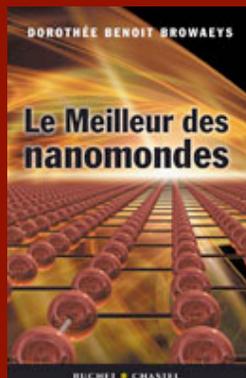


# Nanotechnologies : QUELLE CONTRIBUTION DÉMOCRATIQUE POUR UNE INNOVATION CHOISIE ?

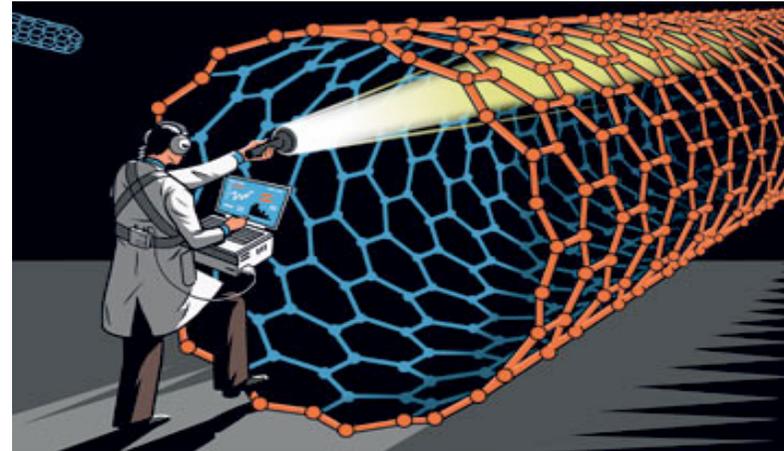


Dorothee Benoit Browaeys  
Déléguée générale de VIVAGORA  
[vivagora@vivagora.org](mailto:vivagora@vivagora.org)  
<http://www.vivagora.org>



CENTRALE ETHIQUE - 12 novembre 2009

D. Benoit Browaeys, 12 nov. 09



## PARCOURS

**I - ANTICIPATIONS & RUPTURE INSTRUMENTALE**

**II - LE DISCOURS DE LA CONVERGENCE :  
UN SYSTÈME DE RALLIEMENT TRÈS EFFICACE**

**III - RISQUES ET MAITRISE : INCERTITUDES & AMBIVALENCES**

**IV - LA QUESTION DU PROGRES ... POUR QUI ?**

# DES NANOPRODUITS... PARTOUT !

Technologies **pervasives** : Greffer des propriétés dans toutes sortes de matériaux

Près de **mille nanoproduits** sur le marché :  
cf inventaire du Centre Woodrow Wilson  
[www.nanotechproject.org/index](http://www.nanotechproject.org/index)

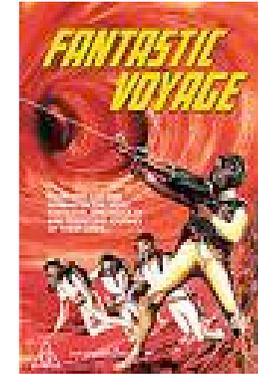
- Pneus ou pare-chocs renforcés (nanotubes de carbone), Raquettes de tennis (Babolat)
- Peintures ou ciments banalisés avec oxydes de titane (ex : Cité de la musique de Chambéry)
- Cosmétiques (écrans solaires) avec nanoparticules de titane
- Revêtements (verres, pierres, plastiques) insalissables / nanoparticules de titane
- Additifs alimentaires (SiO<sub>2</sub>) pour effets de textures (poudres, bonbons, soupes...)
- Textiles anti-odeurs, claviers d'ordinateur, revêtements électroménagers ou ustensiles culinaires nanoArgent antibactérien
- Composants électroniques miniatures dans les téléphones portables ou étiquettes électroniques (RFID)



## I - ANTICIPATIONS & RUPTURE INSTRUMENTALE

### ➤ Fascination

Les briques élémentaires de la matière ; accès aux lois fondamentales...



### ➤ Les précurseurs

**John Von Neumann** - programmation évolutive & automates cellulaires capables de produire du plus complexes qu'eux - 1949

**Richard Feynman** - Plenty of room at the bottom 1959

**Norio Taniguchi** - 1974

**Eric Drexler** - Engines of creation 1986

*« Les assembleurs moléculaires apporteront une révolution sans précédent. Les nanotechnologies résultantes pourront aider la vie à se répandre au-delà des limites de la terre. Elles pourront permettre l'émergence de l'intelligence dans les machines. Et elles permettront à notre esprit de renouveler et de remodeler notre corps les principes du changement qui se sont appliqués aux molécules, aux cellules, aux animaux, aux esprits et aux machines devraient également s'appliquer dans une ère de biotechnologies, de nanomachines et de cerveaux artificiels... »*



➤ **Les outils et premières démarches**  
**« ascendantes »**

- 1982 : « **On a marché sur l'atome !** »

Mise au point du **microscope à effet tunnel**

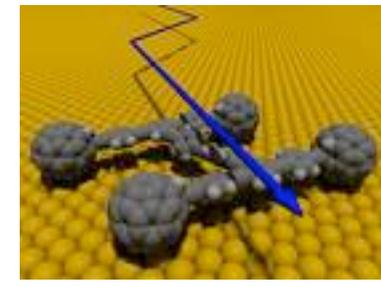
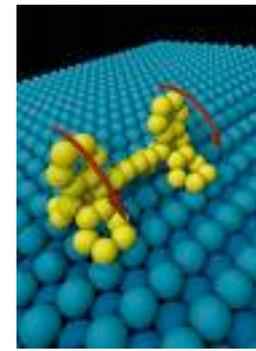
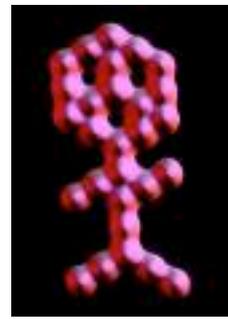
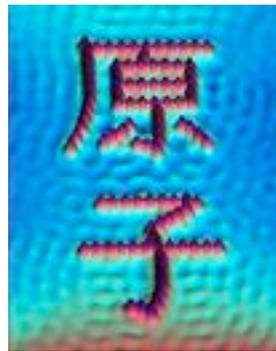
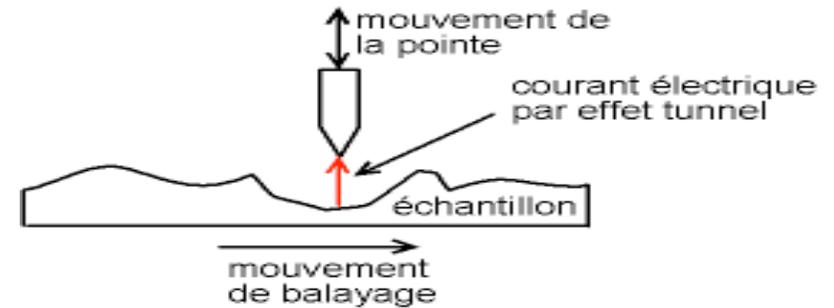
par **Gerd Binnig** et **Heinrich Rohrer** (labo IBM de Zürich).

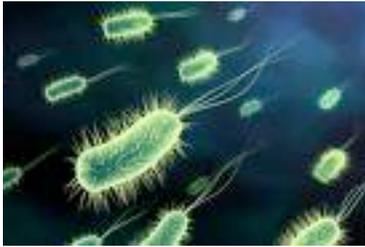
- 1990 : **Donald Eigler** écrit les lettres IBM avec 35 atomes de xénon puis réalise le « molecular man »

- Brouette moléculaire de **Christian Joachim**

- Nanocar de **Jim Tour**

- Controverse **Drexler- Smalley** sur la faisabilité des assembleurs moléculaires

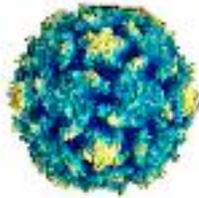




## ➤ L'horizon : refaire ce que la vie a fait

**Jean Marie Lehn** : « *l'ambition des nanotechnologies est de refaire ce que la vie a fait* »

**Eric Drexler** exprime sa certitude que l'ingénieur peut recopier le vivant : « *Comme les oiseaux prouvent la possibilité du vol, la vie en général prouve la faisabilité de l'auto-réplication, au moins pour des systèmes de machines moléculaires* »



## ➤ L'information à l'interface : Connexion de l'inerte au vivant

Le rêve de Leibniz d'une « grammaire universelle »

La Cybernétique de Norbert Wiener - 1947

Le support de l'hérédité : la double hélice d'ADN : 1953

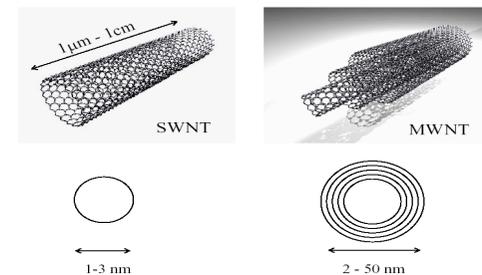
De la biologie moléculaire à la biologie synthétique

## II - LE DISCOURS DE LA CONVERGENCE : UN SYSTÈME DE RALLIEMENT TRÈS EFFICACE

Une confusion entre démarches ascendantes (Bottom-up) et démarches descendantes (Top-Down)

Vers des agencements moléculaires nouveaux (bottom-up)

➤ L'exemple des nanotubes de carbone



La fabrication de particules de plus en plus fines

➤ L'exemple du dioxyde de titane

La miniaturisation (top-down)

➤ L'électronique avec des gravures à 20 nanomètres



## b/ La puissance du concept de convergence : L'horizon de l'amélioration des performances humaines



**2000** : initiative américaine sur les nanotechnologies NNI,  
son architecte **Mihail Roco** (NSF)

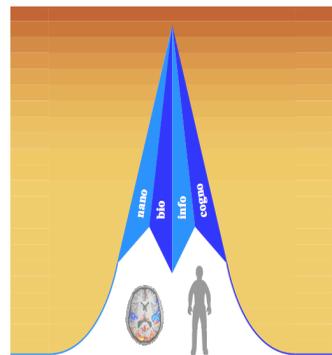
**2002** : rapport fondateur « **Convergence des nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences cognitives : pour améliorer les performances humaines** »

**Approche hégémonique et réductionniste : « tout est atomique »**

### **Cinq vagues technologiques** successives

(Joint Economic Committee du Congrès américain)

- miniaturisation de l'électronique
- Matériaux aux propriétés exaltées (produits renforcés, aérosols, colloïdes...)
- Produits actifs (boisson au goût adaptable, textiles chauffants, verres variables, matière programmable)
- Nanosystèmes et nanorobots
- Ère de la singularité (R.Kurtzweil) : autoconstruction et autoréplication des systèmes



CONVERGING TECHNOLOGIES  
FOR IMPROVING HUMAN PERFORMANCE

June 2002



### III - RISQUES ET MAITRISE : INCERTITUDES & AMBIVALENCES

a/ Contrôler des systèmes capables de se répliquer et de s'auto-organiser ?

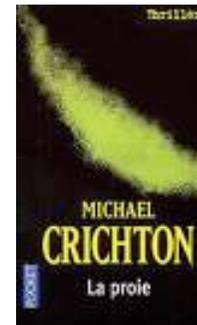


Bill Joy « L'avenir n'a pas besoin de nous » (2000)

Michael Crichton publie Prey (La Proie) en 2002

Le Prince Charles s'émeut d'une possible perte de contrôle

Jean-Pierre Dupuy parle de posture « irresponsable » des nanoingénieurs



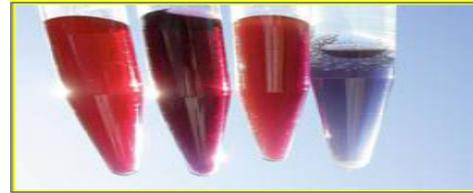
L'exemple de la biologie synthétique : Le grand bazar aux microbes artificiels / **Craig Venter**, « Bill Gates de la vie artificielle »



## b/ Toxicité nouvelle des nanomatériaux et nanoparticules

### Taille

- induit des propriétés physico-chimiques nouvelles



- court-circuite les barrières biologiques



### Surface

Les nanoparticules sont très réactives car elles offrent une très grande surface d'interaction

1gr de TiO<sub>2</sub> nanostructuré offre une surface d'interaction de 60 m<sup>2</sup> (contre quelques cms quand micronique)

### Forme

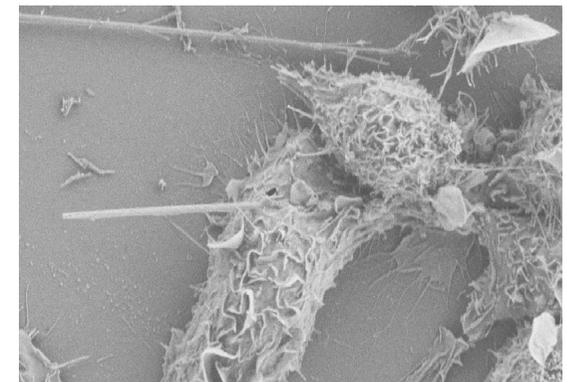
Effet fibre notamment avec les nanotubes de carbone

### Biopersistance

Accumulation des particules non biodégradables

(minérales, métalliques)

D. Benoit Browaeys, 12 nov. 09

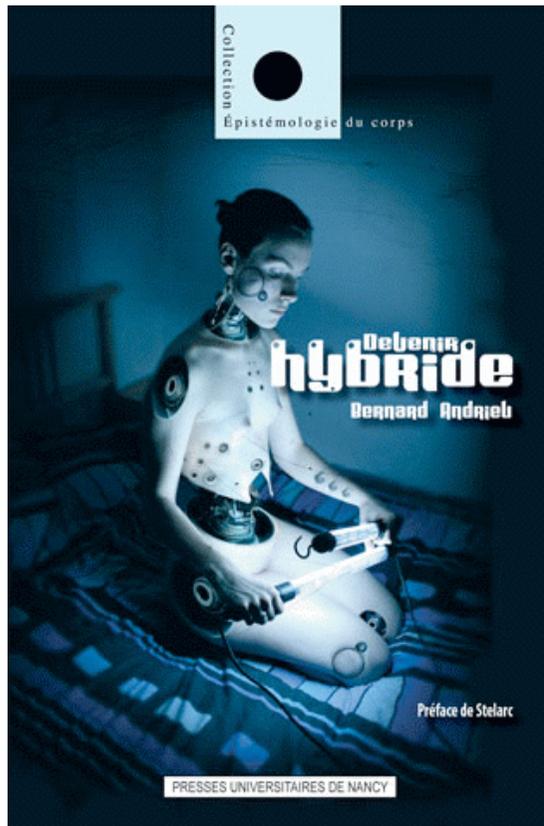




c/ **Electronique ubiquitaire :  
protection ou surveillance ?  
La crainte du « nano-brother »**



- **Electronique** : capteurs d'informations, mémoires embarquées, puces d'identification (RFID) pour la gestion de stocks, de personnes... Questions de la surveillance, de la protection des données
- **Neurotechniques** : Vers des implants cérébraux pour soigner. Pour doper? Qui en profitera et selon quelle solidarité ?
- **Militaire** : ces « technologies invisibles » remettent en cause le principe de dissuasion militaire



## ➤ La guerre de l'augmentation humaine



Certains rêvent de domination, de dopage, d'égalité des chances biologiques, d'immortalité, voire de « sortie de la condition humaine ». Ce sont les **transhumains** (cf WTO)

*« Les nanotechnologies génèrent, pour ainsi dire, naturellement **des utopies** en phase avec le regain d'animisme que les sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) rendent flagrant : **dissolution de la matière** réduite à l'invisible ou au flux d'informations, **disqualification des corps et de la finitude** qu'ils nous imposent, **élimination de la naissance, de la maladie et de la mort**, fantasme de **l'uploading de la conscience** ».*

**Jean Michel Besnier**, professeur de philosophie à la Sorbonne et membre des comités d'éthique du CNRS et de l'INRA. In *Sciences et techniques d'aujourd'hui ou les beaux jours de l'animisme*, dossier Nanotechnologies de la revue 2050, n-7, produite par la Fondation pour l'Innovation politique (Puf).



## ➤ Naturalisation des corps et du monde



Effacement de la frontière entre naturel et artificiel.

Quelle conséquence sur les responsabilités ?

## ➤ Une éthique-politique à construire

« Les nanotechnologies véhiculent un projet de **transgression** des valeurs de nos sociétés.

Transgression verbale par les métaphores des **machines moléculaires** qui révèlent un projet d'asservissement du vivant à des fins techniques, qui se concrétise dans la production d'hybrides :

- des brins d'ADN servent à assembler des nanotubes de carbone pour faire des transistors,
- des virus artificiels ou des nanocapteurs diffus surveillent ou agissent.

Avec des nanodispositifs pour surveiller notre biochimie ou remplacer des fonctions déficientes, le corps se perçoit de plus en plus comme une machine et est traité comme un **objet dont on assure la maintenance** ».

Bernadette Bensaude-Vincent,  
philosophe à Paris Oest et présidente de VivAgora

## V - LA QUESTION DU PROGRES : POUR QUI ?

Les nanotechnologies promettent des usages intéressants pour :

- alléger les structures (avions, voitures, emballages) avec économie d'énergie dans les transports
- apporter des solutions énergétiques (pile à combustible, cellules photovoltaïques)
- filtrer l'eau : arsenic, polluants, virus

Mais quel est le prix à payer (déchets, pollutions..) ?

Pour qui les bénéfices ? Pour qui les dégâts?



## ➤ Contestations et débats publics sur les nanotechnologies dans le monde



**Des alertes** : ETC Group, THONG, ICTA, Amis de la Terre...

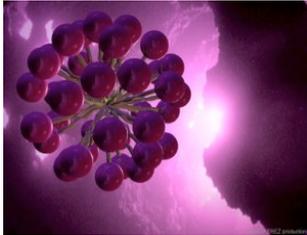
**Plus de 70 débats sur les nanos**

- ❖ Conférence de consensus au Danemark
- ❖ Federal citizen conference in Madison
- ❖ NanoJury en Grande Bretagne
- ❖ NanoMonde, NanoViv, Conf de citoyens Ile-deFrance en France
- ❖ Le débat CNDP en cours

## Quels impacts ?

- Des recommandations pour des applications utiles (énergie, santé, environnement) et des demandes d'information, d'encadrements, d'évaluation du rapport bénéfices-risques
- Enlissement & fatigue des parties prenantes
- Mise en société des projets techniques

## ➤ Organiser une vigilance collective ?



- Mettre en balance risques / avantages
  - Faire des projets techniques une « chose publique »
  - Articuler dialogue entre parties prenantes et décisions publiques
  - Vers une « vigilance sanitaire et sociale »
  - Vers une nouvelle culture technologique
- Principe de précaution (à la place de la compensation)  
Vers des « Technologies de l'humilité » (Sheila Jasanoff)



Etienne Klein,

directeur du Laboratoire de recherches sur les sciences de la matière du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)

« Nous sommes arrivés à une sorte de **rendez-vous sociétal**. Nous avons peut-être l'occasion d'offrir à l'idée de progrès un *aggiornamento*, voire une rédemption en la dissociant du « **toujours plus** ».

Nous allons devoir nous organiser pour **construire un « monde commun »** et réfléchir à ceci : **quelles procédures de décision mettre sur pied qui feraient de l'incertitude un fardeau partagé, et partagé équitablement ?** »

## ➤ Construire une innovation ouverte (Open-innovation) et responsable



- Avis des l'AFSSET, du CPP) du CCNE recommandent des dispositifs permanents de dialogue entre les différents acteurs concernés
- Code de conduite pour une recherche responsable dans le domaine des nanotechnologies de la Commission européenne
- Déclaration obligatoire des nanoproduits pour les industriels (Canada)

### Intégrer les contributions des acteurs concernés

le NANOFORUM du CNAM (2007-2008-2009...)

- Cibler les questions de **gouvernance**
- Permettre l'interpellation sur les **responsabilités**  
ex : nanociments, nanocosmétiques, nanoFoods, Minatec, Clinatec
- Soutenir la montée en compétences et en influence de la société civile

**l'ACEN** : Alliance citoyenne sur les Enjeux des nanotechnologies pour la mise en place d'un Portail collaboratif d'informations situées.

### Le débat national CNDP peut-il y contribuer ?

D. Benoit Browaeys, 12 nov. 09