

Les nanotechnologies, quels enjeux dans les domaines de la biologie et de la santé

Jacques Grassi (CEA, Aviesan)

L'échelle des dimensions

Du naturel.....

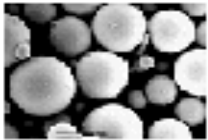
..... à l'artificiel



Fourmi
~ 1 cm



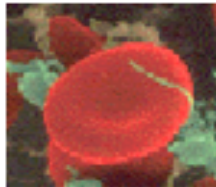
Acarlien
200 µm



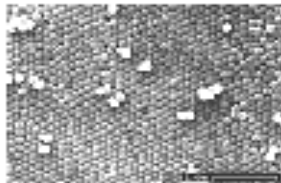
Pollen
~ 10-20 µm



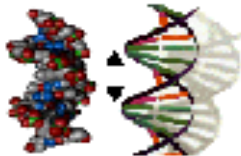
Cheveu humain
~ 10-50 µm



Globule rouge
~ 7-8 µm



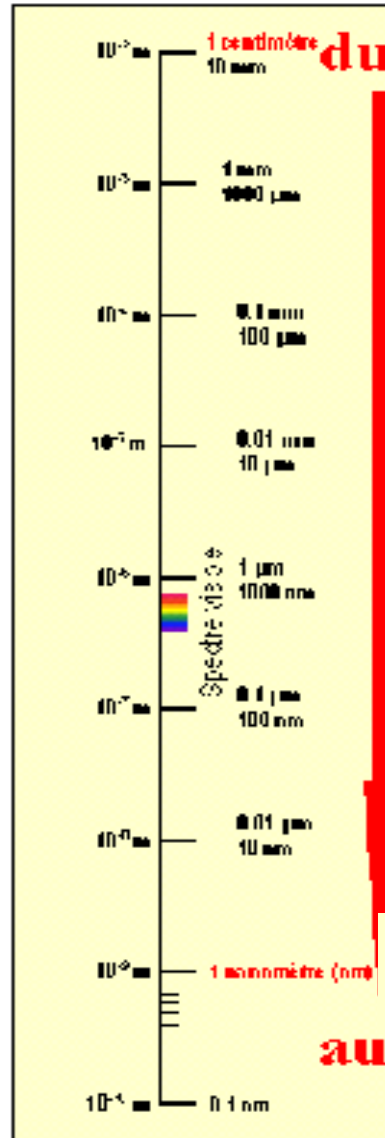
Opale naturelle
~ 0,2 µm



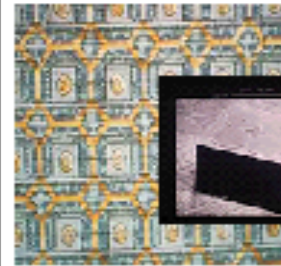
ADN
2,4 nm



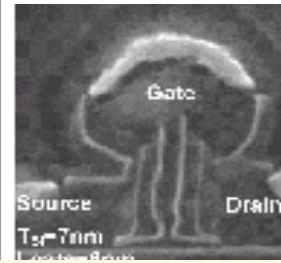
Atomes de silicium
~ 0,2 nm



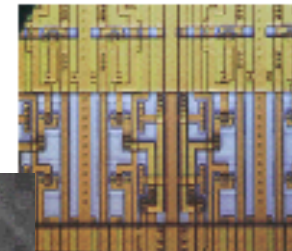
Circuit Intégré
~ 1 cm



Microsystèmes
10-100 µm



Le plus petit transistor
Grille de 5 nm



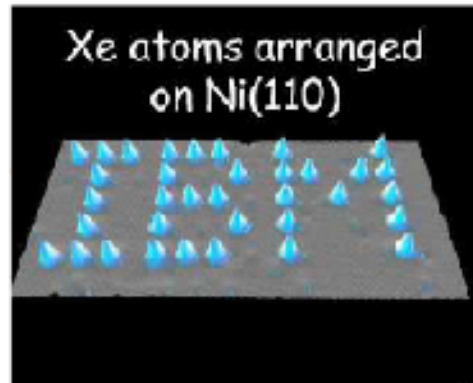
Interconnexions
des circuits Intégrés
1-10 µm



Nanotubes de carbone
Diamètre ~ 2 nm

Les 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 comprise entre 1 et 100 nm.

Selon la même logique, une nanoparticule sera une particule dont au moins une des dimensions est inférieure à 100 nm.

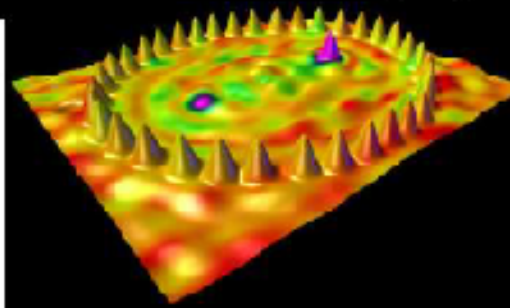


Eigler and
Schwitzer (1990)

Manipulation atome par atome

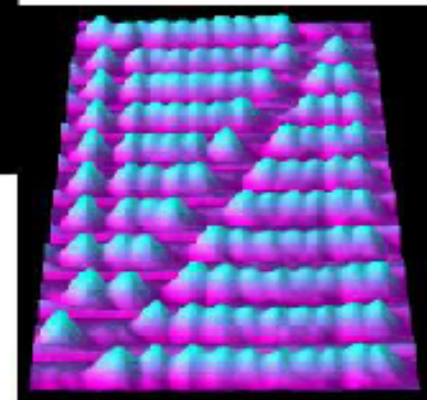
Quantum Corral

Co atoms on Cu(111)



Manoharan, Lutz and
Eigler (2000)

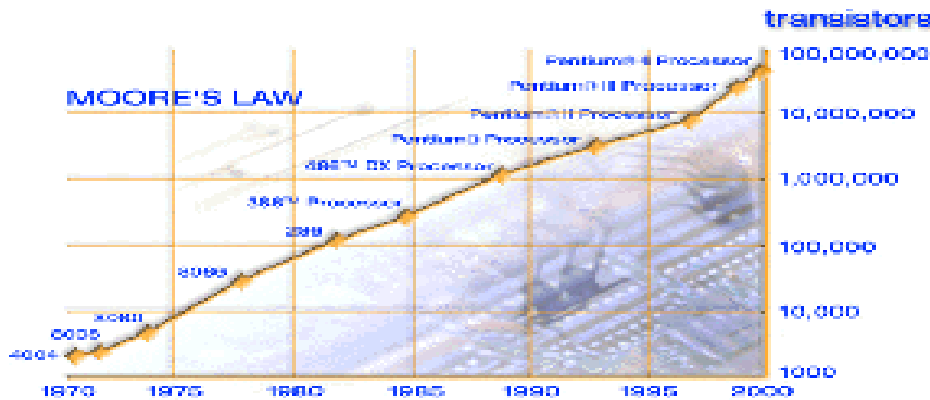
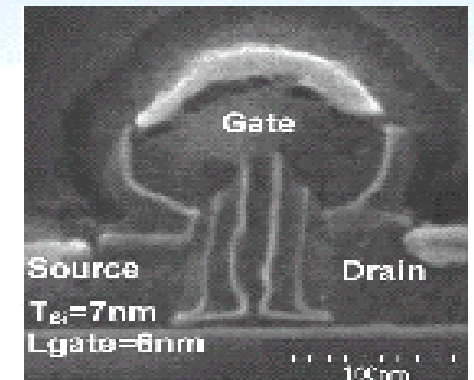
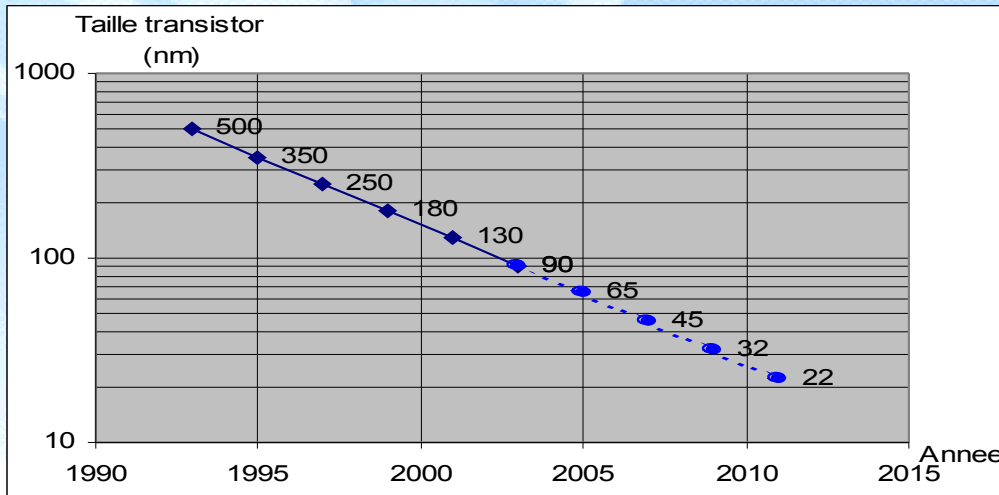
Atomic Abacus:
 C_{60} molecules
arranged along
step edge on Cu



Cuberes, Gimzewski,
Schlittler (1996)

1 – Nanosciences-nanotechnologies

du mm (1947)

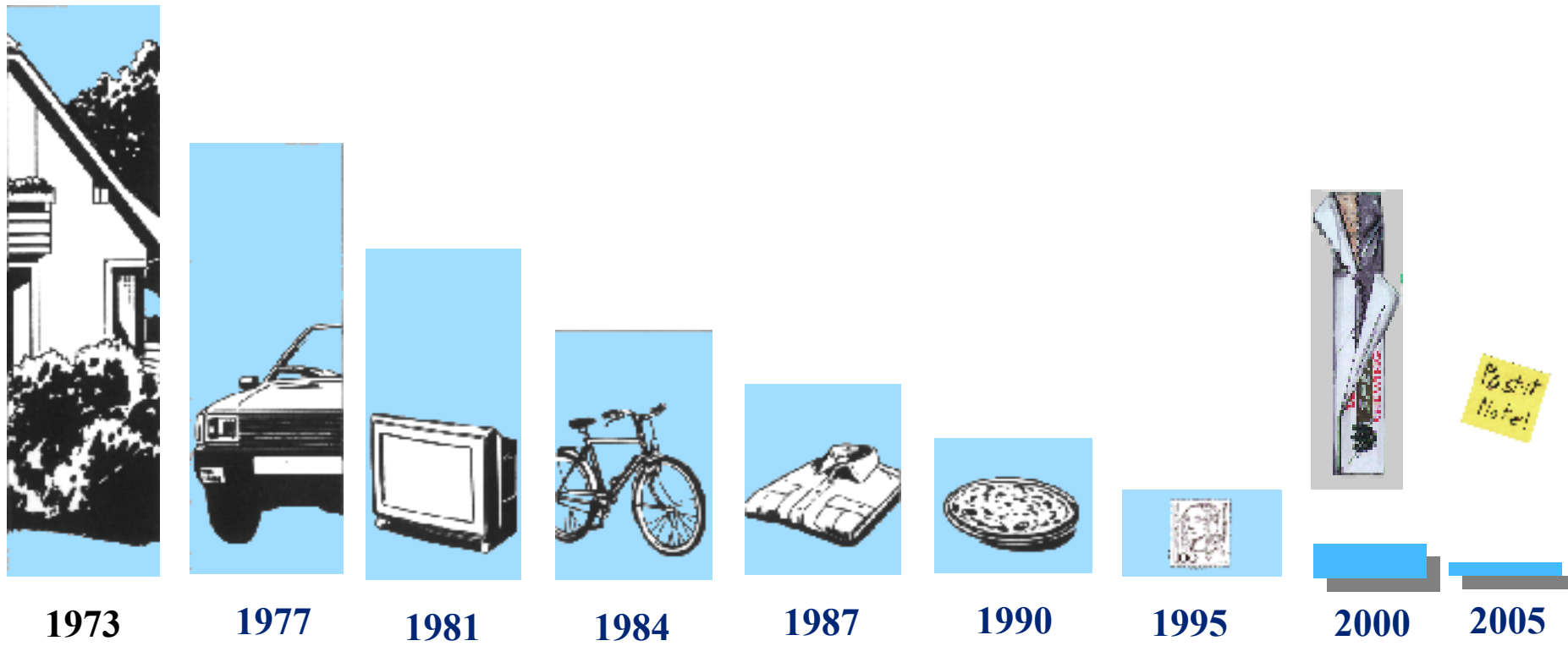


au nm (2002)

Colloque nanosciences et médecine du XXIème siècle

Evolution du prix de 1 Million de transistors

Une réduction des coûts unique dans l'histoire de l'industrie

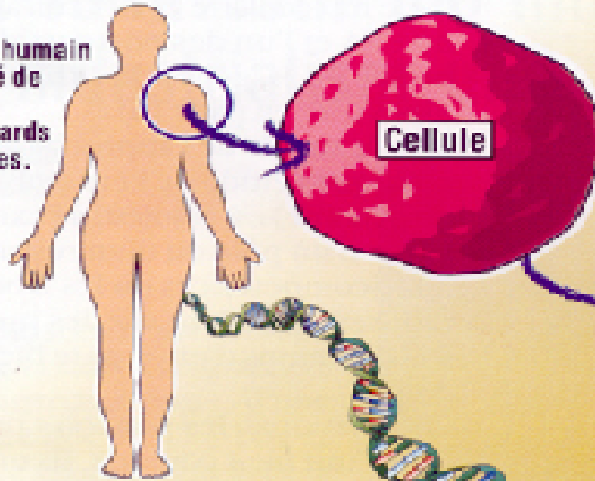


Une première retombée très importante pour la Biologie et la Médecine:

Augmentation de la puissance de l'informatique

1

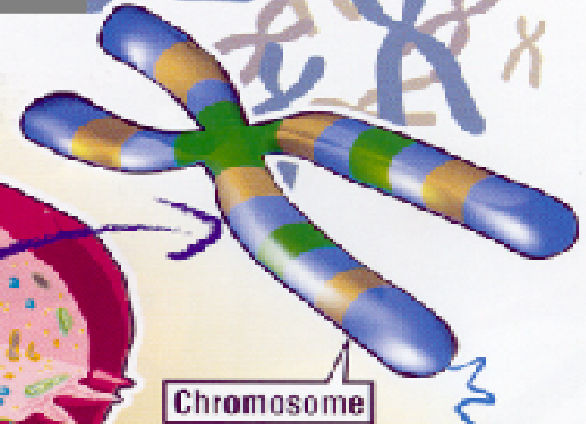
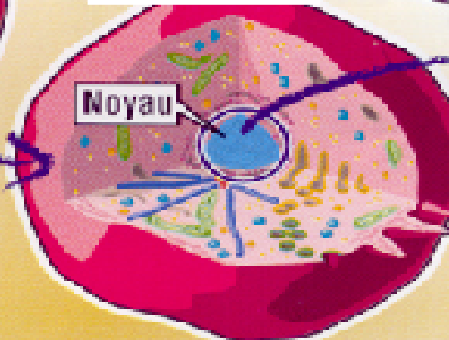
Le corps humain est formé de quelque 100 milliards de cellules.



2

Dans la cellule se trouve un noyau.

Noyau



5

Le génome est l'ensemble des gènes, soit 3 milliards de paires de bases. C'est le programme génétique de l'espèce qui est ainsi conservé et transmis via la production des protéines.



3

Le noyau contient 23 paires de chromosomes, dont l'ADN, pelotonné dans le noyau, est la principale composante.

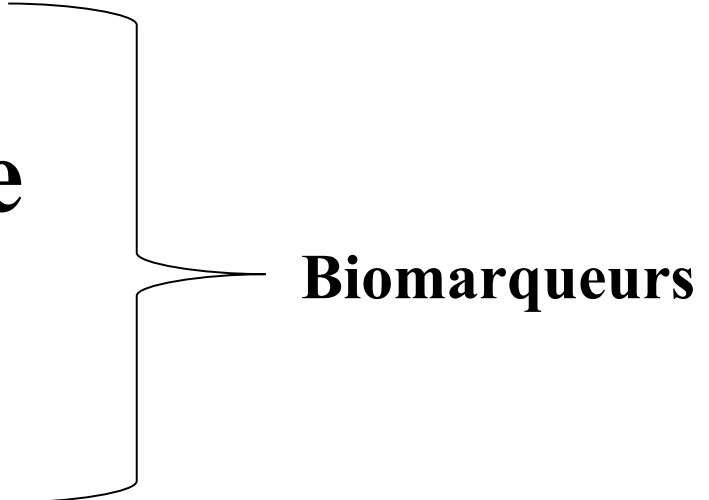
4

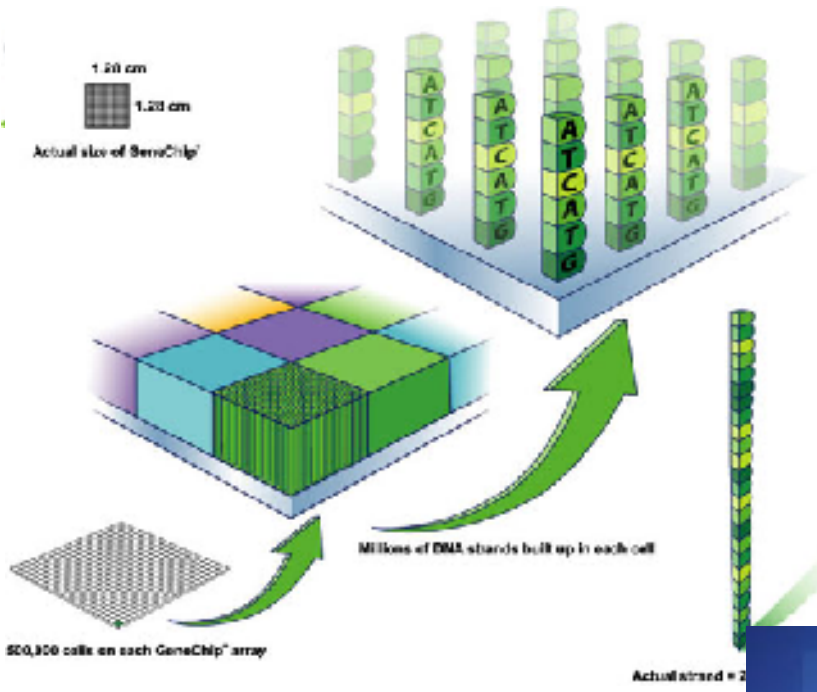
Chaque brin d'ADN est formé de quatre bases : adénine (A), cytosine (C), guanine (G) et thymine (T).

information génétique:
A, T, C, G

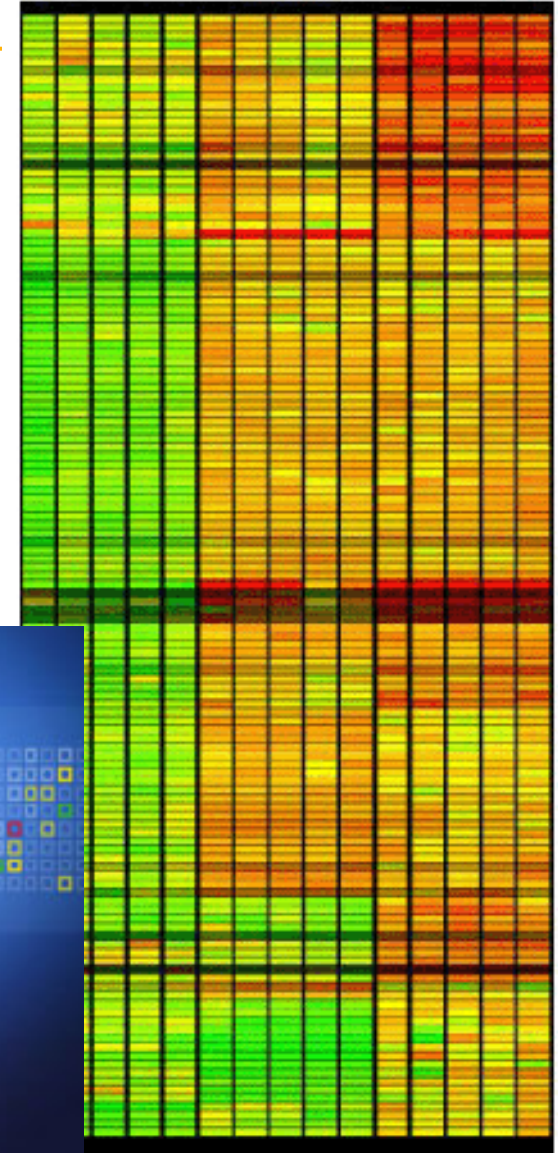
– L'apport des méthodes d'analyse massivement parallèles

Les « omiques » et la biologie à grande échelle

- **Génome**
 - **Transcriptome**
 - **Protéome**
 - **Métabolome**
- 
- A large right-facing curly bracket groups the four omics listed on the left. To the right of the bracket, the word 'Biomarqueurs' is written in a bold, black font.



Affimetrix



CD8⁻ DC CD8⁺ tg DC CD8⁺tg DC tumor



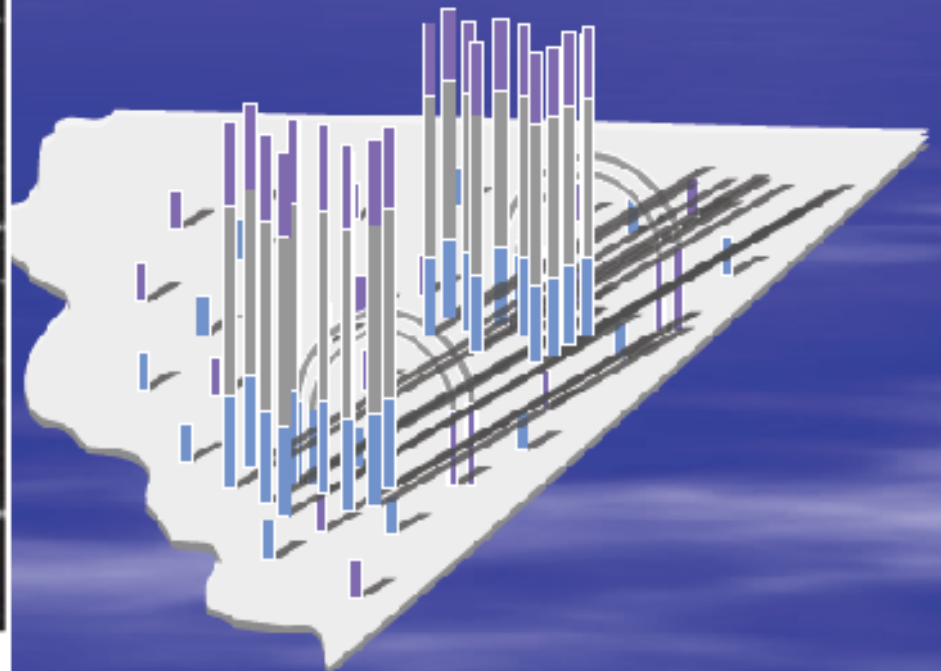
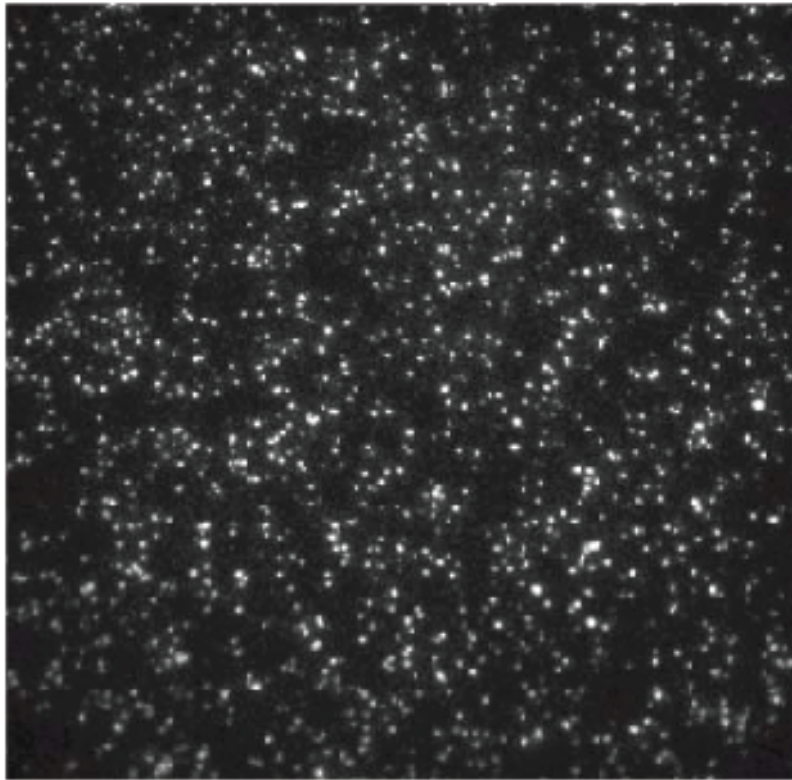
Illumina (Solexa) Genome Analyzer

- Cost: To sequence initially at 1/100th current costs
- Throughput: To sequence in excess of 1Gb per experiment
- Accuracy: To generate high accuracy raw data with reliable quality metrics

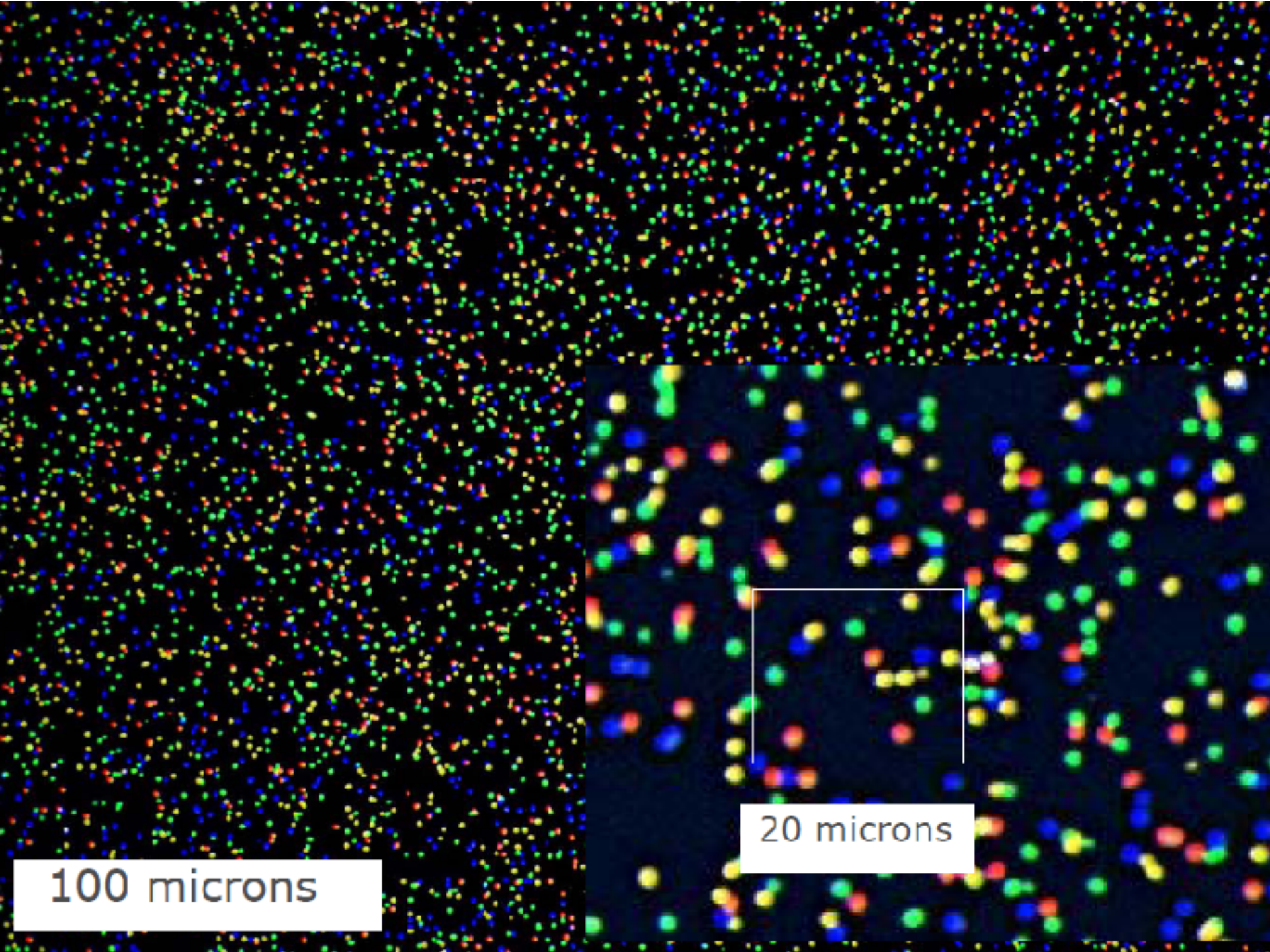


Clonal Single Molecule Arrays™

Attach single molecules to surface
Amplify to form clusters



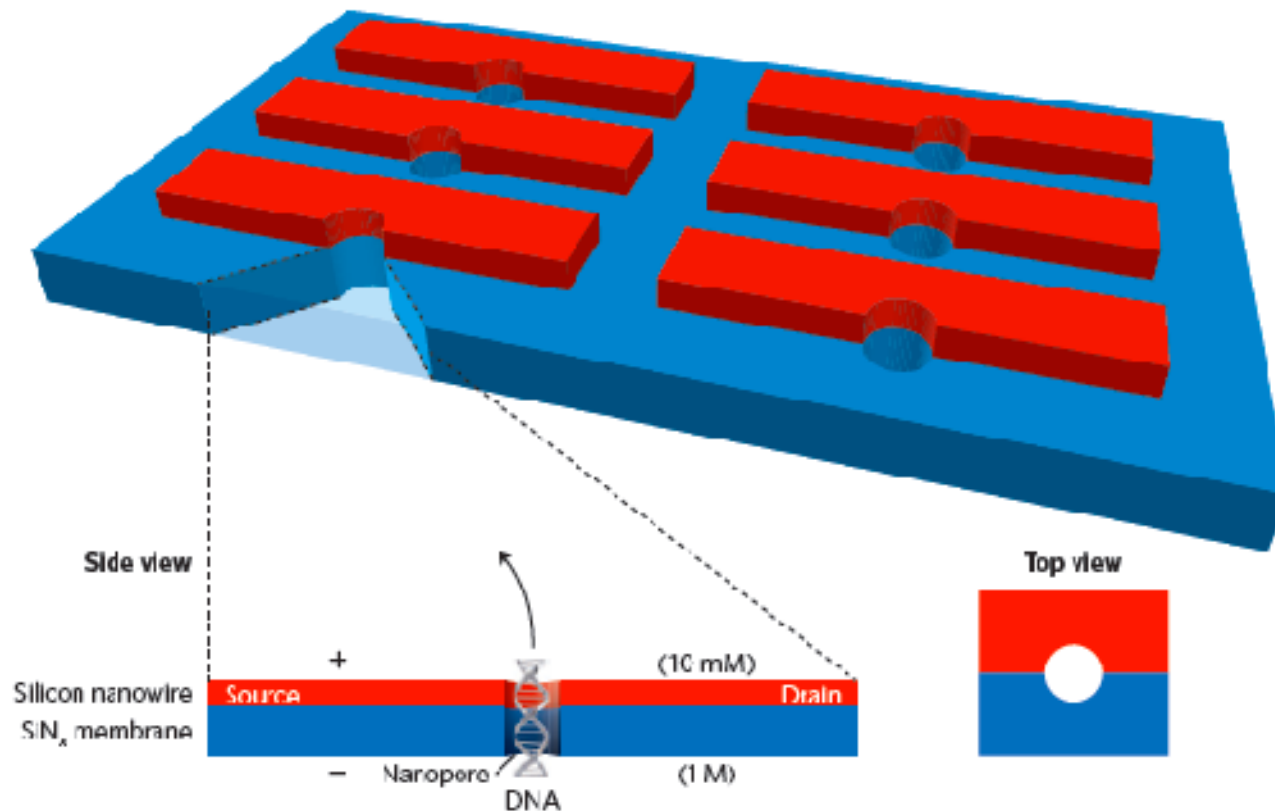
~ 1000 molecules per ~ 1 μm cluster
 ~ 1000 clusters per 100 μm square
 ~ 40 million clusters per experiment

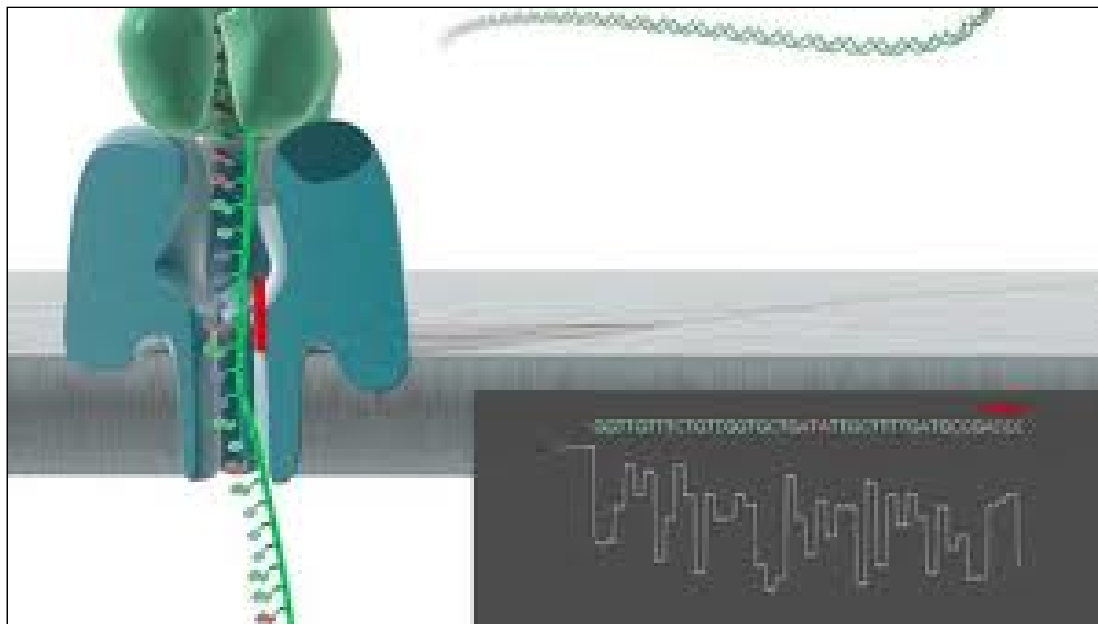


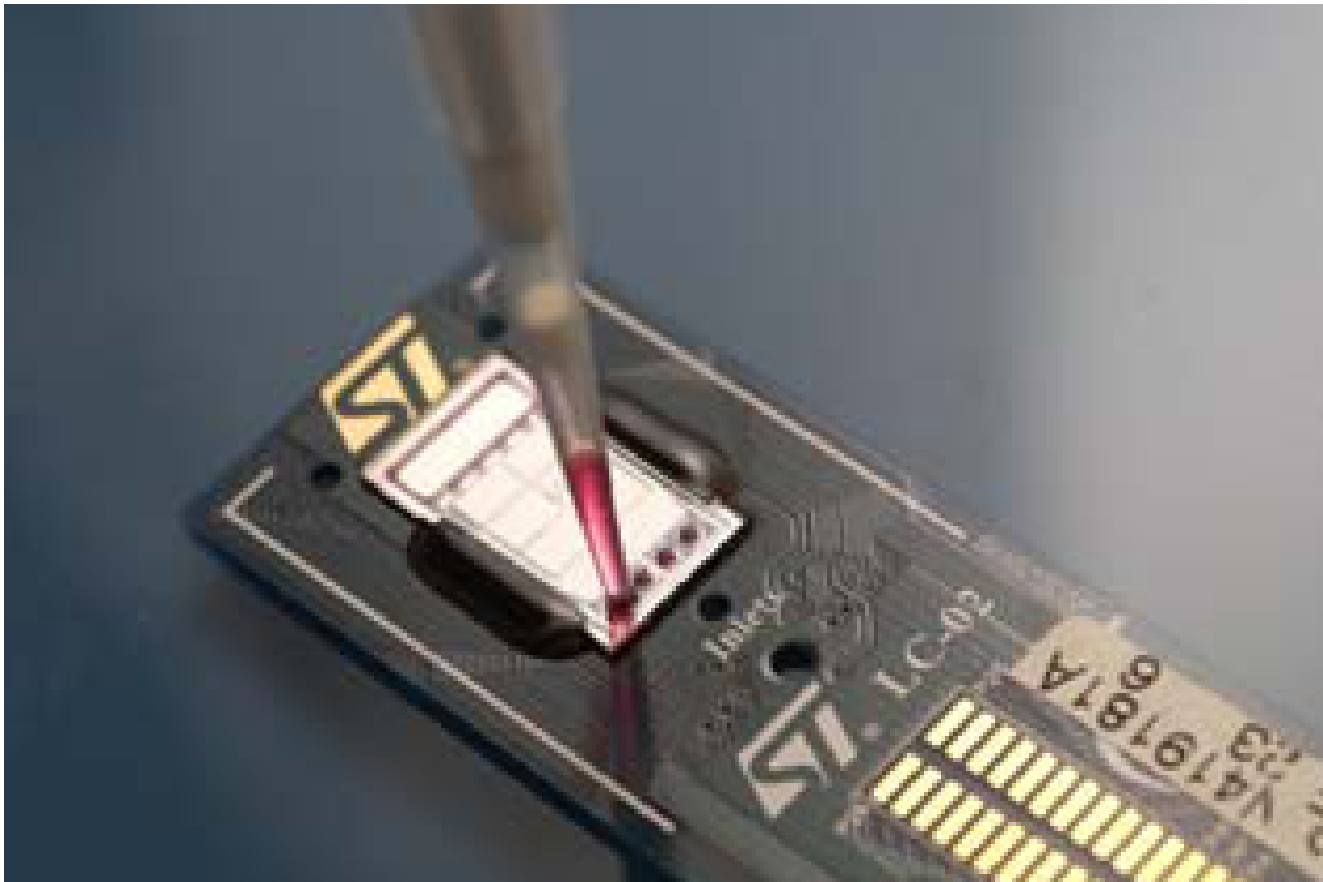
100 microns

20 microns

Séquençage de dernière génération







ST Lab-on-Chip Platform

In Check™ SW



PC

Reader

Temperature Control System
(TCS)

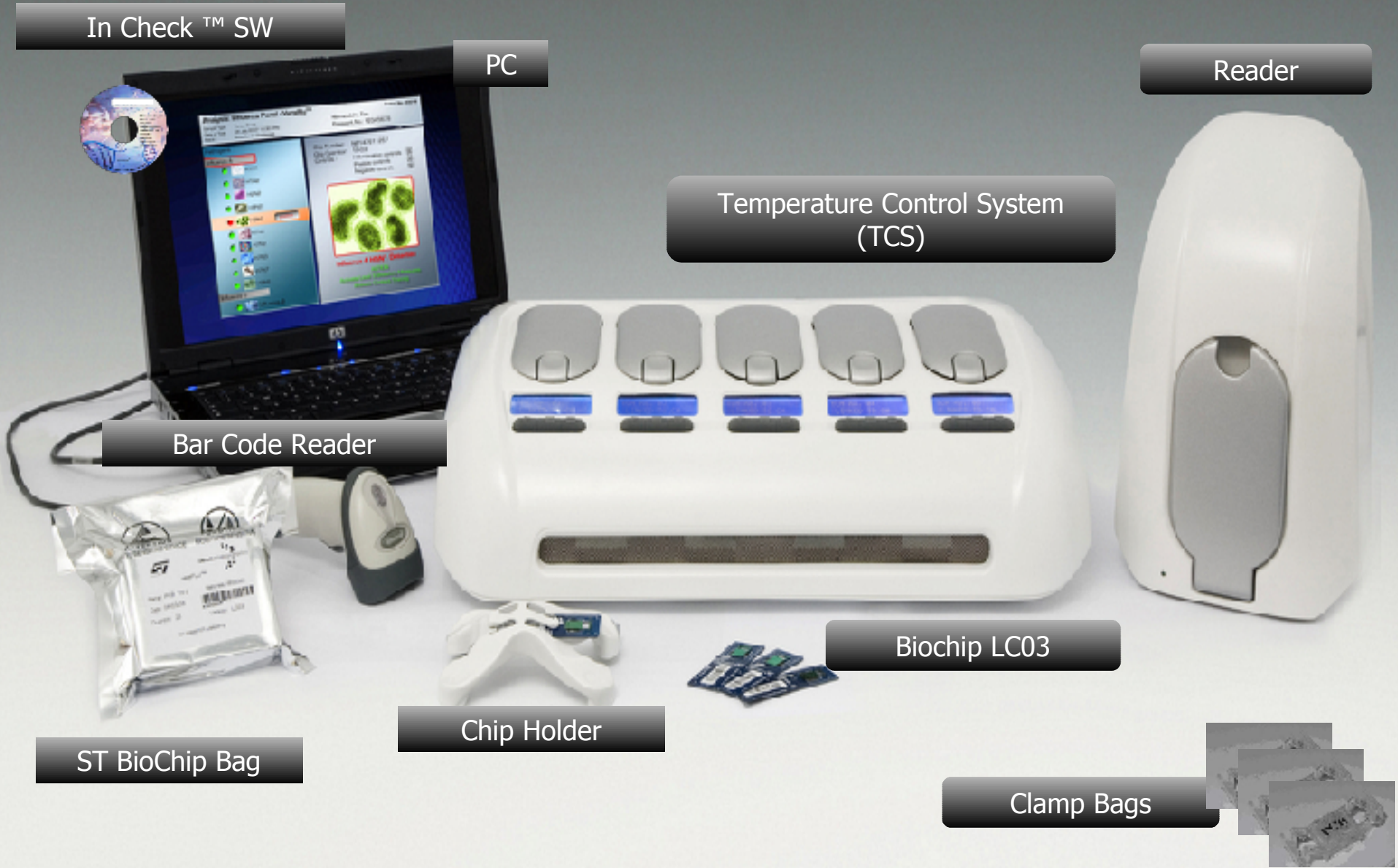
Bar Code Reader

Biochip LC03

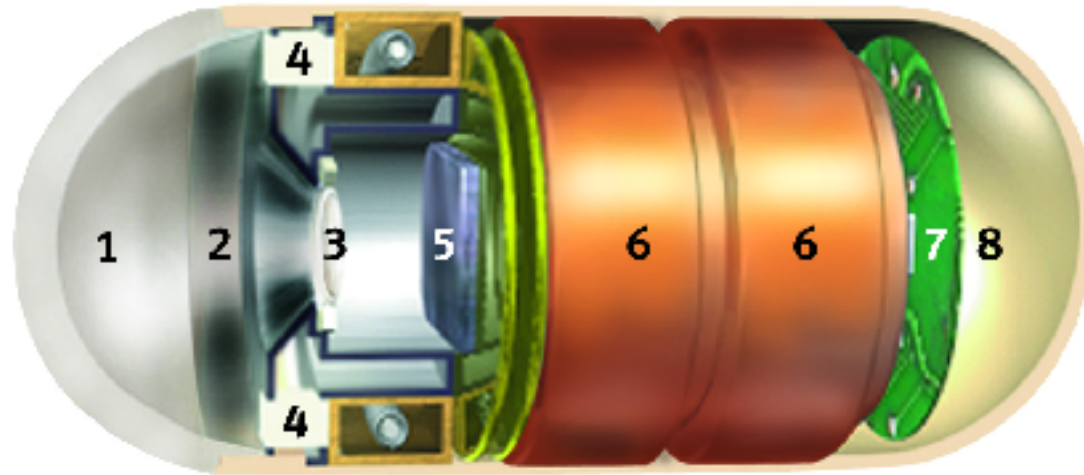
ST BioChip Bag

Chip Holder

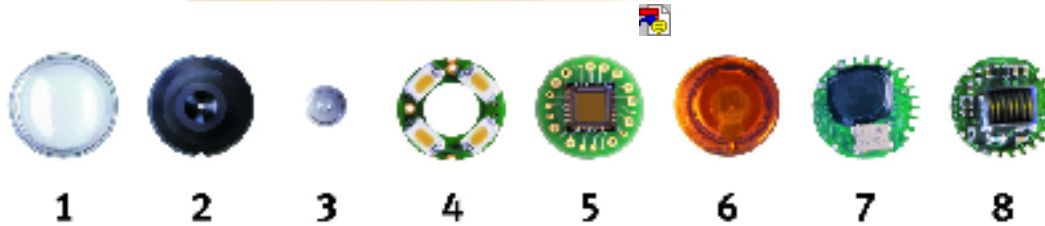
Clamp Bags



The Given® Diagnostic



1



1. Optical dome Lens holder
2. Lens
3. Illuminating LEDs (light emitting diodes)
4. CMOS imager
5. Battery (7±1hours)
6. ASIC (Application Specific Integrated Circuit) transmitter
7. Antenna
- 8.

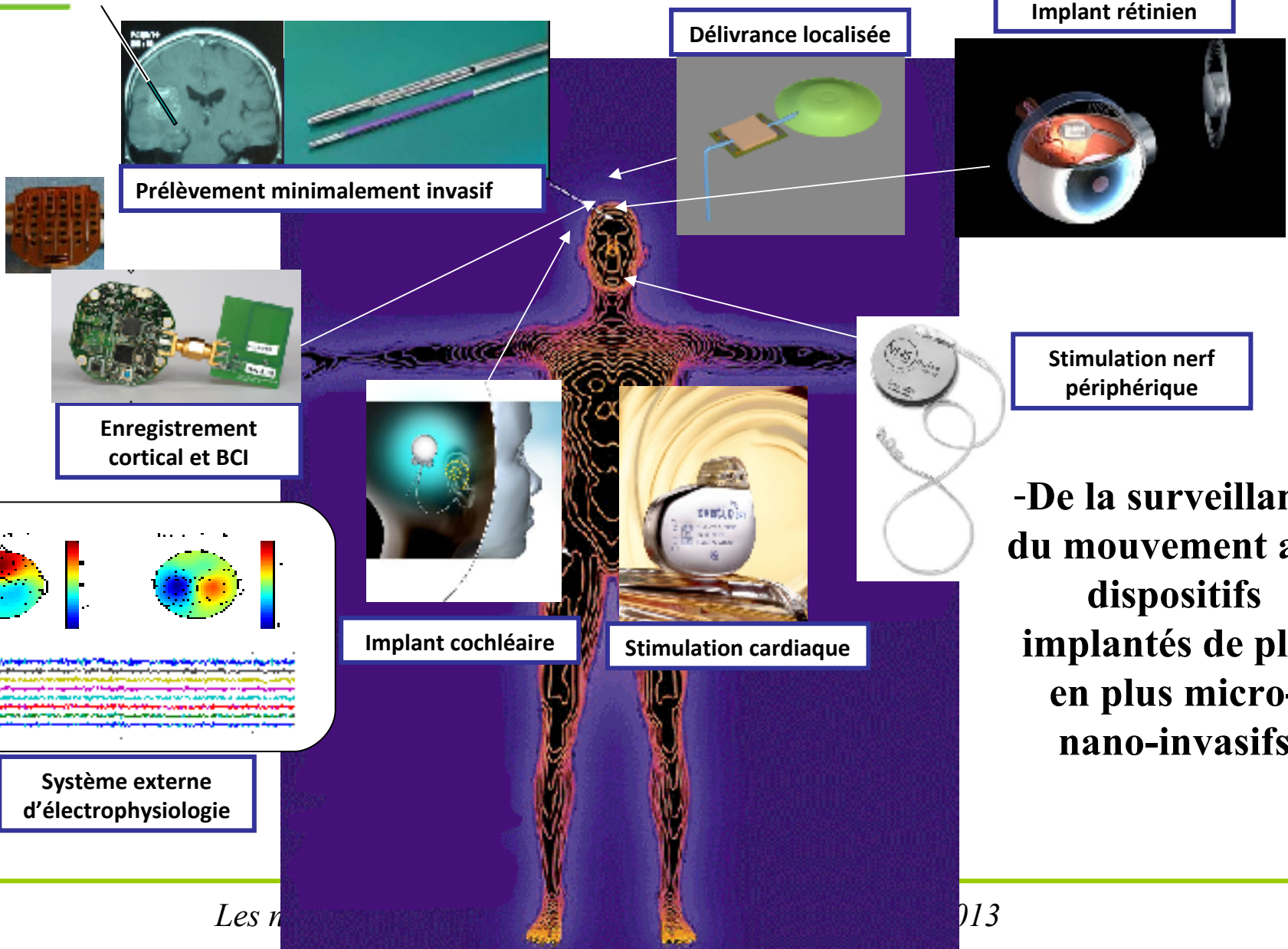
Dimensions:

Height: 11mm

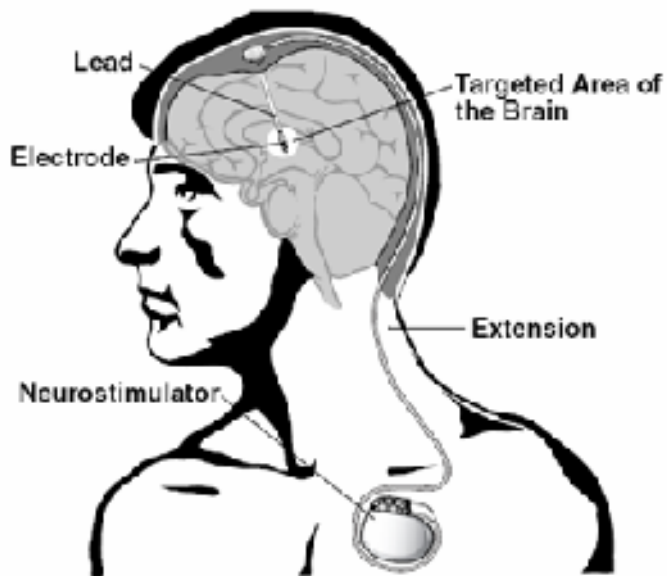
**Width:
26mm**

Weight: 3.4gr



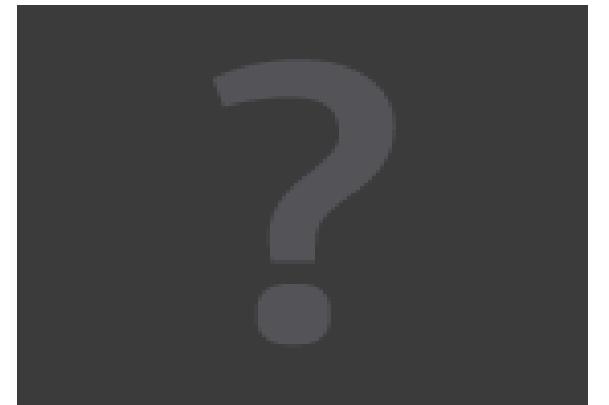


**-De la surveillance
du mouvement aux
dispositifs
implantés de plus
en plus micro-
nano-invasifs**

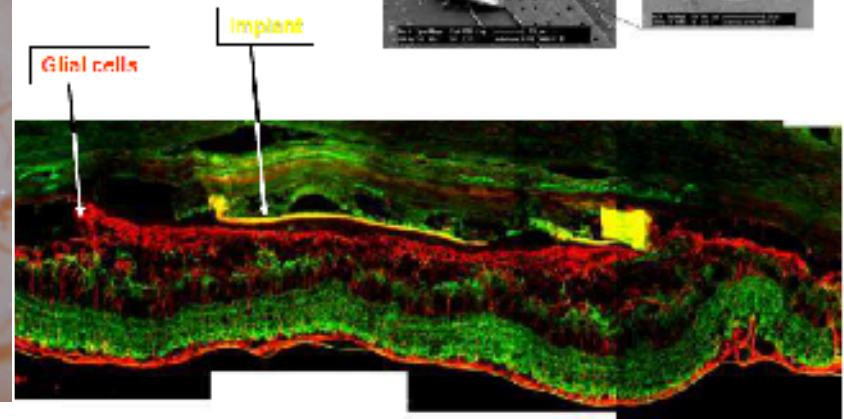
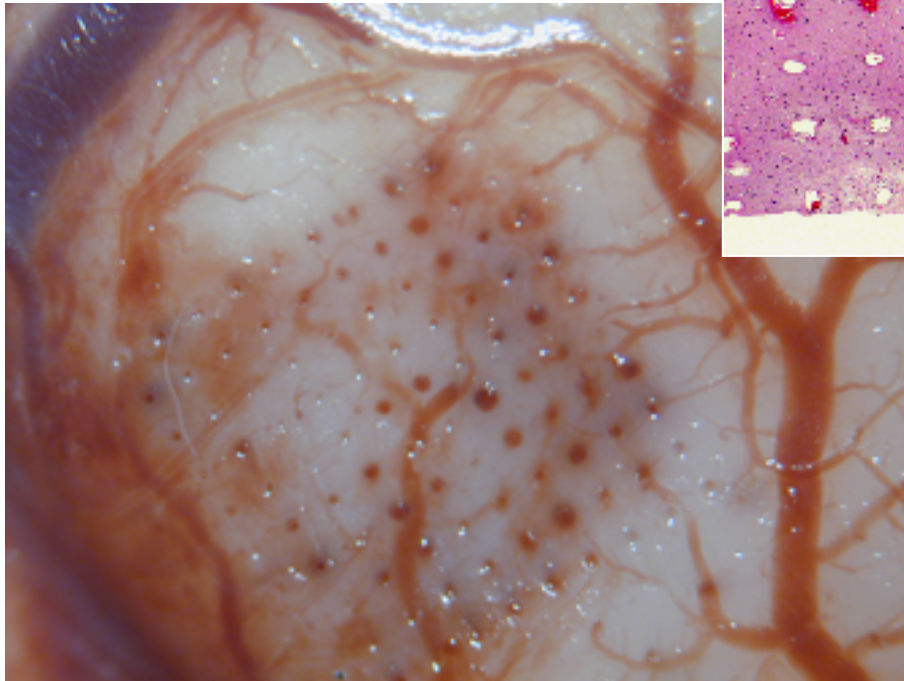
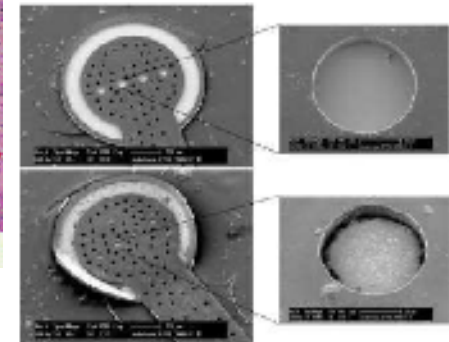
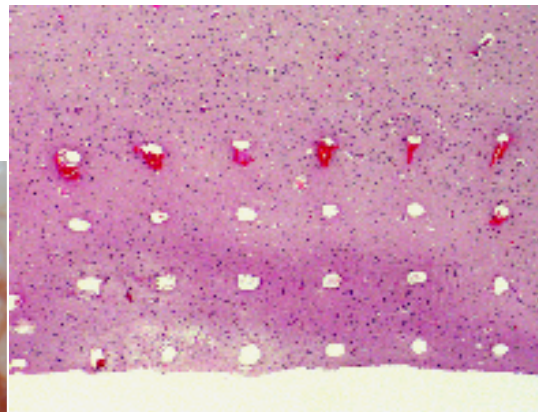
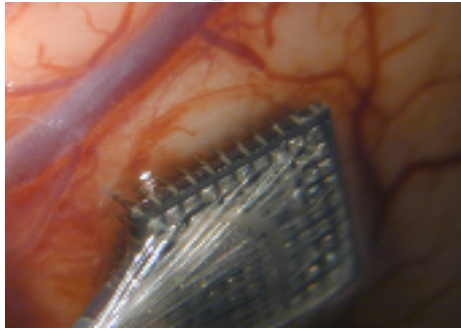


Neurostimulation: Une thérapie validée avec plus de 20 ans de recul

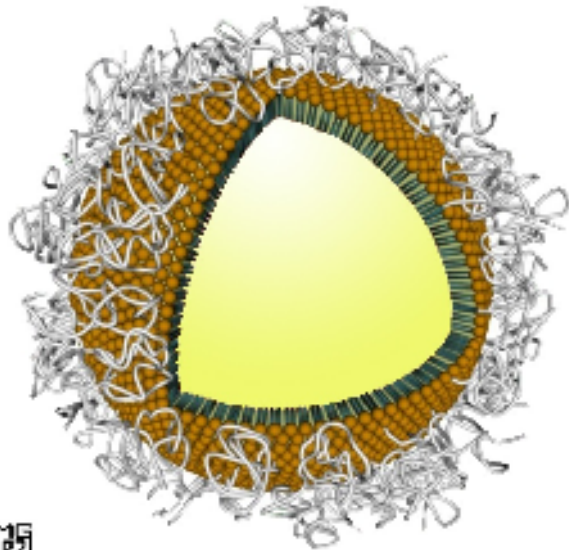
- « Brain Pacemaker »
- depuis 1995, 50 000 patients implantés
- **Extension des indications sur des cibles théoriques nouvelles (STN,GPi) : Parkinson, Dystonies**
- **Persistance de l'effet thérapeutique à long terme**
- **Efficacité Majeure dans un contexte de handicap très important**



La problématique de l'interface tissu technologie



Vectorisation de médicaments Agents d'imagerie



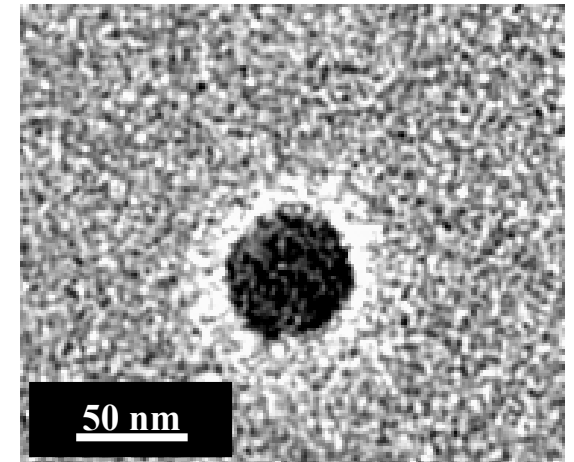
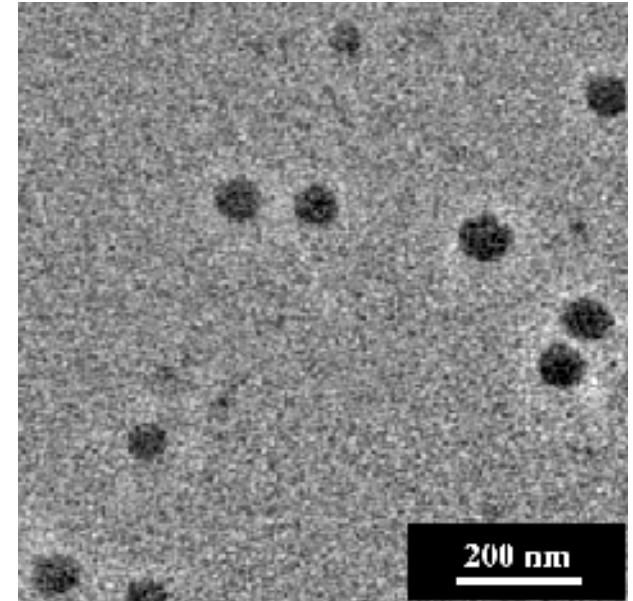
Huile



Phospholipide

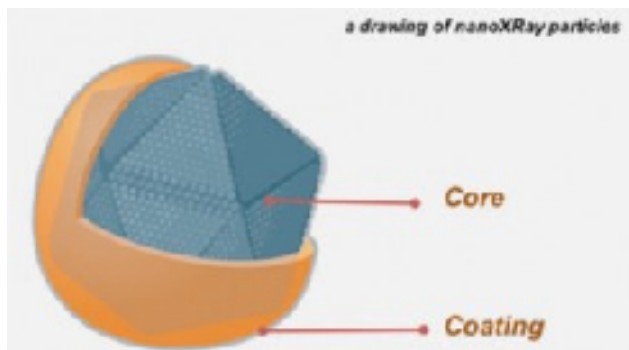
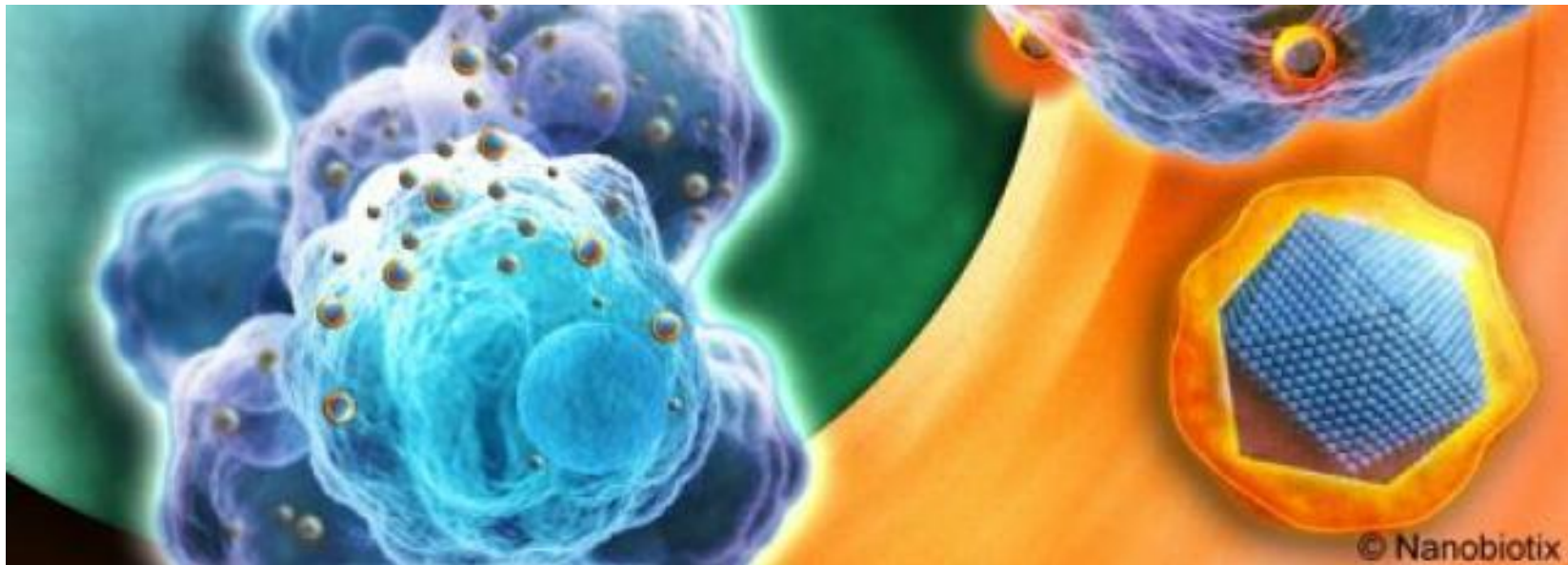


Surfactant pegylé

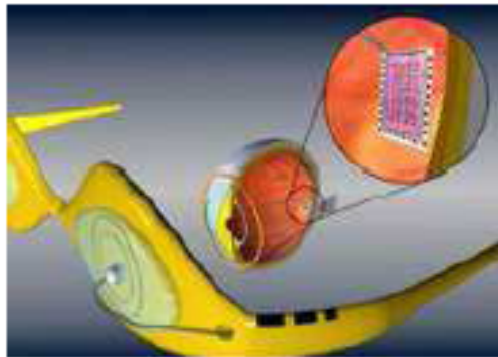


Lipid Nanocapsules (LNC)

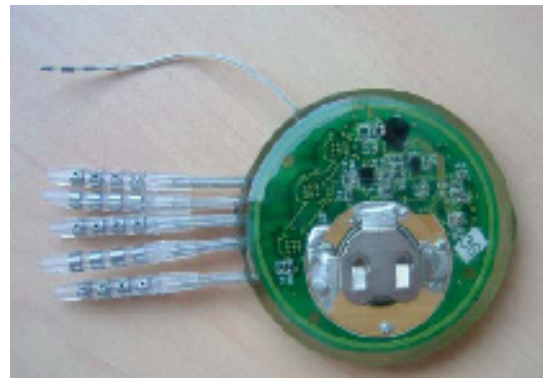
Le concept NanoXray



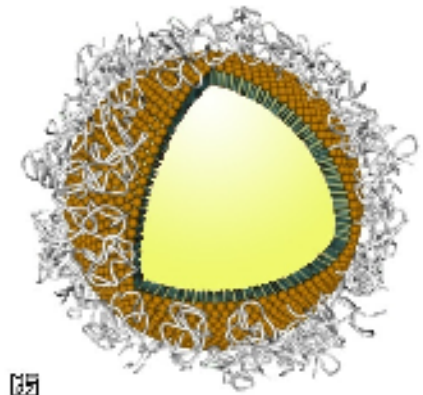
Les nanotechnologies sont porteuses de grandes espérances dans le domaine de la médecine



Prothèse rétinienne



Dispositif médical implantable pour le traitement de la maladie de Parkinson
© CEA



Comme toujours, de nombreuses années seront nécessaires avant de voir se concrétiser ces applications dans la pratique médicale

**Elles font aussi naître des inquiétudes,
voir des craintes, chez certains de nos concitoyens**

JE SAIS QU'ELLES SONT
DÉJÀ PRÉSENTES DANS
LES CRÈMES SOLAIRES
OU LES PNEUS
MAIS OÙ EST
LE MAL ?



LE MAL, C'EST QUE TOUT
CECI N'EST QU'UN ÉCRAN
DE FUMÉE, HORMIS CES
GADGETS, ELLES SERVIRONT
AVANT TOUT À FAIRE
LA GUERRE.



LE COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE
ATOMIQUE ET LA DÉLÉGATION
GÉNÉRALE À L'ARMEMENT SONT DÉJÀ
AU TRAVAIL, LEURS CHERCHEURS
CONÇOIVENT DES VESTES QUI DUR-
CISSENT AU CONTACT DES PROJECTILES,
DES DRONES DE LA TAILLE
D'UNE MOUCHE...



OUR
POSTHUMAN FUTURE
CONSEQUENCES OF THE BIOTECHNOLOGY REVOLUTION



FRANCIS FUKUYAMA



chnologie

re. 7 ma

- Les contraintes réglementaires qui régissent la mise sur le marché des produits de santé sont, a priori, suffisantes pour gérer les problèmes sanitaires liés aux micro et nano technologies

- Pas de problèmes éthiques particuliers liés à l'utilisation des micro et nano technologies dans le domaine de la santé