

Association VivAgora

Cafés du Vivant – Cycle 2006

Nanomonde : quels choix technologiques pour quelle société ?

COMPTE RENDU

Séance du 12 janvier 2006 : Quoi de neuf avec les nanotechnologies ?

Selon la méthode adoptée par **VivAgora**, la séance s'est déroulée en trois étapes :

- État des lieux sur la question : Quoi de neuf ?
- Mesure des intérêts engagés
- Les responsabilités communes

I - Quoi de neuf ?

La question « quoi de neuf avec les nanotechnologies ? » a été abordée sous trois angles :

- Quelle est la réalité des attentes ?
- La manipulation de la matière à l'échelle nano qu'on appelle « manufacture moléculaire » est-elle en mesure d'aboutir à des créations mirabolantes, ou bien ces nanotechnologies sont-elles capables de faire émerger des phénomènes d'auto-organisation, de réplication. Quelles applications les nanosciences ont-elles permis de produire aujourd'hui ?
- Ces applications nous mettent-elles en présence de nouveaux risques ?

En introduction, **Julien Colin** (auteur du film documentaire *Le Silence des nanos*) a cité une étude récente qui recensait, sur le marché américain, 700 nano-produits, alors qu'on peut entendre ailleurs que les nanosciences n'ont encore donné lieu à aucune application¹

Alors ? A-t-on déjà fabriqué des nano-robots ? La convergence « nano-bio-info- et cognosciences » (NBIC) est-elle une réalité aujourd'hui ?

Julien Colin a listé un certain nombre d'innovations récentes : ainsi, à la Rice University, où travaillait le prix Nobel **Richard Smalley** récemment décédé, les chercheurs ont réussi à construire une nano-voiture qui possède quatre roues, deux essieux, qui n'est pas encore motorisée mais qui possède un moteur photonique qui pourrait être alimenté par les photons ambiants. Elle est multidirectionnelle, elle avance, elle recule, elle tourne. C'est déjà une brique, un outil important pour une nano-manufacture comme le pensait **Eric Drexler**, l'un des pionniers des nanotechnologies. Par ailleurs, la convergence nano-bio-info se développe. On utilise de plus en plus l'ADN comme moule pour fabriquer des structures à l'échelle nanométrique qui pourront ensuite servir de composants pour une nano-électronique.

Selon les principes des Cafés du Vivant, les premiers témoignages sont venus des participants. Trois personnes ont exprimé leurs préoccupations

- Qu'y a-t-il de vrai, de scientifiquement possible dans le roman *La Proie* de

Michael Crichton ?

- Quels sont les risques sanitaires des nanotechnologies ?
- Dans la mesure où l'on a pu faire fonctionner un ordinateur quantique pendant quelques minutes, est-il envisageable de fabriquer un jour, un cerveau « quantique » ?

¹ Environmental Law Institute publication, *Securing the Promise of Nanotechnology: Is U.S. Environmental Law Up to the Job?*, mai 2005.

<http://www2.eli.org/pdf/research/nanotech/nanotech.issue.paper.pdf>

Promesses et réalités

Pour répondre à la question portant sur les réelles possibilités des nanotechnologies, **Claude Weisbuch** (physicien, Laboratoire de la matière condensée de l'École polytechnique) a précisé en quoi avaient consisté le discours de 1959 de **Richard Feynman** (prix Nobel) et les perspectives d'**Eric Drexler** (dans son livre « *Engines of Creation* » paru en 1986) et en a montré les limites.

« Lors de la conférence qu'il donnait le 29 décembre 1959 à la Société américaine de physique (dans un cadre où il était de bon ton de faire un peu de provocation), Richard Feynman s'est mis à réfléchir sur la manipulation des atomes, sur la taille minimum des objets que l'on peut faire. À cette époque, on parlait de l'idée de faire des circuits

électroniques de plus en plus petits (miniaturisation). C'était aussi le début des appareils pour régulariser l'arythmie cardiaque. Et Feynman a postulé : « Ce que vous voyez là, ce n'est pas la limite. La limite c'est l'atome. Il n'y a aucune raison physique pour qu'on ne puisse pas manipuler les atomes. Et donc on pourrait écrire à l'échelle atomique. La mémoire, la théorie de l'information, ça peut se faire avec des atomes. »

Et là, il avait parfaitement raison. Mais après, quand il s'est agi de décrire comment on pourrait faire les choses, il s'est mis à inventer et un peu à divaguer. Mais il ne disait pas : C'est ainsi que l'on va faire. Il essayait de trouver des arguments de plausibilité. Ainsi a-t-il dit : « On utilise une grande machine, par exemple une fraiseuse pour faire un petit objet de quelques centimètres. Si je prends une fraiseuse plus petite, je peux faire un plus petit objet, et, en continuant indéfiniment, j'arriverai à l'atome. »

En fait cela n'a pas marché. Au contraire, la manière que l'on a aujourd'hui de manipuler les atomes se fait avec de gros objets : le microscope à force atomique, puis le microscope à effet tunnel, ont permis de toucher ce « miracle », à savoir qu'un atome va se trouver retenu à

l'extrémité d'une pointe, alors que celle-ci représente une surface énormément plus grande que celle de cet atome. Et l'on pourra ensuite déposer cet atome. Et en utilisant une tension électrique, on pourra ensuite déplacer les atomes un par un.

Ainsi, ce n'est pas avec des objets de plus en plus petits que l'on a manipulé les atomes, c'est avec de gros objets. D'ailleurs, Feynman ne connaissait pas bien l'état de l'art. Ainsi, il a fait deux paris : « Je paierai 1 000 dollars à quelqu'un qui écrira à l'échelle de 0,1 micron » ;

il a fallu vingt-cinq ans pour y arriver. « Je donnerai 1 000 dollars à quelqu'un qui pourra faire

un petit moteur qui fonctionnera et dont la taille ne dépassera pas un tiers de millimètre » ; un an plus tard, il avait perdu son pari. En effet, sous microscope, on pouvait fabriquer des objets extrêmement petits.

Plus tard, Eric Drexler a affirmé : « Moi, je peux construire n'importe quel assemblage d'atomes en ayant des bras articulés qui vont aller prendre les atomes et les mettre à côté d'autres atomes, et ainsi, je pourrai construire n'importe quoi. » Et cela aussi, c'est n'importe

quoi ! Il oubliait toute la chimie, il a eu une vision purement mécaniste de l'atome. En effet, c'est ignorer que certains types d'atomes préféreront toujours, quelle que soit la nature du bras utilisé, se coller à la pointe de ce bras plutôt qu'aller sur l'objet que l'on est en train de construire.

Et d'ailleurs, ce sera toujours avec de gros bras que l'on pourra travailler, parce que si l'on a des bras de plus en plus petits, par exemple une molécule plus ou moins grosse, cette molécule plus ou moins grosse est un petit objet mécanique qui vibre, qui a de l'agitation thermique, et, plus un objet est petit, plus il vibre, plus il se déplace par rapport à sa position moyenne. »

Pour **Bernadette Bensaude-Vincent** (philosophe et historienne des sciences, université Paris X) la nouveauté ne réside ni dans l'enthousiasme et les rêves qui entourent le progrès technologique, comme au début du XX^e siècle lors de l'exploration de l'atome, ni dans l'influence des industriels et les investissements des Etats, ni dans la transdisciplinarité

3

forcée, ni dans la vision qui consiste à traiter les unités de base de la matière comme des machines, comme des dispositifs et non plus comme des éléments qui structurent la nature. Les chimistes ont déjà fait cela avec les molécules. Surtout, les biologistes moléculaires décrivent depuis longtemps les unités du vivant comme des machines. La nouveauté pourrait résider dans la **conjonction** en un point de tous ces aspects, ainsi que dans l'implication citoyenne qui va grandissant depuis 4 ou 5 ans en Europe.

Quelles réalisations techniques aujourd'hui ?

Pour nous éclairer sur ce sujet, **Claude Weisbuch** a explicité les projets sur lesquels il travaille :

- des **émetteurs de lumière très haut rendement**, constituant une source vingt fois plus efficace que les sources actuelles, permettant des économies d'énergies considérables ;
- des **biopuces** qui, d'ici vingt ans, nous permettront de disposer de « lecteurs » capables de diagnostiquer, à partir d'une simple goutte de sang, les infections auxquelles un individu a été exposé, et permettant de réaliser des traitements aux dosages extrêmement précis, adaptés à chacun. (Claude Weisbuch souligne que cela ne manquera pas de soulever des questions éthiques)

- **papier et encre électronique**

Laurent Gouzènes (ST Microelectronics, président du Réseau national en nanosciences et nanotechnologies, R3N) a indiqué que les thématiques développées au sein du réseau R3N sont : les composants pour les technologies de l'information, les nouveaux systèmes de calcul ; les matériaux (notamment pour les revêtements) ; les nano-biotechnologies ; l'instrumentation ; la simulation. Il a précisé que les projets de recherche labellisés cette année concernent très majoritairement la recherche fondamentale. Ainsi, les nanotechnologies ne présentent pas seulement un intérêt en tant que produits mais aussi en tant que **nouveaux outils de recherche**. Par exemple, en biologie, des nanoparticules peuvent être utilisées comme marqueurs pour la compréhension de la machinerie cellulaire. En physique, on espère de nouveaux microscopes permettant d'étudier la matière à l'échelle de l'atome...

Les applications suivantes ont également été mentionnées :

- des nanoparticules de titane sont utilisées comme filtre anti-UV dans des **crèmes solaires** déjà sur le marché ;
- on étudie l'utilisation de **nanotubes de carbone pour renforcer les plastiques** de carrosserie dans l'industrie automobile ;
- le **pneu « vert »** de Michelin, destiné à réduire la consommation de carburant, contient des nanoparticules de silice...

Enfin, d'un point de vue technique, **la construction d'objets atome par atome**, comme l'imagine **Eric Drexler** depuis son livre *Engines of Creation* (1986), n'est pas encore possible ; on ne sait d'ailleurs pas si elle le sera jamais. Pour l'instant, les atomes sont seulement déplacés, réorganisés. Autre impossibilité technique mentionnée : les oxydes qui recouvrent les nanoparticules métalliques sont un frein à leur exploitation, que l'on n'a pas encore réussi à lever.

Que dire alors du recensement des 700 nanoproducts sur le marché américain ? En fait, il semble que le caractère « nano » de certains de ces produits soit discutable puisqu'ils sont constitués de matériaux dont les « briques » sont proches du micromètre. Il a en tout cas été discuté. Pour une meilleure compréhension des enjeux des nanotechnologies, il conviendrait donc de s'entendre sur cette terminologie et ce qu'elle recouvre. Il a

4

notamment été souligné que la seule échelle nanométrique ne doit pas suffire à définir le caractère « nano », qu'avant tout doit être retenu le **changement des propriétés physiques** qu'un corps va subir en dessous d'une certaine taille – elle-même variable selon les corps.

Quels risques nouveaux ?

Pour amorcer la question des risques liés aux nanotechnologies, une personne dans le public a souhaité l'avis des scientifiques présents sur le scénario de la gelée grise (*gray goo*) popularisé par **Michael Crichton** dans son roman « La proie » (vision proposée à l'origine par **Eric Drexler**). Il y est question d'un nuage de nanoparticules dotées d'une conscience et capables d'autoréplication, qui part à la chasse aux humains. **Claude Weisbuch** a démonté le scénario de Crichton à partir de trois caractéristiques que l'auteur a données à son nuage :

- le déplacement dirigé : les plus petits insectes capables de se diriger en vol ont une taille

d'un tiers de millimètre, pour une raison énergétique ;

- la conscience : l'intelligence collective se développe par la communication entre les entités, un processus qui nécessite de l'énergie dont ne dispose pas notre nuage ;

- l'auto-réplication : pour reproduire des objets d'une taille de l'ordre du nanomètre, il faut des « usines » qui, elles, ne le sont pas, à l'image des ribosomes intervenant dans la fabrication des protéines au cœur des cellules ; et c'est là aussi un processus qui coûte de l'énergie.

Abordant la situation actuelle, **Alain Lombard**, toxicologue, a signalé la réalité de la dissémination des nanoparticules qui sont produites aujourd'hui, la possibilité inhérente à leur taille de pénétrer dans l'organisme et a pointé du doigt notre ignorance quant aux effets qu'elles pourraient y avoir.

La position de **Benoît Hervé-Bazin** (Institut national de recherche et de sécurité, INRS) à ce sujet était sans équivoque. Si la présence de nanoparticules dans notre environnement n'est pas une nouveauté (exemple : le noir de carbone), l'augmentation de l'exposition est, elle, incontestable, d'une part avec les particules issues du diesel par exemple, d'autre part avec celles qui sont créées à la demande. Il y a également nouveauté du point de vue des risques toxicologiques auxquels nous serons exposés avec les nanotechnologies en raison de l'originalité de leurs propriétés. Il rejoint ici la position de **Claude Weisbuch** qui, un peu plus tôt, avait affirmé la nécessité d'étudier les risques au cas par cas.

Benoît Hervé-Bazin a indiqué que le premier risque aujourd'hui est lié à l'exposition par voie pulmonaire, par inhalation. Des études ont ainsi déjà révélé que les nanoparticules se déposent dans l'organisme en plus grand nombre que ne le font les particules de taille micrométrique et que l'effort physique augmente ce phénomène. En conséquence, ce sont les professionnels qui sont les plus exposés. Une étude mexicaine a aussi montré une distribution des nanoparticules dans tout l'organisme par voie lymphatique et, de façon plus inattendue, par voie nerveuse. Des études ont montré que des particules nanométriques comme des fullerènes et des particules issues de la pollution diesel auraient ainsi été retrouvées dans le cerveau. Une autre étude (non publiée) propose un rapprochement de ce phénomène avec la maladie d'Alzheimer !

II - Mesure des intérêts engagés

Les enjeux semblent énormes puisque sont engagés des budgets colossaux (ordres de grandeur non précisés).

En tout cas, plusieurs intervenants se sont accordés pour dire que **l'étiquette « nano »**

5

est employée abusivement pour faciliter l'obtention de crédits de recherche. De plus, parmi les projets « nano », certains sont très loin de la concrétisation. Par exemple, un intervenant indiquait, à propos de la mise au point de l'ordinateur quantique, que pour l'énorme chemin que nous avons parcouru, il reste encore 109 fois ce chemin à parcourir...

Laurent Gouzènes a indiqué que le réseau R3N représente 4 à 5 000 personnes, à peu près également réparties entre le public et le privé. Selon lui, la cotation en bourse des entreprises soumet les industriels à une obligation sociale. Ils doivent prévenir les actionnaires des risques qu'ils leur font courir. Le coût financier énorme que peut occasionner un risque mal géré est une épée de Damoclès dont le rôle n'est pas négligeable. Par conséquent, les entreprises appliquent le principe de précaution à leur échelle.

L. Gouzènes a aussi parlé d'une « conscience environnementale » des entreprises, basée sur les employés qui la composent et qui se soucient de l'avenir de leurs enfants.

Plusieurs interventions ont **contredit** ce portrait des entreprises. **Claude Henry**, professeur d'économie à l'Ecole polytechnique, a ainsi fustigé la logique économique dominante, elle-même

remise en cause par des économistes libéraux comme **Jean Peyrelevade** (« *Le capitalisme total* ») ou **Patrick Artus** (« *Le capitalisme est en train de s'autodétruire* »), qui veut que le principal souci des grandes entreprises consiste à satisfaire les actionnaires et à

accroître le volume des stocks-options, laissant de côté des ambitions telles que l'amélioration de la santé des employés ou l'environnement.

Sur l'évaluation des risques, **Laurent Gouzènes** a indiqué toutefois qu'une régulation ne peut être mise en place avant que soient menées les études sur les risques. Pour cela, une coordination mondiale se met actuellement en place notamment au sein des instances normatives comme ISO.

A propos de la gestion du risque au XIX^e siècle, **Dominique Pestre** (grand témoin de la séance) a expliqué au travers de trois exemples comment l'Etat et ses administrations favorisaient systématiquement les industriels tandis que la justice, à l'inverse, intervenait à leur rencontre. Ainsi :

- l'industrie de la soude à Marseille a périclité du fait de poursuites en justice alors qu'elle avait toujours obtenu des administrations les autorisations d'exploitation qu'elle demandait ;
- dans le domaine de l'éclairage au gaz, la fermeture du grand gazomètre de Paris, dont l'implantation était jugée trop proche du prestigieux Opéra, ne fut obtenue que par le biais de la justice, alors que ce combat était mené depuis longtemps par des gens « puissants » du quartier qui s'étaient organisés ;
- dans le cas des machines à vapeur, la multiplication des amendes conduisit à la naissance des assurances.

Claudia Neubauer, de la Fondation Sciences Citoyennes, a attiré l'attention sur le fait que, en regard des investissements pharaoniques que connaissent certains domaines :

- certains secteurs de la recherche, privée comme publique, sont laissés à l'abandon ;
- les bénéfiques pour les pays du Sud sont dérisoires ;
- dans certains de ces domaines (thérapie génique, OGM...), les résultats restent peu probants.

Laurent Gouzènes a évoqué le projet de règlement européen REACH (Enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques) comme l'illustration du souci de protéger les populations. L'animatrice a fait remarquer que ce règlement n'est pas le fruit de la volonté des entreprises mais le résultat d'un combat acharné des ONG et de certains politiques pour contraindre les chimistes à des précautions supérieures.

6

Le règlement Reach va imposer un contrôle de toxicité de substances chimiques déjà présentes sur le marché. Selon **Laurent Gouzènes**, « à raison de 50 000 produits à analyser, et d'un coût d'un million d'euros par produit étudié, ceci représente 50 milliards d'euros. Pour comprendre l'ordre de grandeur, cette mesure coûterait autant que l'ensemble du budget de la recherche publique en Europe. » A noter que d'aucuns contestent cette évaluation à un million d'euros, la considérant comme une manipulation des industriels.

III - Les responsabilités communes : que faire pour identifier et protéger l'intérêt général ?

Quelles régulations faut-il mettre en place ? Malgré le discours rassurant de **Laurent Gouzènes**, une autorégulation du marché permettant de limiter les risques est apparue peu réaliste. L'enjeu de la dernière phase du débat a donc consisté à réfléchir à un processus de régulation dirigé.

Sans surprise, personne n'a retenu la perspective d'une société « assurancielle ». Dans le prolongement des exemples historiques donnés par **Dominique Pestre, Marie-Odile Bertella-Geffroy**, magistrate responsable du pôle santé publique du tribunal de grande instance de Paris, a signalé que la justice peut avoir un rôle de prévention, mais que cela nécessite pour l'appareil judiciaire de disposer d'experts, ce qui s'avère difficile sur des sujets pointus comme les nanotechnologies. Mais, comme l'a fait remarquer **Francis Chateauraynaud** (sociologue, EHESS), en l'absence de jurisprudence, il est encore trop tôt pour choisir cette voie.

La responsabilité des chercheurs a été abordée à plusieurs reprises. « *Il est nécessaire que les chercheurs assument leurs tâches de réflexion éthique collective et fournissent leurs contributions aux débats citoyens* », a souligné **Gérard Toulouse** (physicien, comité

d'éthique de l'Académie des technologies). De même, pour Jacques Bordé (comité d'éthique pour les sciences du CNRS), « *les scientifiques ont la responsabilité de développer un dialogue avec la société* ». Et cela implique des changements profonds dans leurs formations, dans leurs instances de réflexion et de pilotage...

Pour **Dominique Vinck** (sociologue, université de Grenoble), si les chercheurs sont effectivement les plus aptes à se poser des questions et s'ils s'en posent, la réalité montre malheureusement que cette démarche est rarement développée. Les raisons sont qu'ils n'ont pas le bagage culturel suffisant (en économie par exemple), que la compétition et les enjeux industriels ne leur laissent pas le temps de développer ces questionnements et que les institutions dans lesquelles ils travaillent ne les y aident pas.

D'où cette recommandation : que soit organisée la possibilité pour les scientifiques des sciences « dures » de parler de leurs préoccupations avec des chercheurs en sciences humaines. Il a été souligné que les « fabricants des nano-objets » sont les mieux placés pour décrire les propriétés inédites ou envisager des risques. Souvent les chercheurs évoquent ces questions entre eux mais toujours à la marge, sans que ces éléments soient engrangés, répertoriés, signalés.

Le manque de moyens de la recherche en toxicologie a été rappelé. S'il est vrai que le risque n'est identifiable *qu'a posteriori*, il faut pourtant se donner les moyens d'une recherche en toxicologie, afin d'identifier plus rapidement les risques et pouvoir y remédier plus tôt.

Pour **Claude Weisbuch**, il est important de se placer dans une perspective de développement durable avec « l'analyse des cycles de vie ». Il a cité en exemple les matières qui sont recyclées dans les bitumes et qui seront libérées dans l'environnement plusieurs années après, par la dégradation de ces revêtements.

7

Autre proposition : la mesure de l'intérêt sociétal des innovations devrait impliquer les citoyens, au moins dans la recherche publique. À cet égard, **Claude Weisbuch** a souligné l'excellent travail de la Royal Society qui a considéré les préoccupations sociales dans son rapport de juillet 2004. A contrario, l'Académie des technologies en France a exclu de son champ d'analyse les nano-biotechnologies et a traité sans approfondissement les questions éthiques posées par les nanotechnologies. Explication de Claude Weisbuch : l'Académie n'avait pas les moyens financiers de traiter ces questions.

IV - La synthèse

Remarques de Dominique Pestre à chaud

Les échanges ont abordé des choses très diverses avec des discours de niveaux différents. Les propos sont restés assez abstraits et peu centrés. Le discours des industriels fut relativement modéré, du moins par rapport aux discours que l'on entend ailleurs. Même sur le « quoi de neuf ? » On est resté dans le « soft ».

Pourtant il est souhaitable de ne pas rester à ce niveau. Il faut une polarisation du débat. Pour cela, ne pas hésiter à jouer la provocation. Dans cet esprit, il y a des textes que l'on peut aller chercher et des situations que l'on peut citer.

Certes, on peut à l'occasion entendre des discours idéologiques. Mais il est essentiel de réfléchir sur des cas particuliers. Il faut recenser une série de cas où des alertes ont été données, où des controverses ont lieu, où des engagements assez vifs opèrent. Et, là, il faut que nous essayons d'avoir un rendu le plus fin possible de ce qui se passe dans une temporalité courte, que l'on comprenne ce qui est en jeu, à ce moment là. Ce sera toujours un cas particulier, mais en histoire, il n'y a que des cas particuliers.

Un dernier point, justement soulevé par Dominique Vinck : quels que soient les acteurs, on ne peut pas se contenter de l'autorégulation. Il est normal que les gens, lorsqu'ils se trouvent à l'extérieur d'un système, aient des exigences un peu plus grandes. Comment peut-on organiser une confrontation qui ne soit pas de l'ordre de la simple autorégulation ? Elle doit reposer sur le fait que les savoirs sont extrêmement distribués : au-delà de tout ce que les chercheurs ou les industriels sont les seuls à savoir, il y a des gens qui savent des choses que les précédents ne savent pas.

Ainsi, organiser la confrontation requiert une extrême explicitation des procédures. Or ce qui existe déjà pour d'autres secteurs où l'on perçoit largement les rouages, n'apparaît pas pour les nanotechnologies. Là, on a beaucoup de mal à anticiper quelle forme donner au débat public afin qu'il soit raisonnablement mené et permette de cerner les points clés.

Bilan de Dorothee Benoit Browaey (animatrice, présidente de VivAgora) *a posteriori*

Le porte-à-faux entre annonces mirobolantes qui drainent les investissements et les descriptions très modestes qui présentent les nanos comme une « technologie comme une autre » n'a pas été suffisamment élucidé.

Pourquoi ? Parce qu'il n'y a eu aucun accord sur l'identité du domaine, sur « la réalité que l'on prend au sérieux ».

On a assisté à un « enterrement des questions » car la question de la nouveauté est elle-même

source de polémique.

Ce **blocage dans le dialogue** procède d'un cloisonnement délibéré qui fait disparaître deux réalités.

- Si l'on envisage les nanotechnologies sans englober la biologie, on fait passer à la trappe les perspectives d'**émergence** (propriétés liées aux interactions et qu'on ne peut pas déduire de la somme des propriétés des parties) et de **convergence** (effet de synergie entre nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences

8

cognitives). **Le potentiel en matière de santé et d'interaction avec les humains ne peut pas non plus être abordé.**

- Si l'on déconnecte la démarche scientifique des « visions qui la sous-tendent » (cf propos de **Richard Feynman** avec ses paris et ceux d'**Eric Drexler** qui a introduit les perspectives d'auto-organisation, de réplication, de nanorobots), la lecture des projets scientifiques devient impossible (on nie même le fait que toute science est un pari). Il est essentiel de bien prendre la mesure des « espoirs scientifiques ». Exemple quand **Jean-Marie Lehn**, prix Nobel de chimie, considère que « *si la matière s'auto-organise et que l'on peut comprendre comment cela se fait et passer aux commandes, nous pouvons refaire, à notre façon tout ce qui existe* » (extrait d'une interview du film « *Nano, the next dimension* » édité par la DG recherche de la Commission européenne).

Dans le dialogue avec la société, les réalités concrètes ne sont pas les seuls objets à traiter. Les projets sont parties prenantes du débat. Nous sommes contraints de raisonner sur des possibles, d'évaluer des constructions qui sont de l'ordre de la fiction.

Noeud problématique

On observe un double discours avec des scientifiques qui considèrent qu'il n'y a pas de révolution majeure avec les nanotechnologies et par ailleurs qui assument des projets de recherche qui s'appuient sur les promesses d'émergence, de conjonction avec le vivant, d'auto-organisation ou de réplication

Ce qui apparaît c'est que la nouveauté nano développée par Drexler avec la « manufacture moléculaire » réalisée par des assembleurs qui s'autorépliqueraient est un **PARI** : **Claude Weisbuch** comme **Christian Joachim** (CNRS Toulouse) contestent la validité de ce potentiel.

Or, sur ce PARI, un discours de révolution et d'espoir technologique s'est structuré notamment aux Etats-Unis (cf rapport NBIC soutenu par la mouvance transhumaniste) et a fait pleuvoir les financements. Des innovations diverses (du côté de l'électronique, des matériaux, de l'énergie...), souvent perçues comme hors du strict « champ nano » alimentent les projections.

Nous sommes en présence d'une « **économie de la promesse** » (selon l'expression de **Pierre-Benoit Joly** (rapport pour La Metro, communauté d'agglomération de Grenoble, septembre 2005 [2](#)) qui fait problème à tel point que des phénomènes de résistance à l'emprise technicienne se manifestent, comme à Grenoble avec le mouvement Pièces et main d'oeuvre (PMO).

Nous aurons l'occasion de revenir sur cette tension dans nos prochaines rencontres...

http://sciencescitoyennes.org/IMG/pdf/NanoGrenoble_rapport_final_05_09_22.pdf