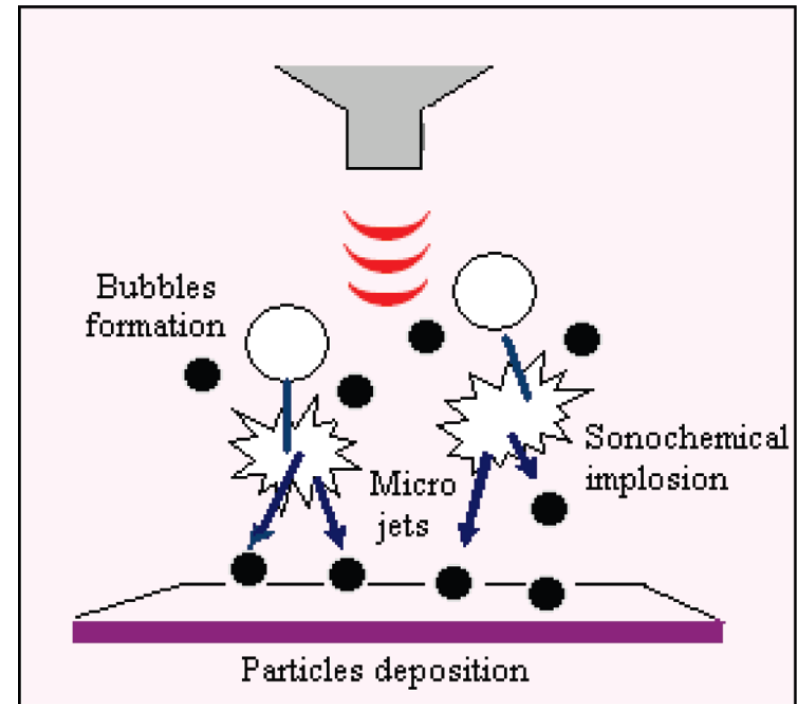


Hot embossing

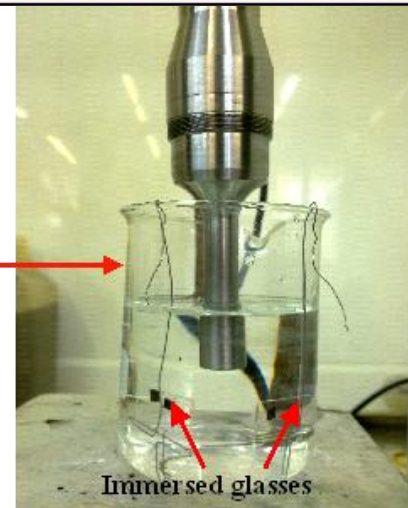


Application de nanoparticules par sono-chemistry

Si les site de haute compression dans les liquides exposé à US (onde de choc) implosent, des nanoparticules peuvent être accélérées à très haute vitesses et êtres implantés dans les surfaces



Close up

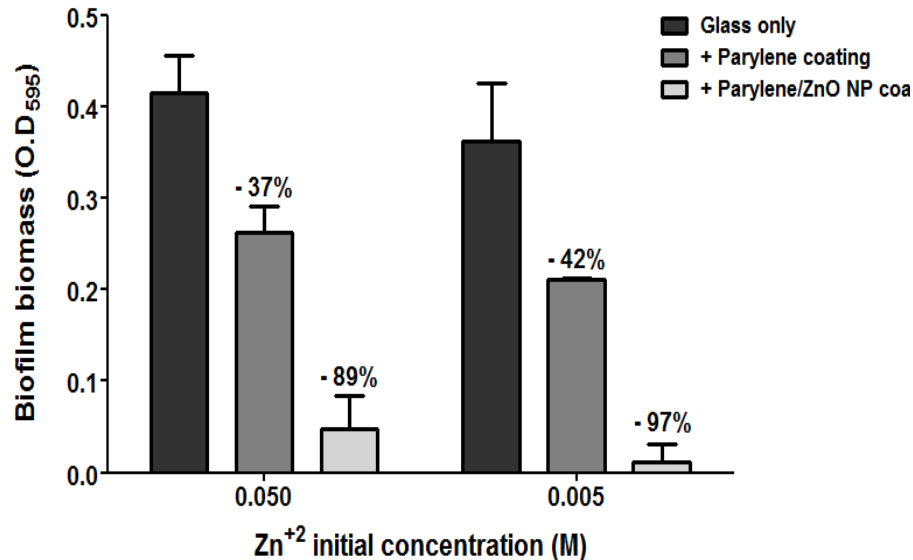


Biofilm biomass formation after 24 h

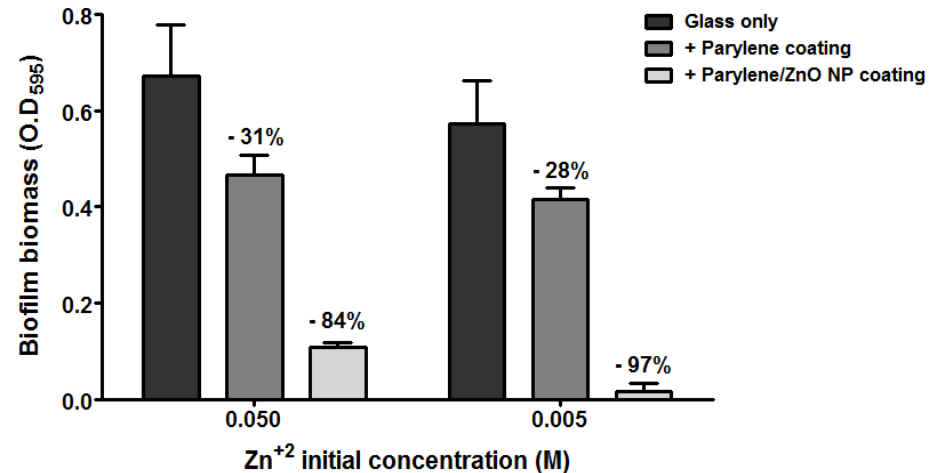
BIU

ZnO nanoparticle application:

S. aureus

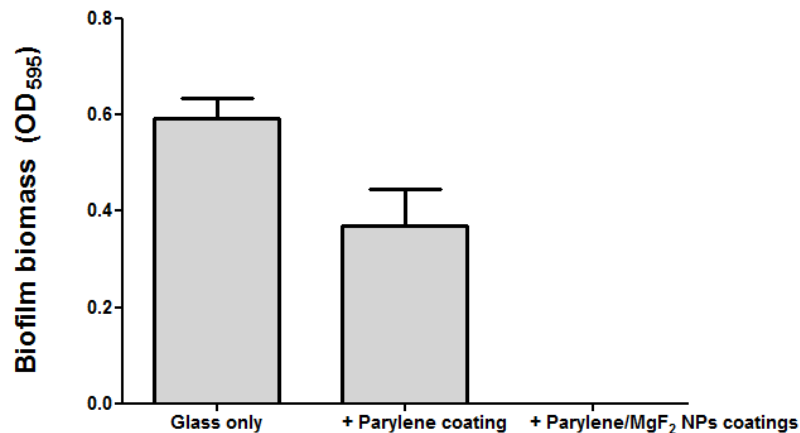


E. coli

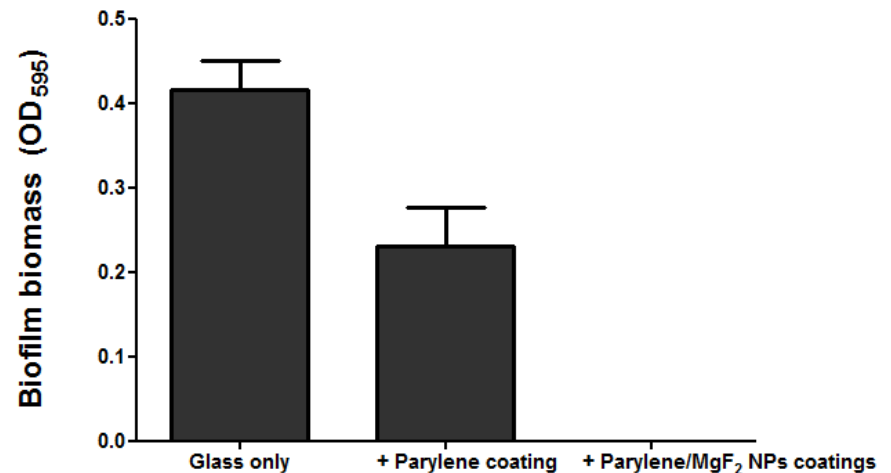


MgF₂ nanoparticle application:

E. coli



S. aureus





Nanotechnology based implantable and interfaceable devices

THEME [NMP.2011.1.4-4]

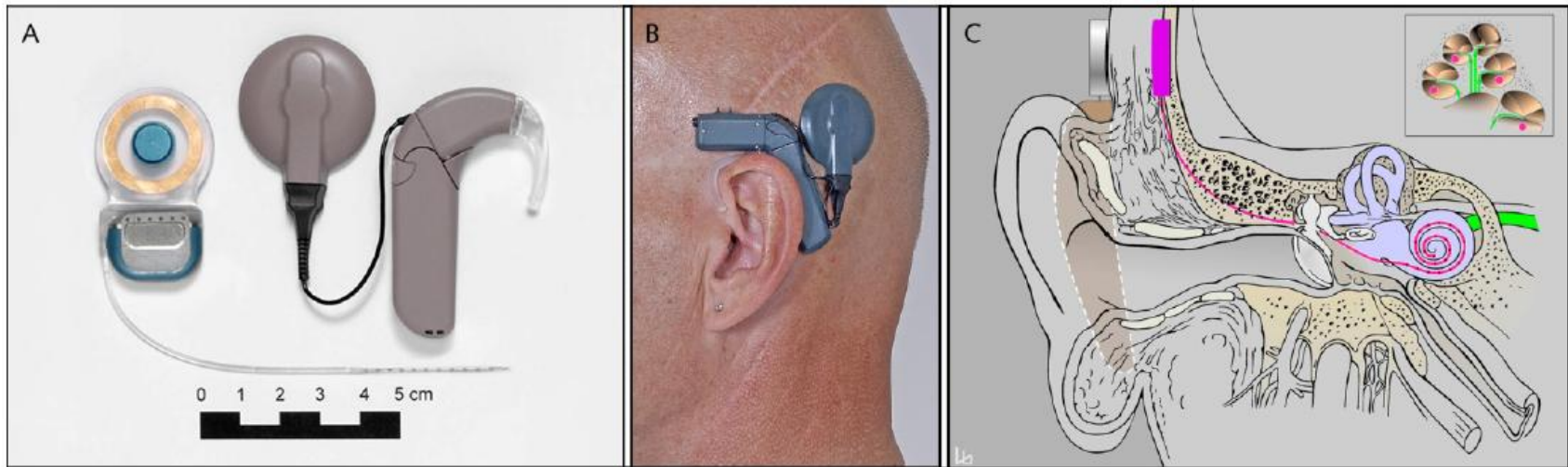
Contributions and networking WP2

T2.1 Diffusion of active compounds

T2.3 Anchoring Sites

T2.4 Patterning and integration of nanostructures

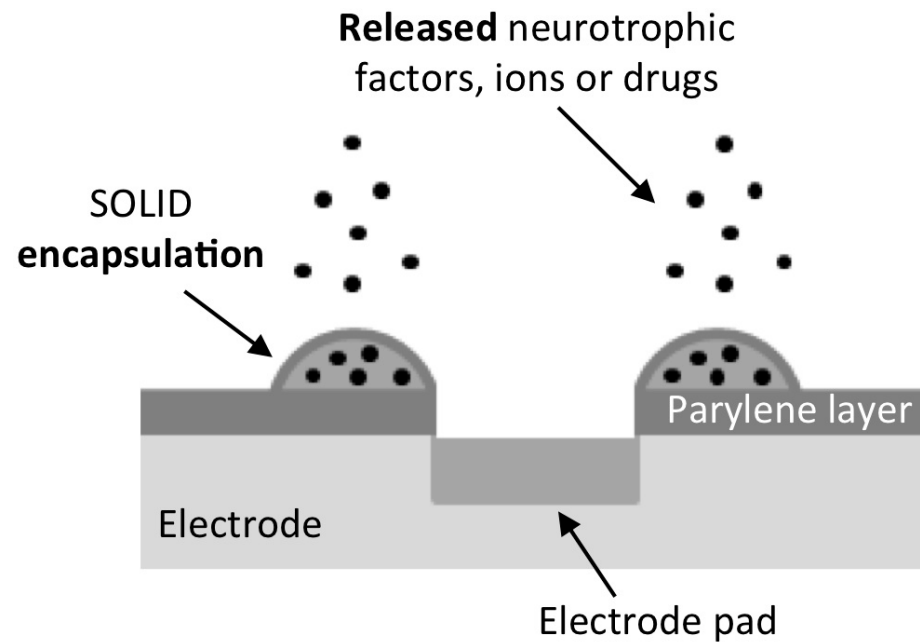
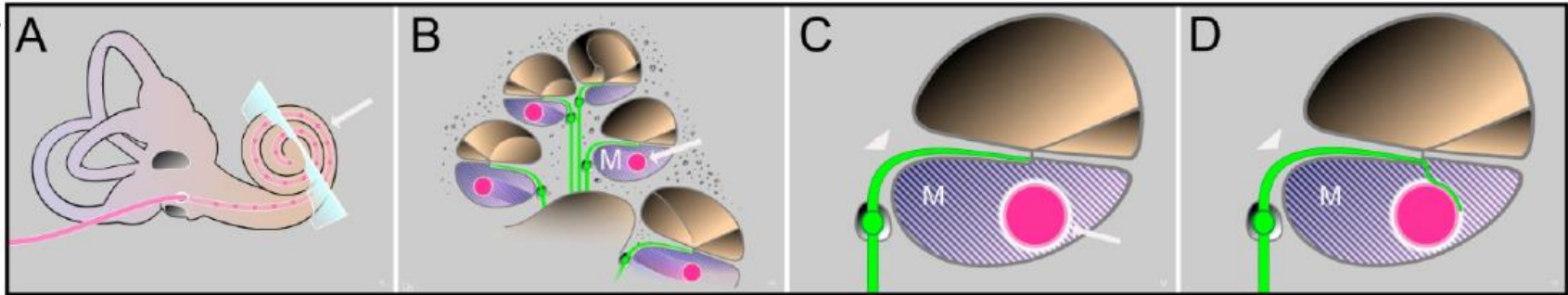
Implants cochléaires



Système d'implants cochléaires de la société MED-EL

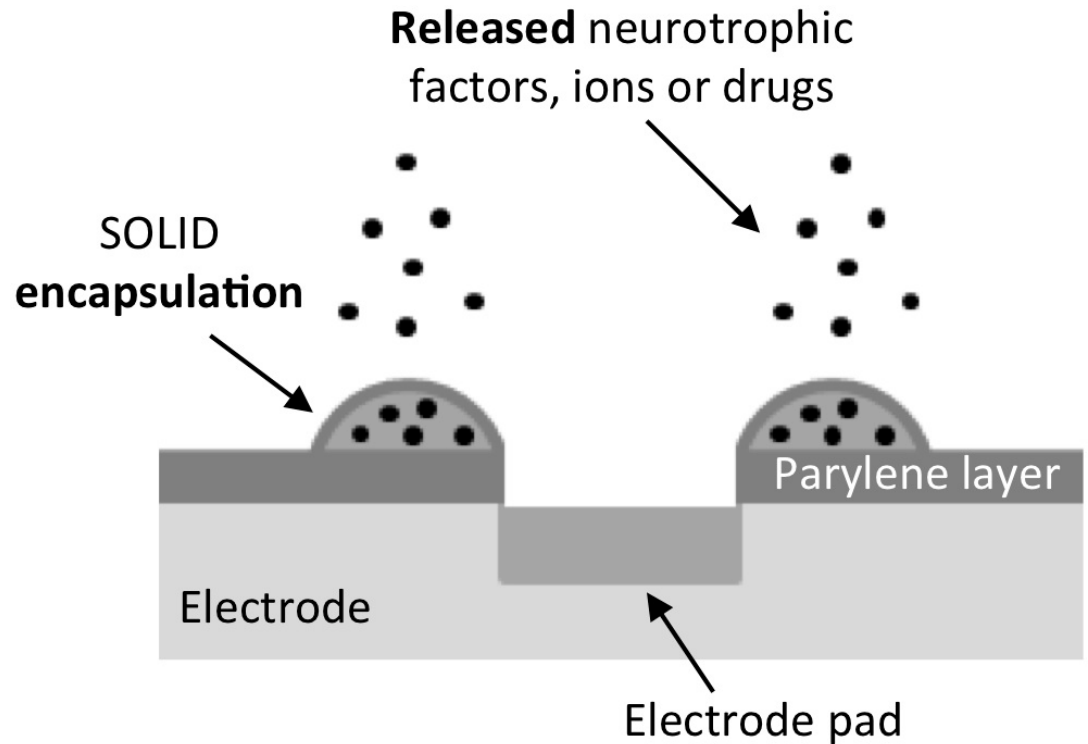
A. Système complet **B.** Processeur posé derrière l'oreille **C.** Stimulateur et ensemble d'électrodes implantés pour stimulation des fibres nerveuses auditives

Implants cochléaires: problématique



Concept of dispensing

Application of the SOLID technology encapsulate liquids under a thin Parylene membrane that has to be nano-patterned.



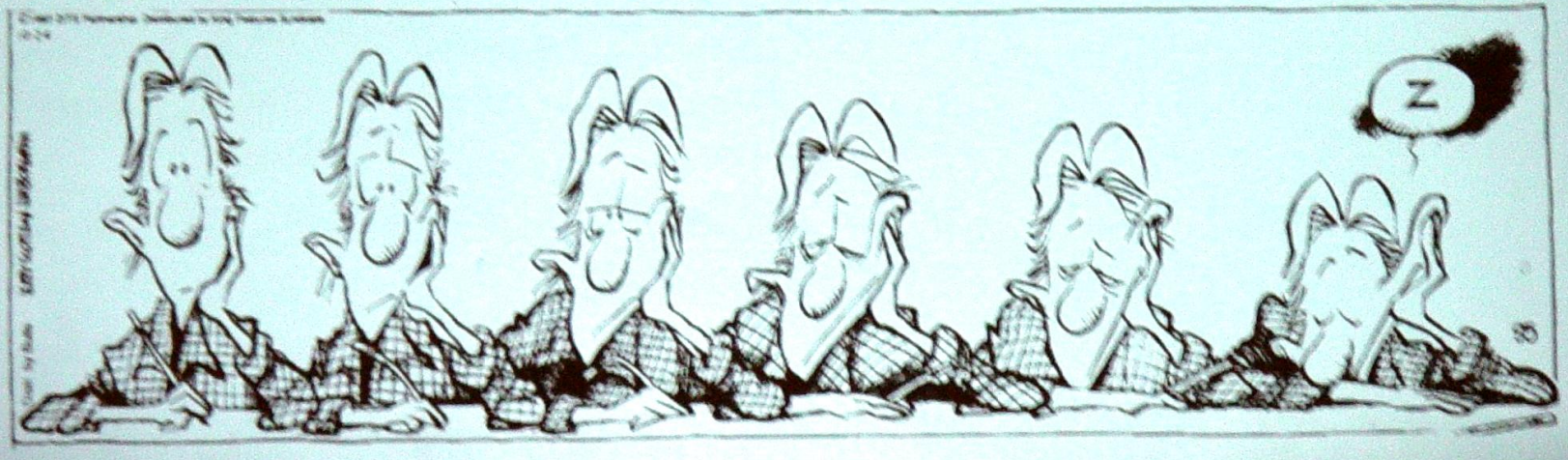
Conclusion



Le défi de fabriquer des lentilles intraoculaires était divisé en différentes plateformes de recherche:

1. Développer un Polymère élastique permettant d'encapsuler un milieu liquide à indice de réfraction ajustable (typiquement des Hydrogels).
2. Obtenir une qualité optique comparable à un goutte d'un liquide et l'encapsuler.
3. Développer des revêtements et traitements de surface permettant d'éviter l'installation de bactéries et de biofilm
4. Développer un concept d'actuation pour varier la longueur focale de la lentille.
5. Développer des membranes avec des prores définis pour libérer des substances actives.

Thank you
for your attention !



Remerciements:

Le projet est financé par 7 EU Framework Programme,
projet 246362