

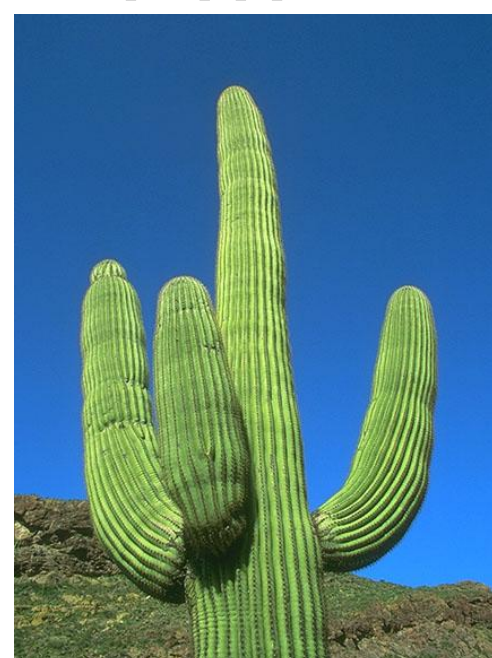
Nanotechnologies: Le monde de l'infiniment petit

Noa Michel, Maiti Lommel, Olivier Kusters, Madjid Taguemount
Sciences biologiques

Les **Nanotechnologies**, de quoi s'agit-il?

METRE

1 m

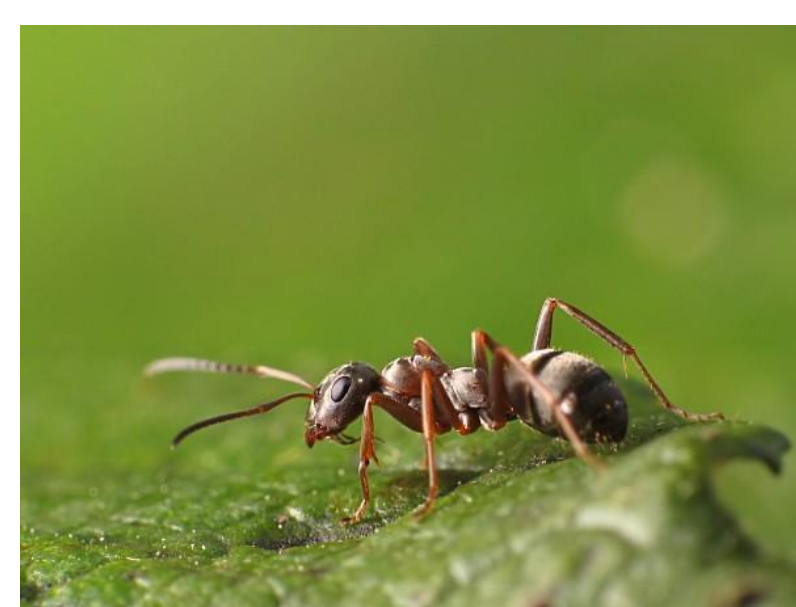


Courtesy of Corel Photography

Cactus

MILLIMETRE

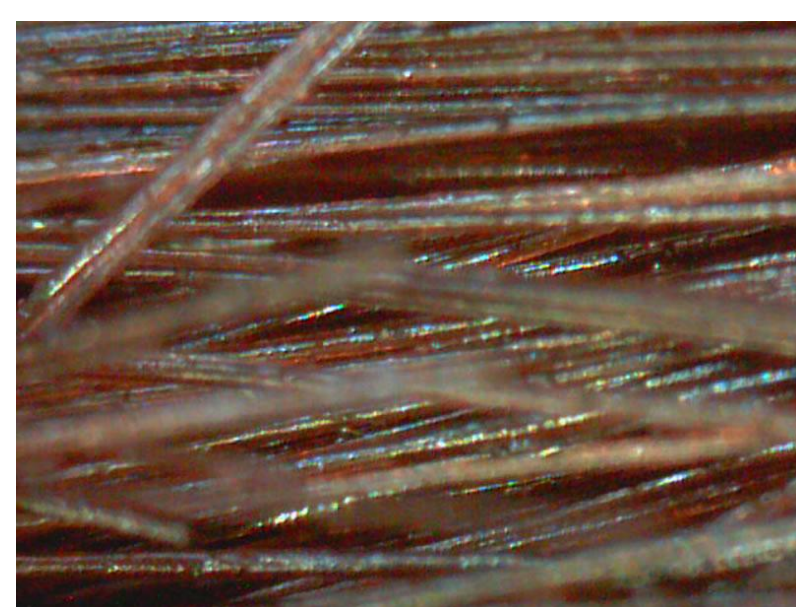
10^{-3} m



<http://www.bigpicture.com/galerie/photos/macrophotographies/fourmis/fourmis-1.html>

fourmis

10^{-4} m



<http://www.kouala.org/langamers/img/news/2006.04.07/cheveu1.jpg>

épaisseur d'un cheveu

MICROMETRE

10^{-6} m

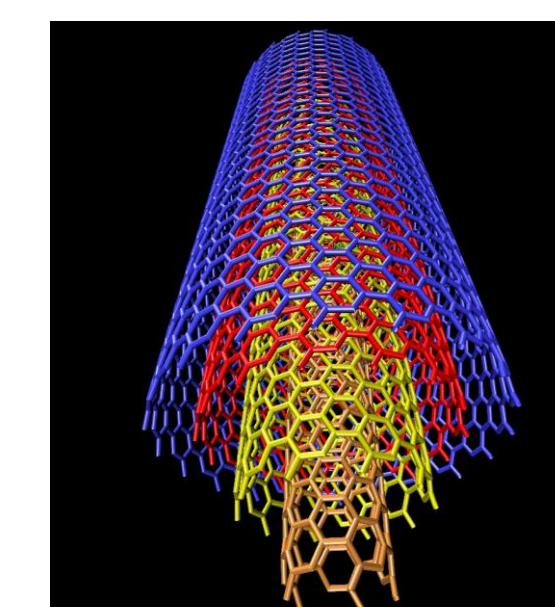


<http://calamar.univ-ag.fr/degivmaquette-L-BGS.htm>

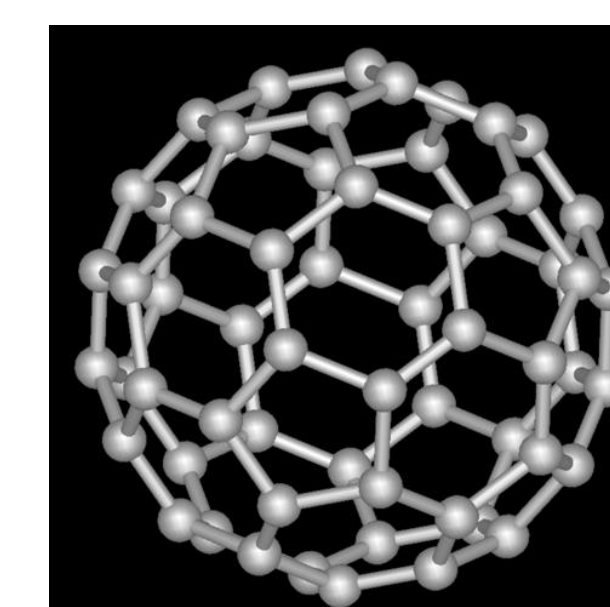
cellule

NANOMETRE

10^{-9} m



<http://neurophilosophy.wordpress.com/2006/08/31/carbon-nanotubes-stimulate-single-retinal-neurons/>

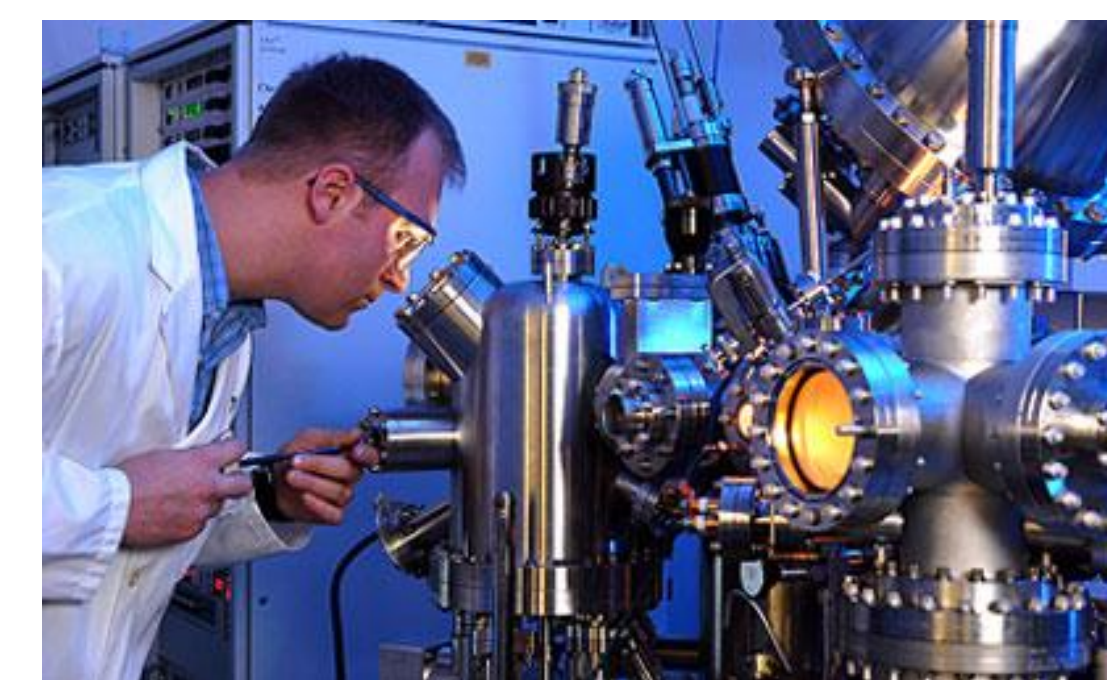


<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fullerene-C60.png>

nanotubes&buckyballs

Historique

- Science **très récente**
- Née en 1981 avec le **microscope à effet tunnel**
- 2001: Américains** investissent **10 milliards de dollars**
- Actuellement **en plein essor**



© CNRC-NRC Institut national de nanotechnologie (INN)



<http://www.feuerwehr-4leinengfa.de/feuer/brandschutzlips.html>

Faits

- Manipulation de la matière au niveau du **nanomètre**
- À l'échelle **nanométrique**, la matière présente des **propriétés particulières** :
 - propriétés **quantiques**
 - effets de **surface et de volume** → **Surface** très grande par rapport au **volume**, donc beaucoup **plus d'atomes** à la périphérie, **prêts à réagir avec l'extérieur**
p.ex. Un clou de fer ne brûle pas mais de la laine de fer brûle.



<http://www.closeimg.fr/actualite/view/149061/Histoire-Vieilles-Dimanches-News/Pres-d-un-kilo-de-clous-de-monnaie-et-de-fer-retires-de-l-estomac-d-un-homme>

- Science **pluridisciplinaire**
- Objectif: fabriquer de nouveaux objets et matériaux pour des applications à tous les niveaux

Nanotube de Carbone - Nanomatériaux très prometteurs



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Matr-nanotubes1.jpg>

- Diamètre : 1-10nm, Longueur : quelques μm
- Constitué d'une **feuille de graphène enroulée** sur elle-même (monofeuillet)
- matériau **le plus résistant et dur connu**
- extrêmement léger**
- conductivité électrique et thermique très élevées
- Fabrication :
 - 1.Méthode à **haute température**
 - 2.Méthode **CVD (Chemical Vapor deposition)**



http://www.graphitstrength.fr/sites/group/products/detailed_sheets/nanotubes_de_carbone_graphitstrength/capacite_production.page

- Déjà produits il y a **500 000 ans** avec la découverte du feu: il se produit dans la **suie des foyers**, où, **fractionnées** sous l'effet de la **chaleur**, les **atomes** des molécules de carbone se **recombinent**
- Dans les **sabres extrêmement résistants et tranchants du Moyen Âge** qui ont été fabriqués en **chauffant l'acier et en le refroidissant brusquement**. Ceci amenait les atomes de carbone à s'organiser spontanément en **nanotube**.

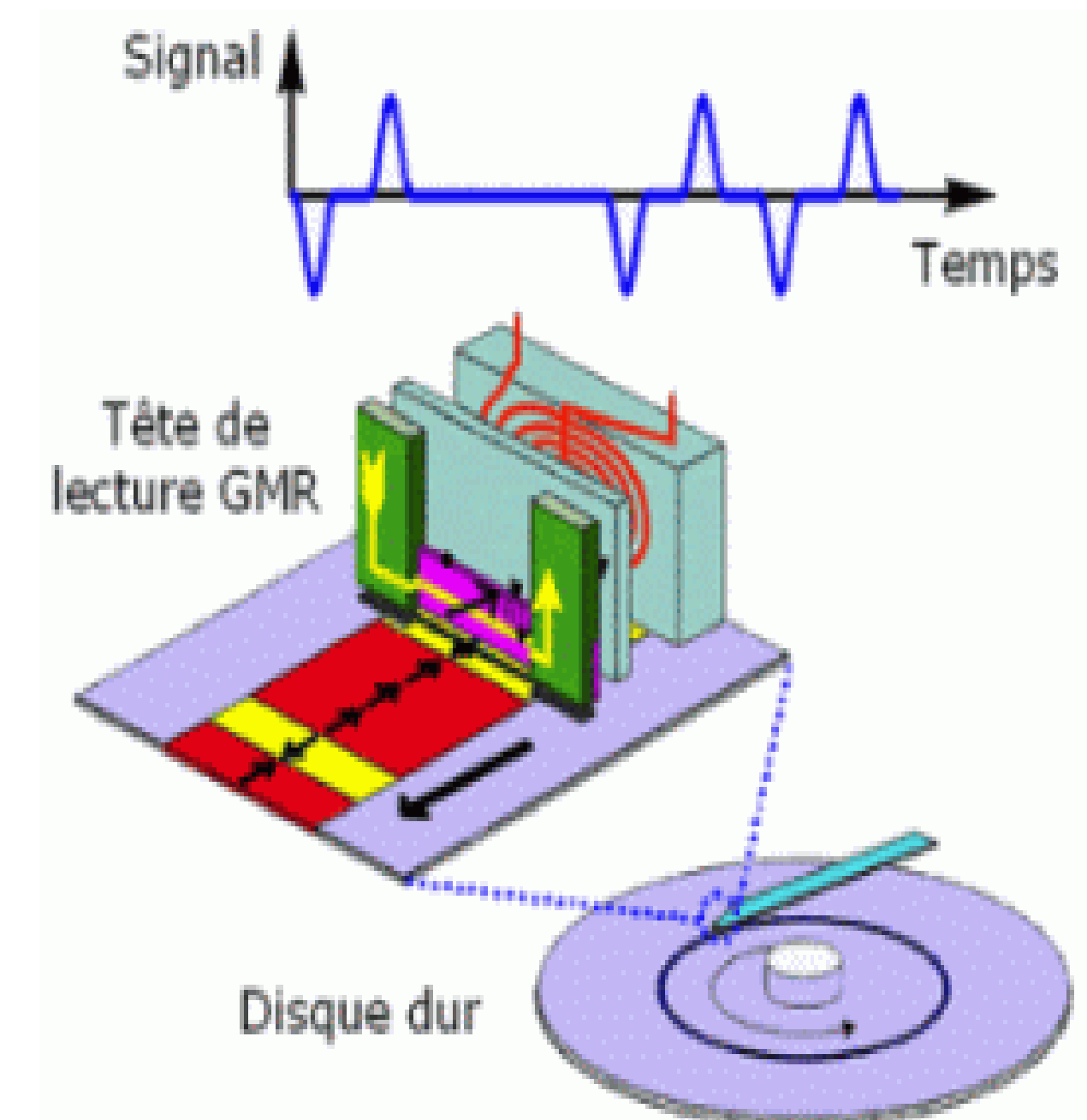
Nanotechnologies: Applications au quotidien

Noa Michel, Maiti Lommel, Olivier Kusters, Madjid Taguemount
Sciences biologiques

Applications d'aujourd'hui

Le **disque dur haute densité**

- Albert Fert et Peter Grünberg (1988)
- **Disque dur**: information binaire (0 et 1) codée par une **alternance d'aimantation** haut bas
- **Magnéto-résistance géante**: des couches **nanométriques** de matériaux ferromagnétiques et non-magnétiques sont soumises à un **faible champ magnétique** qui provoque une **forte variation de leur résistance électrique** (**mesurable**)==>information codable par une faible intensité de champ magnétique sur des **régions nanométriques**

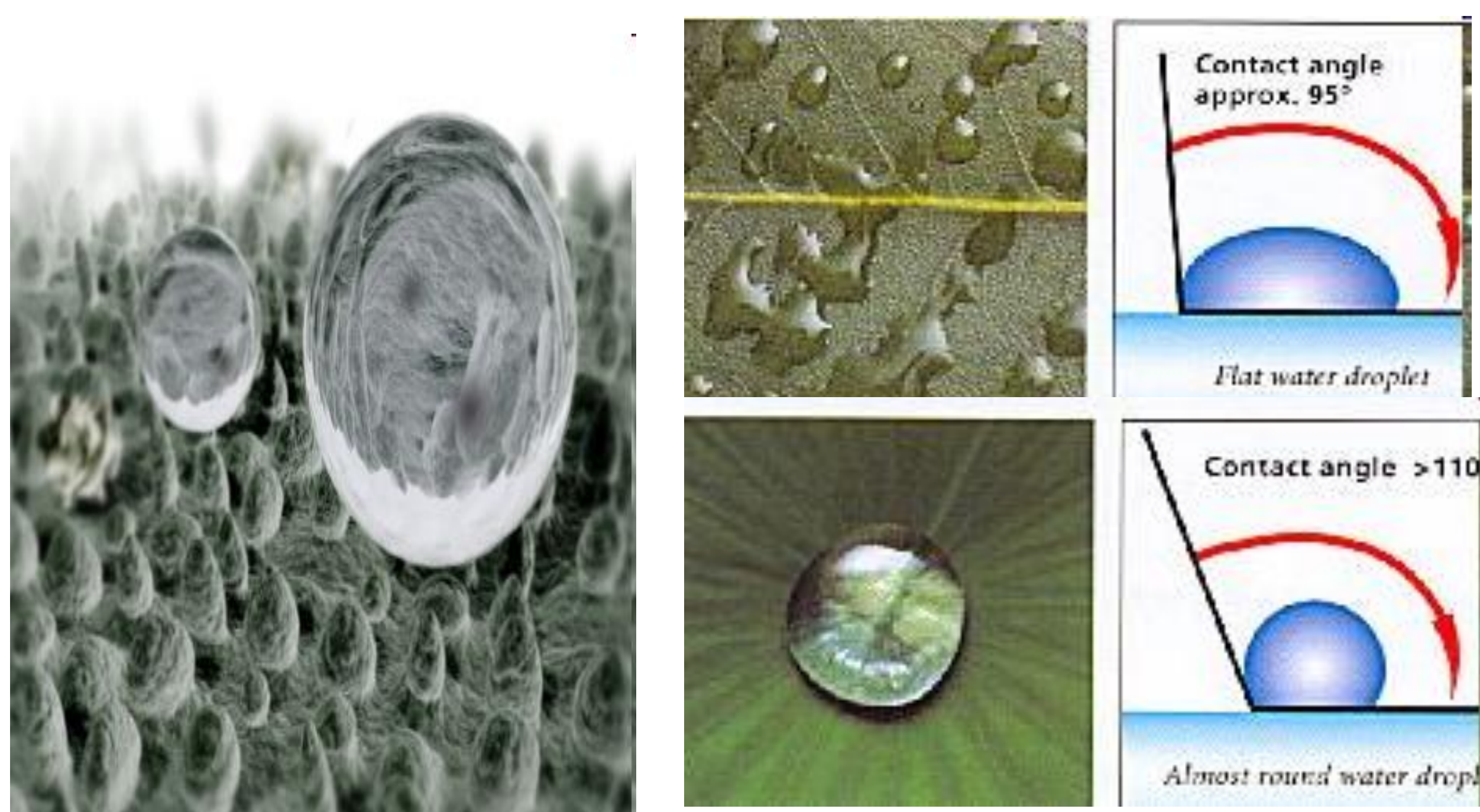


<http://www.francetop.net>

<http://www.canalacademie.com>

Des matériaux **auto-nettoyants**

- Effet **Lotus** (*Nelimba nucifera*): plantes dont les feuilles sont recouvertes de **nanocristaux** de cires formant de minuscules pointes==>**surface de contact** minimum avec les poussières et l'eau
- Or, les **forces d'adhérence** à une surface sont d'autant plus faibles que la surface est petite==>les **forces de cohésion interne** de la goutte sont plus grandes que les forces d'adhérence==>la goutte roule sur la feuille en emportant les poussières.
- Matériaux **biomimétiques**: verres et peintures auto-nettoyants, **tissus hydrophobes**.



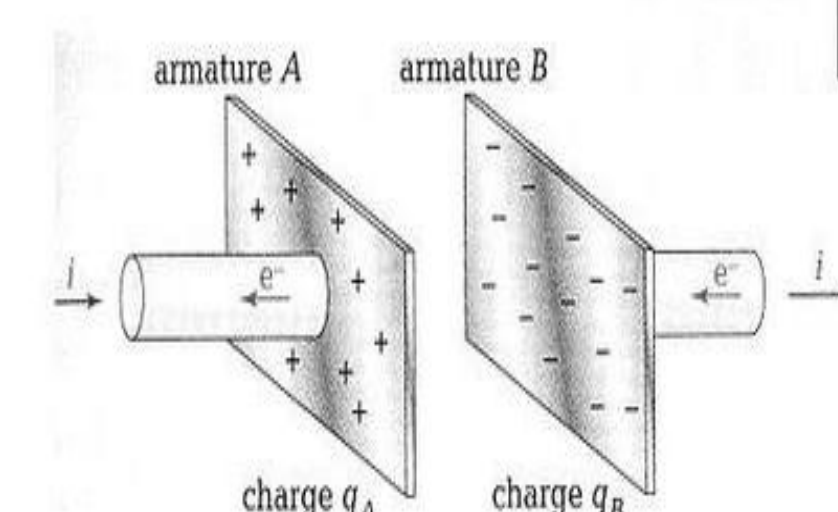
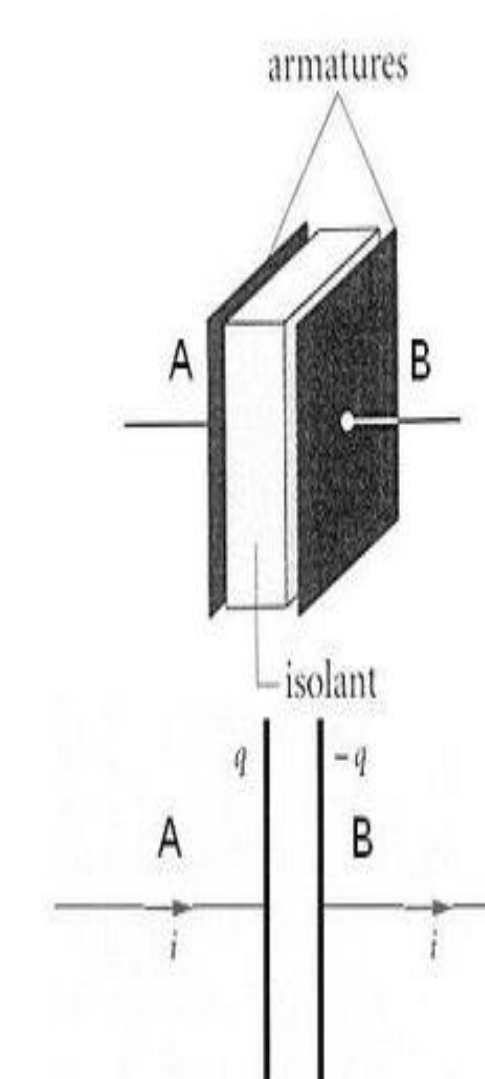
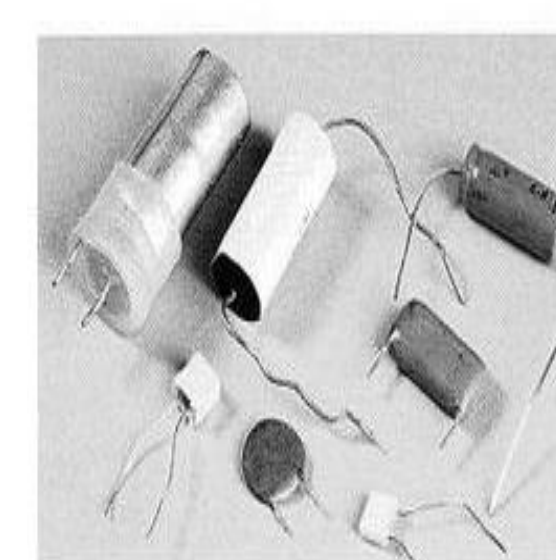
William Thielcke

<http://www.zeiss.be>

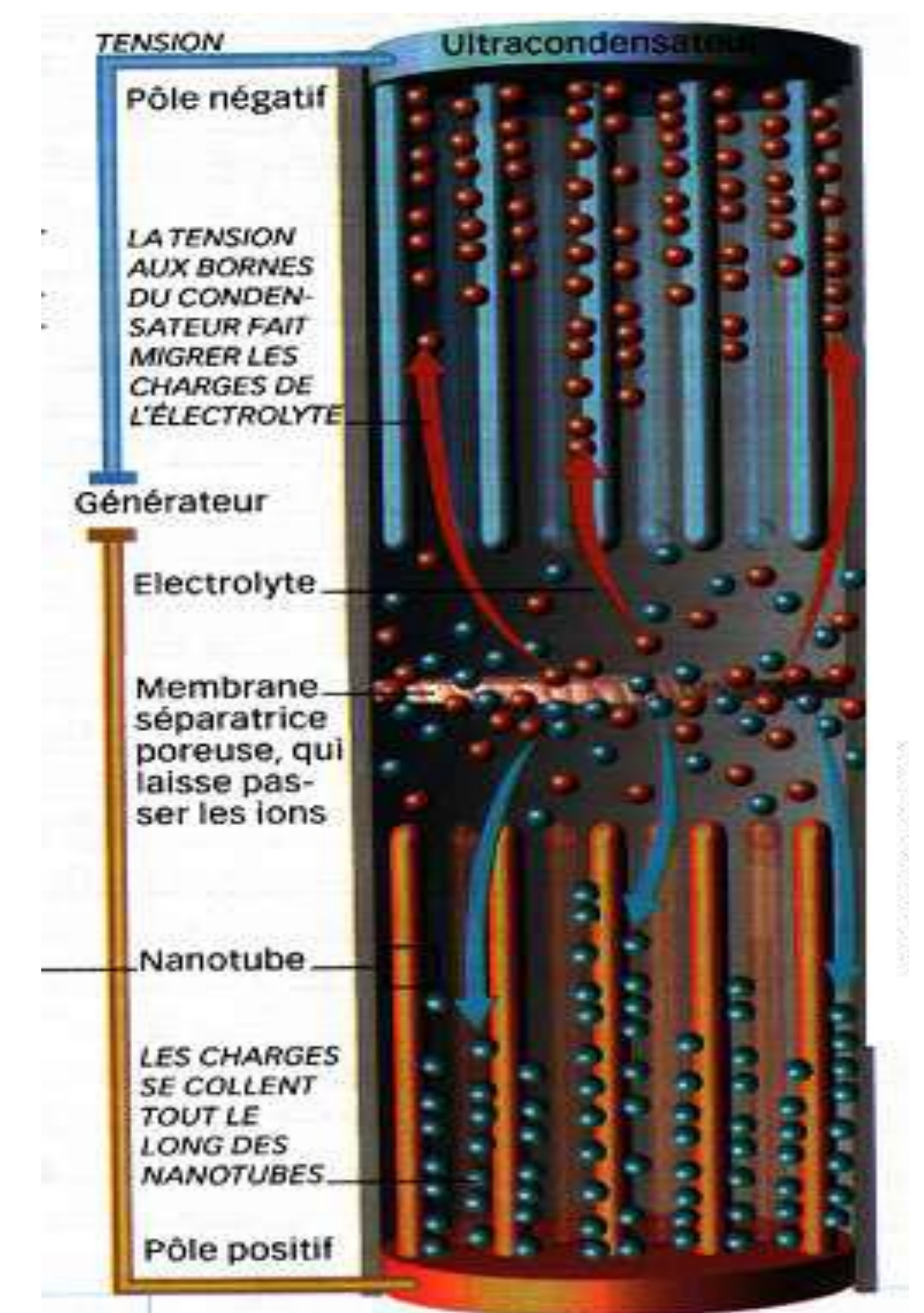
Applications de **demain**

Energie: des **ultra-condensateurs à nanotubes de Carbone**

- **Condensateur**: 2 **plaques métalliques** séparées par un milieu non-conducteur se **chargent** en ions au contact d'un **électrolyte** lorsqu'elles sont soumises à une **tension électrique**==>la **charge augmente** lorsque la **surface augmente** et l'espace entre les plaques diminue
- Actuellement: condensateur peu performant par rapport aux batteries de lithium
- Joel Schindall (M.I.T.): **ultra-condensateur** formé de **nanotubes** de C==>la **surface augmente** dans un **minimum d'espace**==>capacité de stockage équivalente aux batteries lithium mais **rechargeable** en quelques secondes et plus grande **durée de vie**



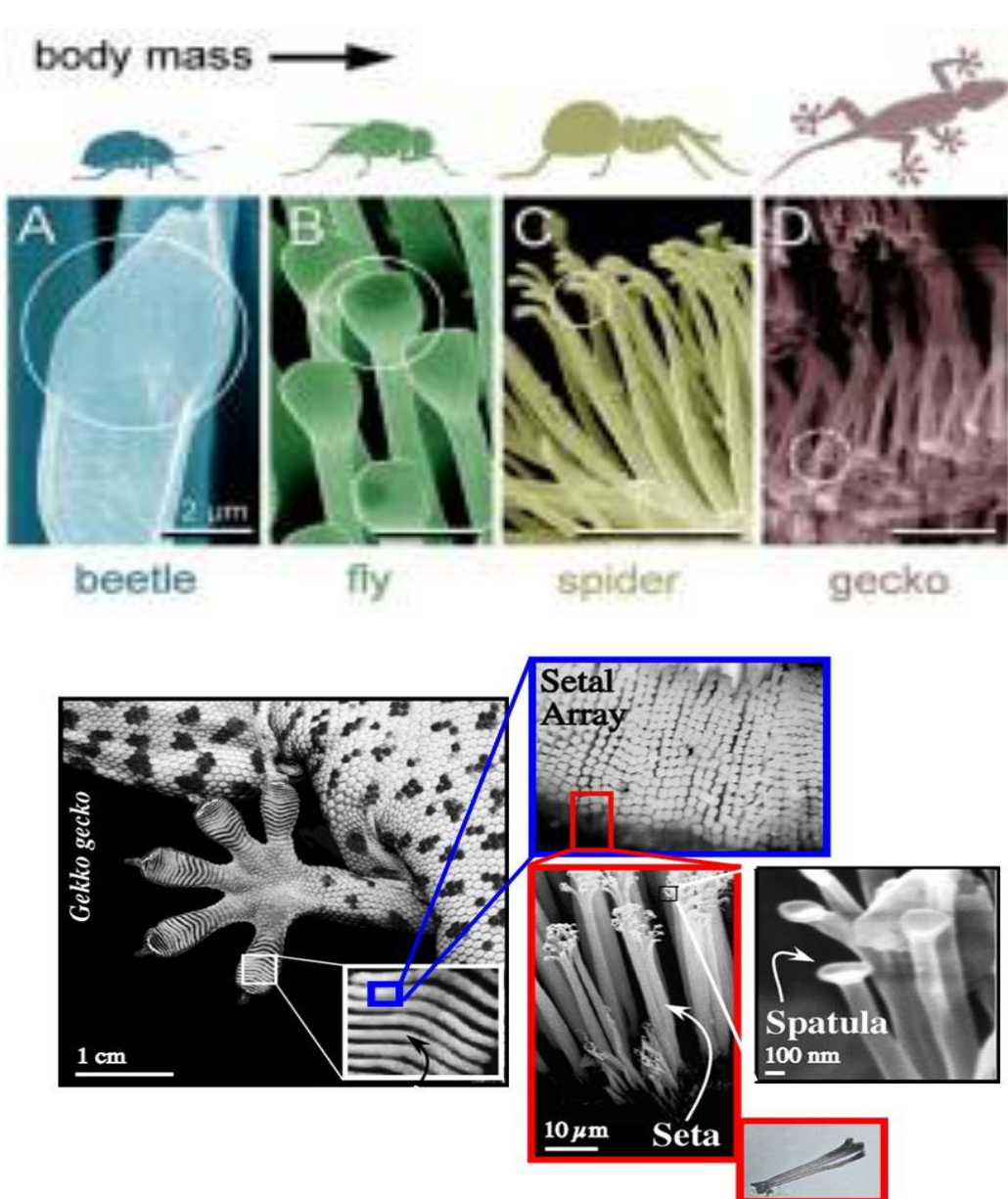
www.intellego.fr



sciences & vie novembre 2006

Du **gecko** à **Spiderman**

- **Geckos** (Gekkonidae): grimpent aux murs et plafonds grâce aux **nano-poils** sur la plante de leur pattes ==>interactions **faibles** au niveau **moléculaire** (force de Van der Waals) et **forces de capillarité** entre la surface et les **nano-poils**==>**adhérence forte** et réversible au niveau **macroscopique**
- Matériaux **biomimétiques**: adhésif réutilisable, robots grimpeurs, **combinaison adhérente à la Spiderman**



<http://et-demain.com>

Nanobrochure:commission européenne

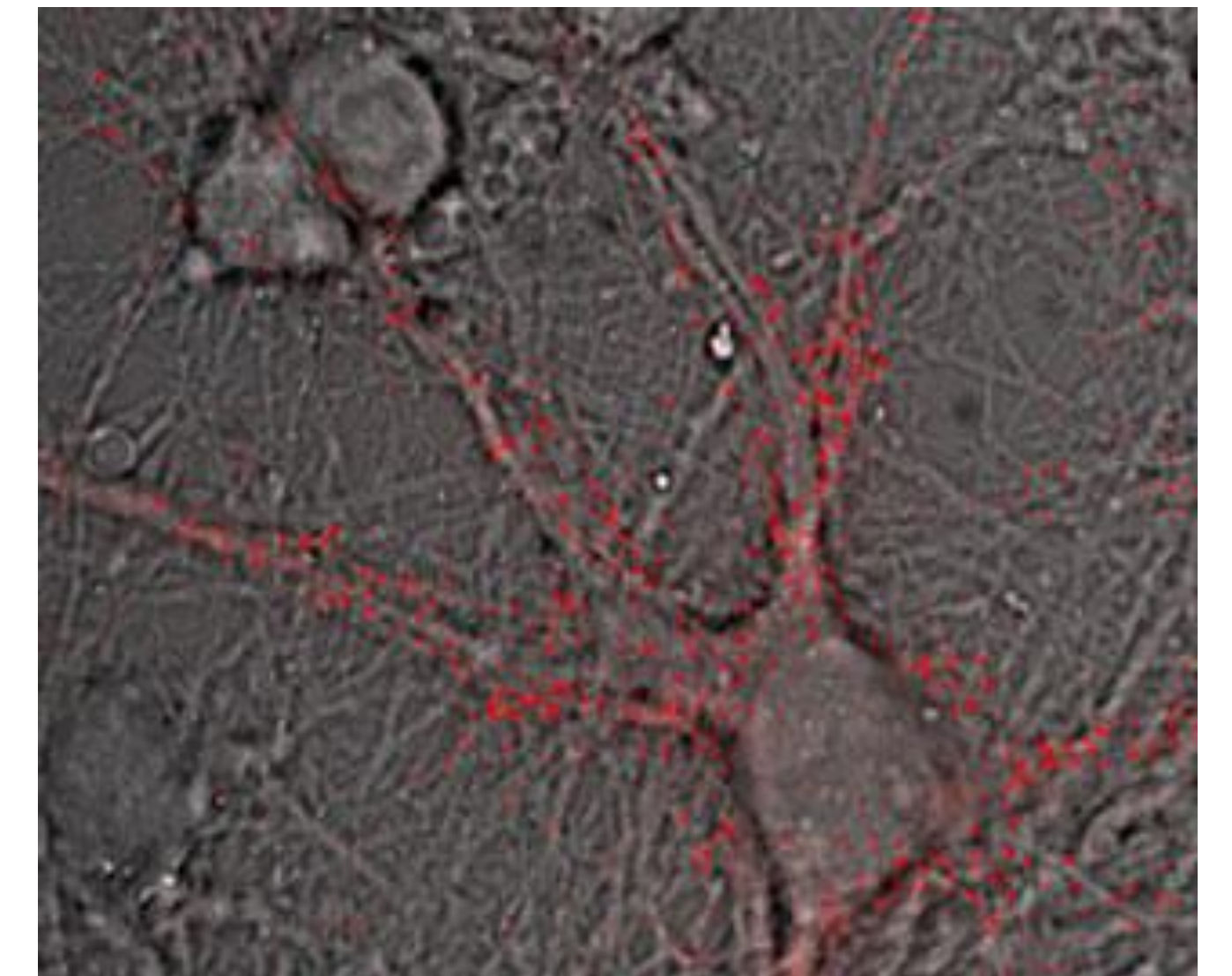
Les nanotechnologies: Applications en médecine

Noa Michel, Maiti Lommel, Olivier Kusters, Madjid Taguemount
Sciences biologiques

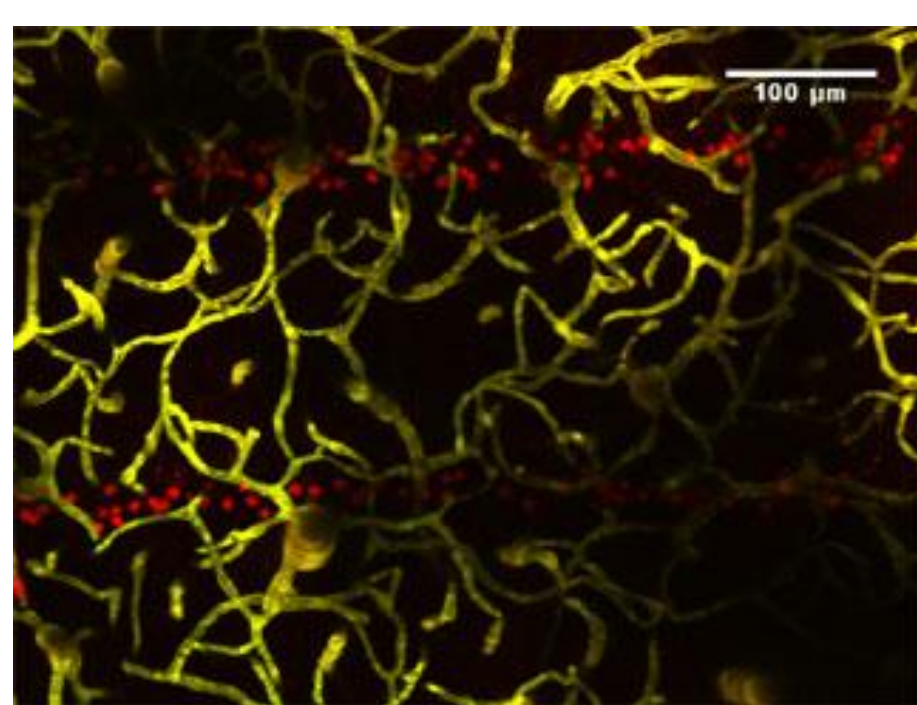
L'aide au diagnostic

Imagerie biologique

- Etudier le fonctionnement des **cellules** : cibler certaines molécules biologiques (**protéines**) par micro-injection de **nano-cristaux** (**quantum dots**)
- Déplacement des **moteurs moléculaires** comme la **kinésine**



Etude de l'activité des **neurones**

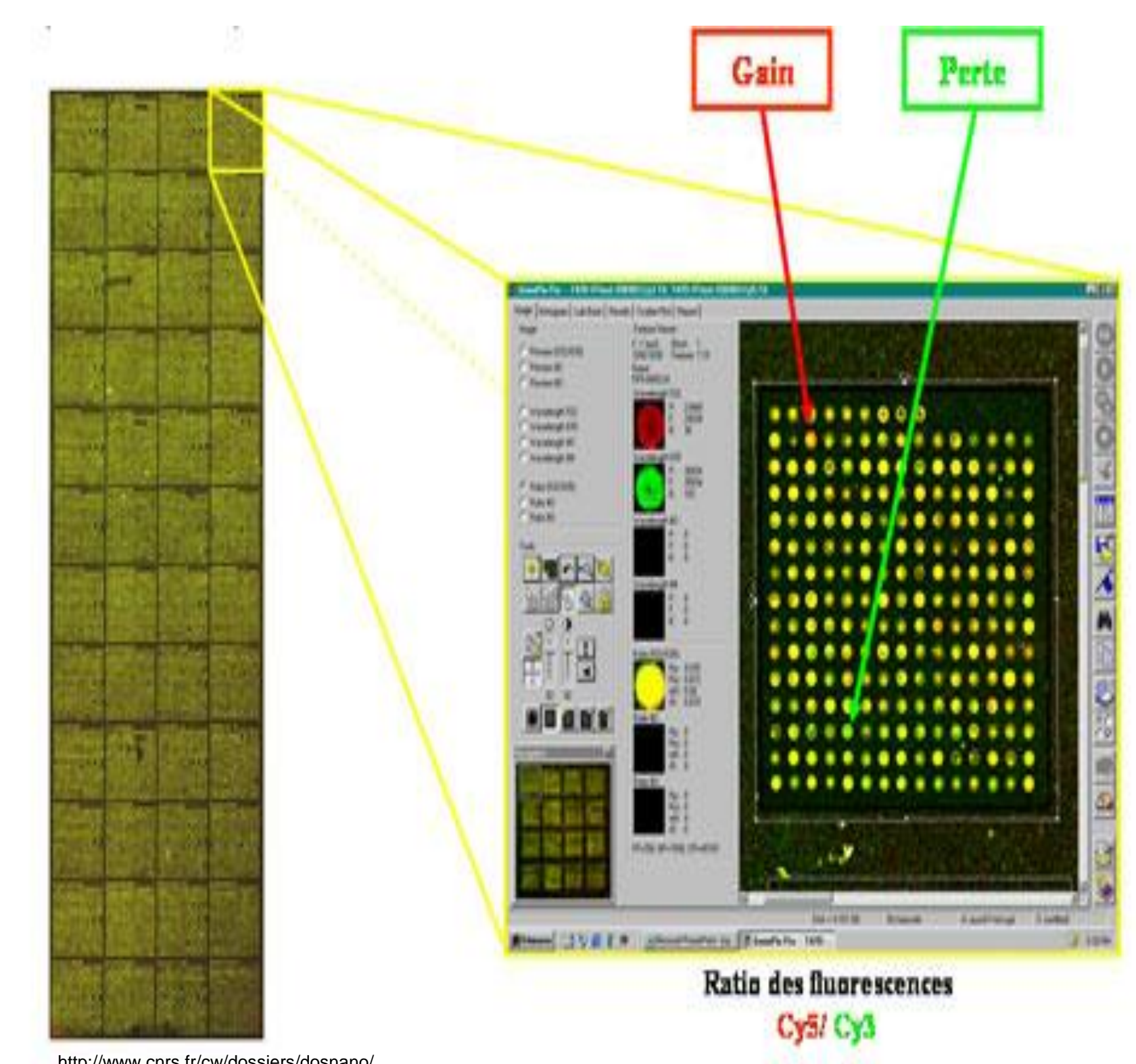


Imagerie médicale

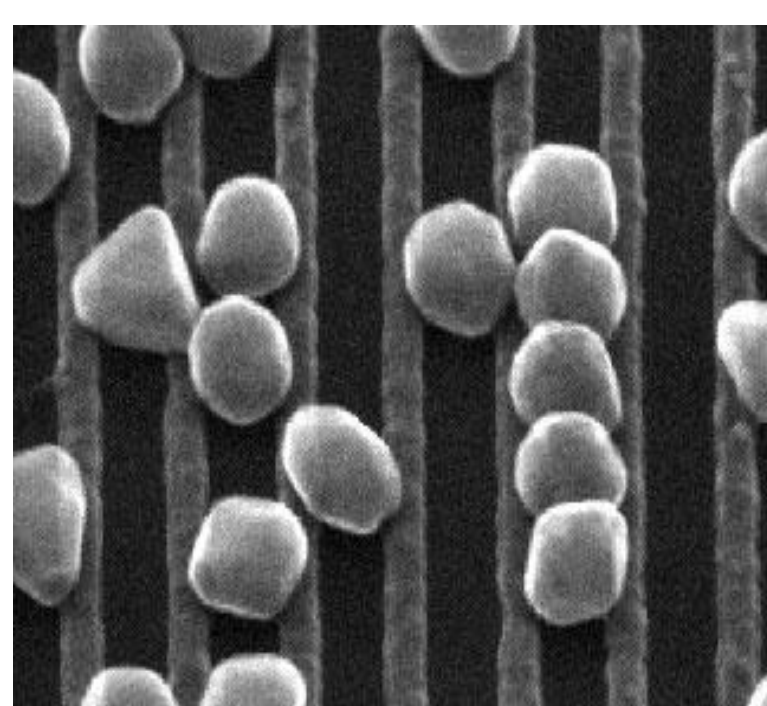
L'évolution des agents de contraste photo luminescents vers les **nanomatériaux** offre la possibilité d'obtenir rapidement des **images en 3D** à haute résolution de l'**organisme** en fonctionnement (ex : boîte crânienne de la souris)

Le diagnostic génétique et la génomique fonctionnelle – Biopuces

- La **polyarthrite rhumatoïde** peut bénéficier d'un diagnostic par **puce à ADN**
- Les méthodes de **cartographie** haute résolution fondées sur les puces à ADN permettent une analyse globale du **génome** et un outil **pronostic** de l'évolution de certains **cancers**
- Les **puces à cellules** permettent d'accélérer considérablement l'étude des **gènes** de fonctions **inconnues** et leur implication potentielle dans différentes **maladies**



Biocapteurs à transduction électrique du signal : application au diagnostic des **cancers**



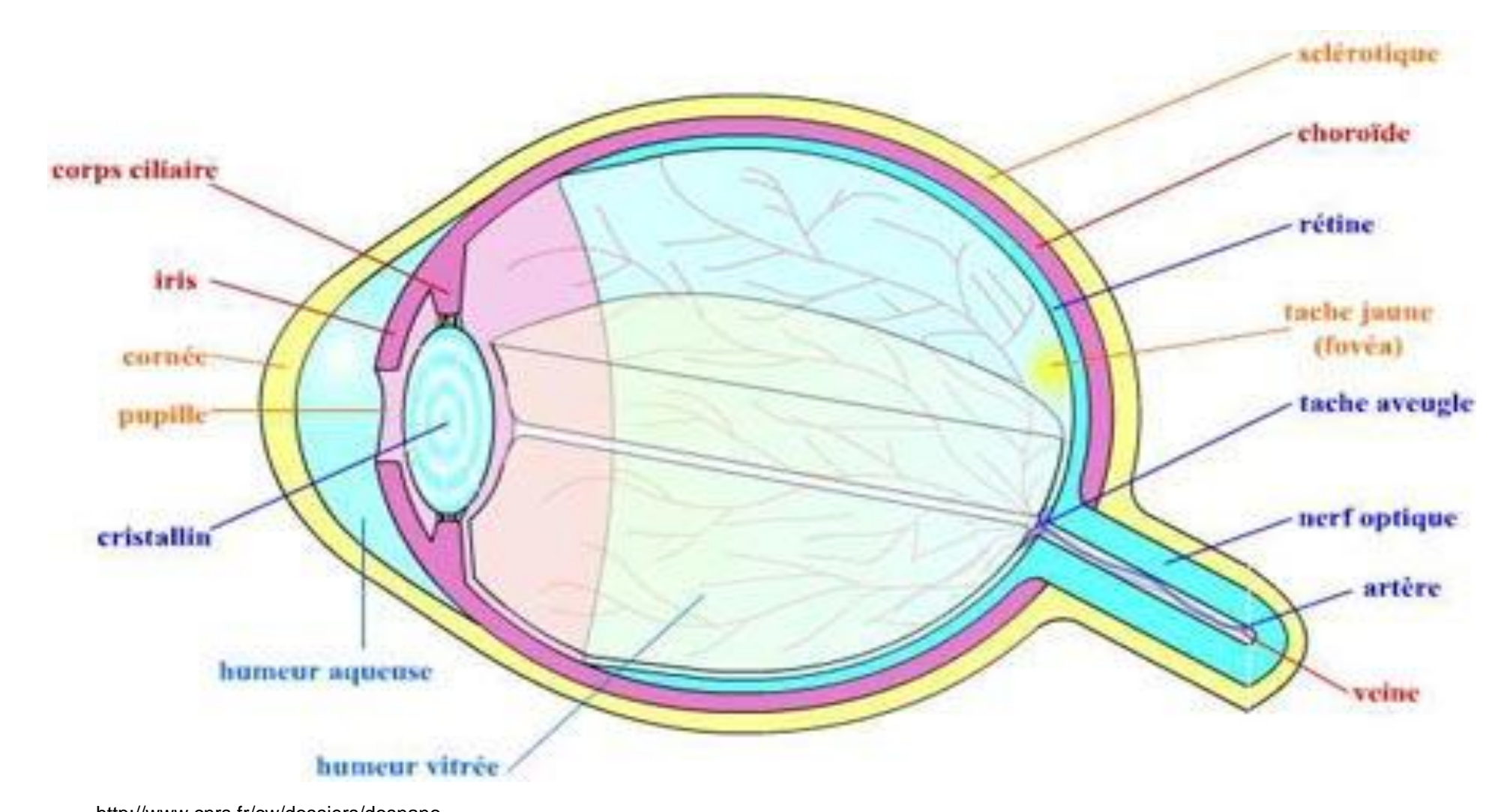
Les **protéines spécifiques** des cellules cancéreuses sont **détectées** parce qu'elles sont "piégées" sur des **capteurs spécifiques** contenant les **anticorps** correspondants, ce qui se traduit par une modification de la conduction électrique

Les progrès thérapeutiques

- Thérapie du **cancer**: thérapie par capture de **neutron** d'isotope du **Bore 10** et d'isotope de **Gadolinium 157**
- Transport ciblé de **médicaments**: On utilise comme vecteurs des **nanoparticules** biodégradables comme les **liposomes**, **nanosphères**, **nanocapsules**

La médecine régénérative

- Les **implants oculaires** au niveau de la cornée
- Les **implants cochléaires**
- Les **neuroprothèses**



Coupe de l'**oeil**

Les nanotechnologies: Danger(s) potentiel(s)?

Noa Michel, Maiti Lommel, Olivier Kusters, Madjid Taguemount
Sciences biologiques

Existe-il des risques dans la fabrication et dans l'utilisation des nanotechnologies?

Les **nanoparticules** :

-dans la **nature**



<http://www.maxi-fond-ecran.org>



<http://www.fuerwehr-kleinengis.de/helmbrandschutztipps.html>

-produites **artificiellement** par l'homme.



<http://hiaybi.wordpress.com/>

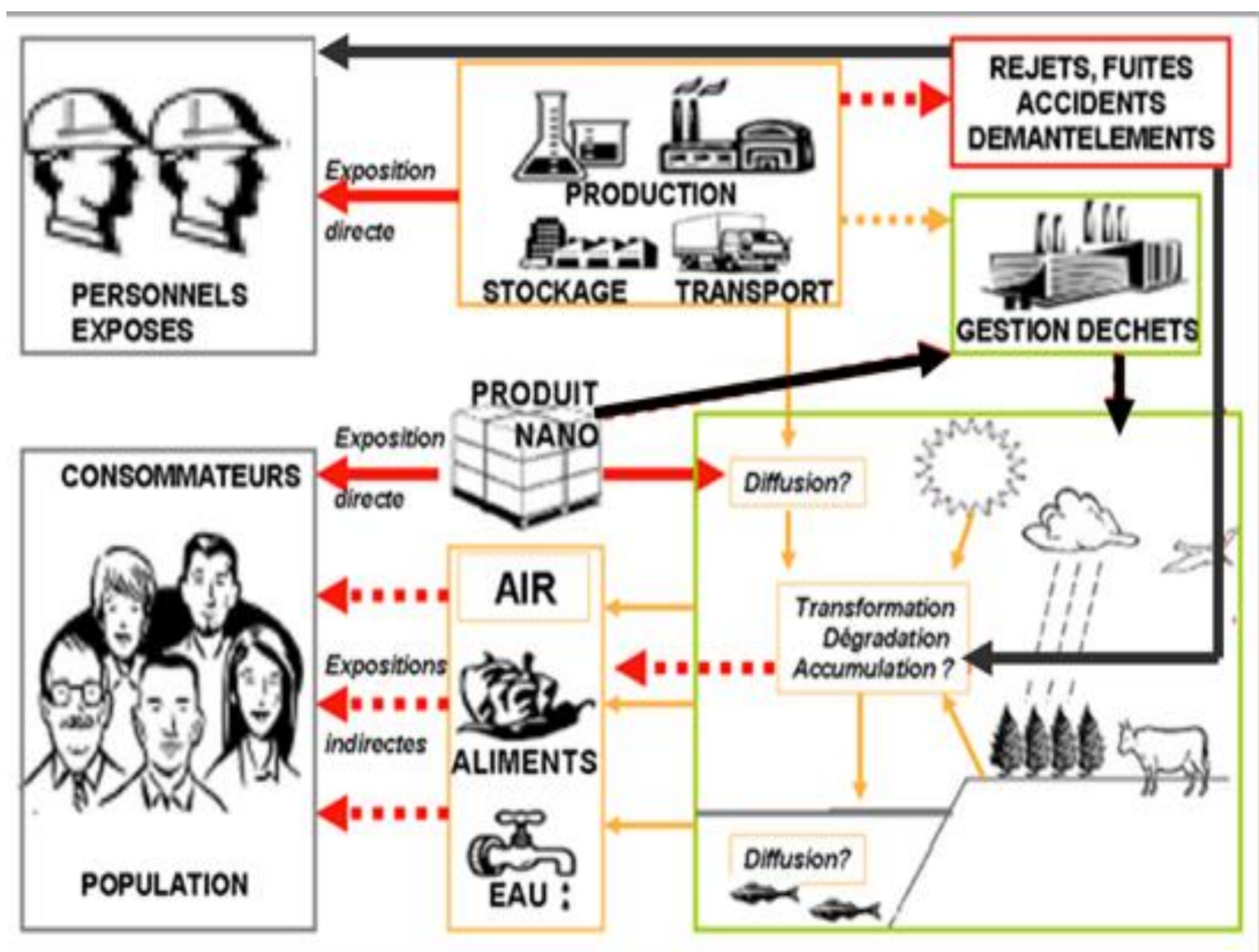


<http://www.rougemidi.com/>



Nano cristaux de CdSe
(Cadmium Sélénium)

Cycle de **nanomatériaux** manufacturés



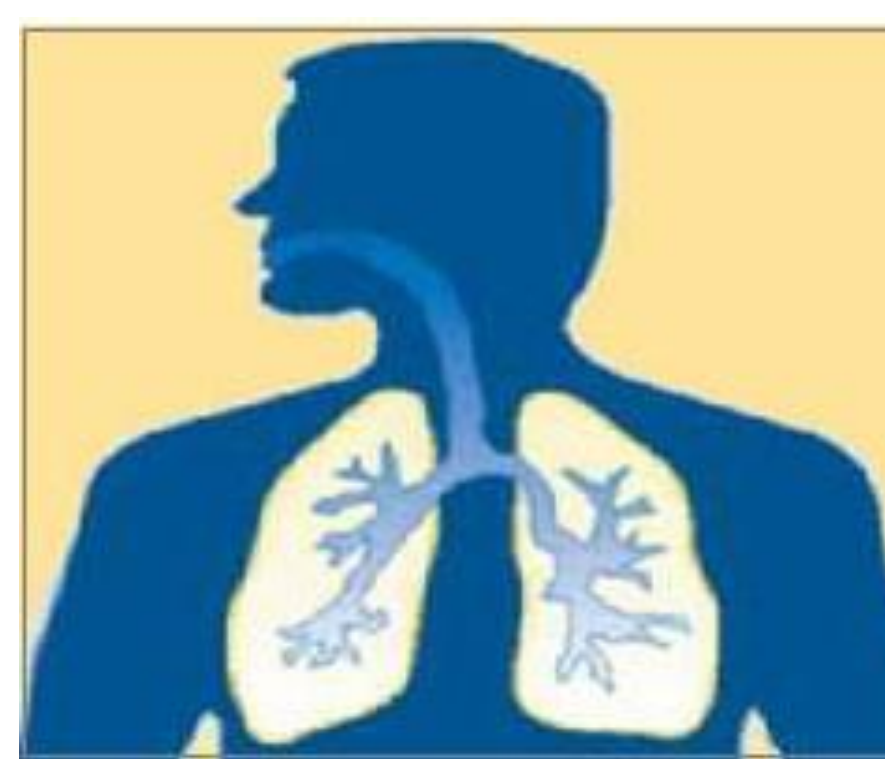
<http://www.nanosmile.org/>

Voies d'exposition:

-**pulmonaire**

-**digestive**

-**cutanée**



<http://www.nanosmile.org/>



<http://www.nanosmile.org/>

Dangers possibles des nanoparticules

- pour la **SANTE** → **toxiques** pour le corps humain?
- pour l'**ENVIRONNEMENT** → nouvelle source de **pollution**?

Etudes en cours

→ **toxicité:**

-à long terme: Résultats font défaut

-à court terme: Résultats **rassurants** (l'accumulation des NTC dans les poumons tend à **disparaître** au bout de **quelques semaines** après leur digestion par certaines cellules)
ainsi qu'**effrayants** (mécanismes biologiques annonciateurs de **cancers**)

→ **environnement**

Des premiers résultats montrent que l'**écotoxicité** des nanoparticules pourrait être faible, mais ces études ne tiennent pas compte du fait que les nanoparticules s'**agglomèrent**. Cette lacune ne permet pas une interprétation judicieuse des résultats. Des **recherches approfondies** au niveau des **interactions** entre éléments **nano particulaires** sont un préalable **indispensable** à une évaluation pertinente de leurs propriétés écotoxicologiques.

Conclusions

- Adopter le **principe de précaution** – limiter au maximum les expositions humaines aux nanoparticules.
- Protection** des travailleurs au contact direct avec les nanoparticules.



<http://www.labomoderne.com/gamme.Boites-a-gants.XM3000.html>