



SURVIVRE AUX NANOTECHNOLOGIES ? GIGA-QUESTIONS, NANO-VISIONS ET CITOYENNETÉ

**Contribution de la Fondation Sciences Citoyennes
au débat autour des nanotechnologies**

**Note N°3 de la Fondation Sciences Citoyennes
Octobre 2006**

Charte de la Fondation Sciences Citoyennes

Une association pour redistribuer les capacités d'expertise et de recherche vers les mouvements citoyens

Nous vivons un changement de nature des risques, des disparités et des dangers créés par les modes dominants de production et de consommation. La mondialisation libérale accentue ces menaces et entend soumettre la recherche et le développement technique aux exigences de la solvabilité. Ces dernières années, l'accumulation de crises (Tchernobyl, amiante, sang contaminé, vache folle, OGM...) ont montré la nécessité de prendre en compte d'autres intérêts et risques que ceux définis par les acteurs techno-industriels. Elles ont suscité une remise en cause de l'expertise et de la science, un renouveau des mobilisations sociales et de nombreuses initiatives d'implication de 'profanes' dans la recherche, l'expertise ou la vigilance, qui ont conduit à un certain désenclavement de la science et de ses institutions.

Face à la marchandisation des savoirs et du vivant, ces mobilisations et initiatives amorcent un sursaut démocratique et un nouveau pacte social pour une science citoyenne, responsable et solidaire. Loin de se réduire à « une montée des croyances irrationnelles » ou à un manque d'information ou de "culture scientifique », elles affirment qu'une science pour tous doit se construire avec tous, dans le dialogue avec des savoirs autrefois dévalorisés.

Moteur d'émancipation pendant plusieurs siècles, la science, devenue technoscience, est aujourd'hui un formidable pouvoir. Pour servir le bien-être de l'ensemble des êtres humains de notre planète, ce pouvoir requiert d'autres pilotes que la seule volonté de savoir, le désir de puissance ou les logiques de profit. Après l'ère de la « maîtrise de la nature », doit donc venir celle de la « maîtrise de la science », de la citoyenneté scientifique.

La Fondation Sciences Citoyennes a pour objectif de favoriser et prolonger le mouvement actuel de réappropriation citoyenne et démocratique de la science, afin de la mettre au service du bien commun.

Elle se donne notamment pour objectifs :

- L'accroissement des capacités de recherche et d'expertise de la société civile, des forces associatives, consuméristes, syndicales et citoyennes. Nous appuierons la constitution d'un tiers secteur scientifique, répondant mieux à des besoins sociaux et écologiques croissants et négligés par les orientations scientifiques dominantes, qu'elles soient le fait de l'État ou de l'industrie privée.
- la stimulation de la liberté d'expression et de débat dans le monde scientifique, l'appui aux lanceurs d'alerte et le développement de controverses publiques et de "forums hybrides" sur les enjeux à forte technicité scientifique. Loin des peurs frileuses des interventions du public et des logiques technocratiques, le pluralisme et la controverse sont la source non seulement d'une meilleure exploration des mondes possible et, partant, de meilleures décisions, mais aussi d'une appropriation active des connaissances scientifiques par le public.
- De promouvoir l'élaboration démocratique des choix scientifiques et techniques. Nous favoriserons la mise en débat public des politiques publiques en matière de recherche, de technologie et d'organisation de l'expertise. Nous mènerons également l'analyse vigilante des nouveaux dispositifs délibératifs qui se multiplient afin de soutenir ceux qui favorisent une véritable démocratie technique.

Autres publications et notes de la Fondation Sciences Citoyennes

Traduction du livre de Richard Sclove, « *Choix technologiques, choix de société* », Paris, Éditions Charles Léopold Mayer et Descartes et Cie, 2003.

Note N°1 : Quel débat sur les OGM ? Quelle participation de la société civile à l'orientation des politiques de recherche agricole ? Oct. 2003.
http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=73

Note N°2 : Quelle politique scientifique pour entrer dans le 21^e siècle ? Vers un nouveau contrat entre recherche et société. Contribution de la Fondation Sciences Citoyennes aux États-Généraux sur l'avenir de la Recherche. Oct. 2004.
http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=601

Synthèse N°1 : L'expertise et la recherche associative et citoyenne en France. Esquisse d'un état des lieux. Nov. 2003.
http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=122

Synthèse N°2 : Savoirs libres et production de biens communs en réseau. Compte-rendu de la rencontre du 3/12/2005. Jan. 2006.
http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=1455

Synthèse N°3 : « Débat » public EPR 2005-2006 ». http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=1464

Cette note est le produit d'une réflexion collective d'un groupe de travail de la Fondation Sciences Citoyennes, coordonné par Claudia Neubauer.

Membres du groupe de travail : Sébastien Denys, Laurent Dianoux, Lionel Larqué, Glen Millot, Jérôme Pastor, Jacques Testart, Sezin Topcu.

Le texte a bénéficié d'une relecture externe par des chercheurs et des acteurs du débat sur les nanotechnologies : Pierre-Benoit Joly, Dominique Pestre, Marc Robert, Françoise Roure, Claire Weill.
Le texte n'évite évidemment pas les relecteurs externes.

Sommaire

1. Résumé	5
2. Que sont les nanotechnologies ? Définition, chiffres, applications.....	6
3. La course aux nanotechnologies, nouvelle bulle technologique ?.....	8
<i>Tous nanobricoleurs ?.....</i>	<i>10</i>
4. Nano-particules et giga-problèmes : les problèmes majeurs avec les nanotechnologies.....	11
4.1. La toxicité des nanoparticules : incertitude scientifique et vide réglementaire.....	11
<i>Régulations juridiques.....</i>	<i>13</i>
4.2. Contrôle technologique et mythes recyclables des biotechnologies.....	14
<i>Brevets.....</i>	<i>14</i>
<i>Des mythes biotechnophiles aux mythes nanotechnidolâtres.....</i>	<i>15</i>
<i>Nanobiotechnologies et applications médicales.....</i>	<i>17</i>
4.3. Le meilleur des mondes : technologies convergentes et liberté de l'espace privé. .	18
<i>Les technologies d'identification par fréquence radio (RFID).....</i>	<i>21</i>
4.4. Des guerriers cyborg – les nanotechnologies pour la guerre.....	22
<i>États-Unis.....</i>	<i>22</i>
<i>France.....</i>	<i>23</i>
5. Les seigneurs des nanos – Les nanotechnologies en France.....	25
<i>Les rapports « nanotechnologies » des académies anglaises et françaises.....</i>	<i>25</i>
<i>La cuvette « high-tech » grenobloise.....</i>	<i>26</i>
<i>Le pôle de compétence nano.....</i>	<i>28</i>
6. Quel contrôle démocratique des nanotechnologies ?.....	29
Conclusions et recommandations de la Fondation Sciences Citoyennes..	32

1. Résumé

Les NST – NanoSciences et NanoTechnologies – prétendent imposer une (r)évolution scientifique et technologique. C'est un des secteurs d'activité annonçant des perspectives d'innovation les plus fortes, exigeant pour cela un soutien massif des secteurs public et privé. Pourtant, on connaît encore mal son contexte d'émergence, les réseaux d'acteurs impliqués et leur forme d'engagement ainsi que les paramètres scientifiques qui la conditionnent.

Les promoteurs des NST mettent en oeuvre de nouvelles stratégies de développement, et des reconfigurations organisationnelles de l'action scientifique et industrielle qui mettent en jeu l'ensemble des stratégies, actions et interactions de ces acteurs.

A cela se rajoutent des visions sur les possibilités ouvertes par les NST qui toucheraient et bouleverseraient tous les secteurs industriels et tous les aspects de la vie en société. Au même moment, les artisans de ces visions mettent en avant une « évolution naturelle » des technologies comme si celles-ci ne dépendaient pas des choix politiques et budgétaires. A leurs yeux les NST représenteraient un nouvel El Dorado technologique.

Le cadre proposé par les nanopromoteurs est si large qu'il peut rapidement confiner au mirage, s'appuyant sur des visions caricaturales. Cela ne serait pas tant inquiétant si les NST ne confisquaient pas de si considérables budgets émanant d'états (pourtant) démocratiques, agissant en matière technoscientifique de façon de plus en plus autoritaire, subordonnant toutes leurs stratégies à la « course économique » en l'absence de réflexion globale – et de recherche - sur l'impact des NST sur la vie privée, la santé, l'environnement, la propriété intellectuelle, et *last but not least* sur le développement démocratique de nos sociétés.

En France, les institutions publiques n'ont commencé que depuis peu à apporter un regard élaboré sur un sujet éminemment conflictuel.¹ Leur discours est souvent assez partisan et peu critique. Nous le déplorons tout autant que la non mise en oeuvre de véritables débats publics de qualité et respectueux des principes démocratiques les plus élémentaires.

C'est dans ce cadre que s'inscrit l'ambition de cette note.

Elle s'inscrit aussi dans la droite ligne des documents de la Fondation Sciences Citoyennes (FSC) qui veut qu'un débat tronqué ne fortifie pas notre démocratie mais l'affaiblisse, qu'aucun argument d'autorité n'est légitime. La mise à plat des arguments et dimensions complexes du sujet aidera la collectivité à choisir elle-même, plutôt que de dépendre d'un cénacle d'experts ou de hiérarques plus ou moins compétents et intéressés.

C'est pourquoi la FSC aspire à des nouvelles formes de vigilance citoyenne et civique vis-à-vis des technosciences.

1 Les positions et analyses notamment des Académies des sciences et des technologies, du CEA, des collectivités territoriales à Grenoble diffèrent ici pas mal des positions et réflexions proposées dans le rapport de JP. Dupuy et F. Roure sur « Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle » (2004, à la demande du Ministère des Finances) et du rapport tout récent du Comité de la prévention et de la précaution (CPP) de mai 2006. Le premier ministre a annoncé le 31 mai 2006, autour de l'inauguration de Minatoc à Grenoble, le lancement d'un grand débat « nano » (mais vu la « machinerie nano » qui s'est déjà mise en place en France et vue la qualité de nos « grands débats nationaux » jusque-là, nous pouvons être inquiets quant au sort de ce débat). Sont attendus les rapports de l'AFSSET et de l'AFSSAPS ainsi qu'un rapport sur éthique et nano par le Comité éthique du CNRS (COMETS) et le Conseil Consultatif National d'Éthique pour les sciences de la vie (CCNE).

2. Que sont les nanotechnologies ?

Définition, chiffres, applications

Des dépenses publiques de 3,5 milliards d'euros en 2003, tous pays confondus, avec un taux de croissance de 40% par an², un budget prévu de plusieurs milliards d'euros dans le nouveau Programme Cadre de Recherche et Développement (PCRD) de l'Union Européenne, un nombre de brevets qui a quadruplé entre 1995 et 2001³, un taux de croissance à deux chiffres pour les publications et un chiffre d'affaires mondial estimé à 1000 milliards de dollars d'ici à 2015⁴.

Après des engagements et investissements lourds au nom de la compétitivité internationale et du bien-être des citoyens, les nanotechnologies et nanosciences arrivent finalement sur la scène publique. Puisqu'elles sont annoncées par leurs promoteurs comme « la révolution technologique du XXI^e siècle » qui va influencer presque tous les aspects de notre vie, et puisqu'elles occupent une place grandissante dans la recherche et le développement technologique, il est urgent de s'interroger sur leurs finalités, les conséquences socio-économiques, les visions de la vie et du monde dont elles sont porteuses et sur les décisions politiques déjà prises et à prendre.

Une première définition, faisant référence aux pures caractéristiques techniques, pourrait présenter les nanosciences et nanotechnologies comme un ensemble de techniques, processus et produits qui visent la réalisation, l'étude et la manipulation, à l'échelle des atomes et molécules (c'est-à-dire du milliardième de mètre), de structures, systèmes ou objets dont la taille typique est inférieure à 100 nanomètres (10⁻⁹ m). Leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques, pour lesquelles ils sont exploités, découlent spécifiquement de cette taille nanométrique. A l'échelle « nano », les substances ont un comportement optique, électrique, magnétique et de diffusion qui diffère de celui qu'elles développent habituellement dans le monde « macro » (qui est aussi notre monde quotidien, le monde de la physique classique). Elles adoptent le comportement des atomes qui sont gouvernés par les lois de la physique quantique. A l'échelle nano on est, selon le cas, dans un domaine d'interactions quantiques, ou selon les systèmes, dans un domaine intermédiaire entre les lois de la physique classique et quantique. De ces caractéristiques du monde atomique, on parvient à générer des nanomatériaux qui se présentent sous forme de particules libres ou fixées, de fibres ou tubes, de cristaux ou de lamelles dont le comportement est gouverné par ce qui se produit en surface plus qu'en volume. Ainsi, les propriétés d'usage des nanomatériaux et nano-objets sont-ils particulièrement spécifiques : des métaux deviennent transparents, des substances changent leur réactivité chimique ou électrique (par exemple des substances jusque-là non-conductrices véhiculent l'électricité). On perçoit aussi que cette *technologie* se situe à l'interface de la biologie, de la chimie, de la physique, de la science des matériaux et de l'informatique puisqu'elle a vocation à permettre de contrôler et de manipuler de façon précise et « individuelle » des atomes et les matériaux qui résultent de leurs « assemblages ».⁵

« Il y a plein de place en bas ! » (« There is plenty of room at the bottom ! »). Cette phrase lancée en 1959 par Richard Feynman est devenue la devise des nanovisionnaires.⁶ Techniquement, le microscope à ef-

2 Jean-Pierre Dupuy, Françoise Roure : « Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle », Section « Innovation et entreprises », novembre 2005.

3 The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, report on « Nanoscience and nanotechnologies », July 2004

4 National Science Foundation américaine 2001, (ANR, appel à projets 2005, programme national en nanosciences et nanotechnologies (PNANO), www.gip-anr.fr)

5 voir aussi le dossier « nanotechnologies » de Transversales avec l'article « Trois questions à Remy Mosseri », (www.grit-transversales.org) et le rapport du Comité de la prévention et de la précaution (CPP) qui donne une définition technique des nanotechnologies très élaborée.

6 Eric K. Drexler, « Engines of creation » 1986 (paru en France sous le titre « Engins de création : L'avènement des nanotechnologies ». Vuibert, 2005) ; Chateauraynaud F. Nanosciences et technoprophéties – le nanomonde dans la matrice des futurs. Version du 30 avril 2005, http://prospero.dyndns.org:9673/prospero/acces_public/06_association_doxa/nano_pdf

fet tunnel développé par IBM dans le cadre d'une recherche industrielle et dans la suite le microscope à force atomique ont permis de manipuler et assembler les atomes individuels dès 1981. Ils ont ouvert la porte au développement des nanotechnologies. A cela se rajoute « la loi de Moore »⁷ qui est une prévision fonctionnant comme une sorte d'impératif de miniaturisation. Aujourd'hui, les nanotechnologies suivent deux approches : celle de la miniaturisation descendante - ou « top-down » - assez traditionnelle ; l'autre, plus récente, dite ascendante - ou « bottom-up » - dont le principe est de construire du complexe à partir des atomes.

Or l'échelle nanométrique est aujourd'hui de plus en plus commune à différentes technologies (convergence des outils et des techniques entre physique, chimie et biologie). Dès lors, cette définition technique ne suffit plus depuis que les nanotechnologies sont intrinsèquement liées aux technologies convergentes (nanotechnologies - biotechnologies - technologies d'information - sciences cognitives/neurosciences, NBIC ; voir chapitre 4.3), à la notion de la complexité, et à la production d'artefacts. Des termes tels que « domination », « puissance », « compétitivité » et « contrôle » accompagnent les nanotechnologies depuis leur naissance (par exemple aux États-Unis un battage médiatique associe les nanotechnologies à l'idéologie de la toute-puissance américaine) et présagent d'une certaine vision sociétale y compris dans les dimensions métaphysiques auxquelles elles sont associées. Les nanotechnologies pourraient matérialiser le rêve d'un contrôle, d'une manipulation et d'une surveillance sans précédent de la structure de la matière, y compris vivante et de la vie sociétale.

Le potentiel d'applications semble énorme et des ruptures technologiques dans de nombreux secteurs industriels sont envisagées. Même si certaines applications sont déjà arrivées sur le marché (cosmétiques et crèmes solaires, vernis de voiture plus brillants, raquettes de tennis, matériaux d'isolation pour véhicules militaires) il est difficile de donner un agenda quant à l'apparition d'autres applications. Il faut savoir que de nombreux projets présentés comme faisant partie de l'univers « nano » relèvent plutôt des microtechnologies (millième de millimètre : 10^{-6} m) ou de la frontière entre les deux. En fait, peu de laboratoires dans le monde sont à ce jour capables de manipuler réellement les atomes.

Les secteurs les plus concernés sont :

- les technologies de l'information et de la communication : stockage de données, nanoélectronique (transistors), nanolithographie, cryptographie, semi-conducteurs, circuits intégrés ; la microélectronique et l'informatique sont les secteurs les plus marqués par l'implication des grands groupes industriels ;
- le militaire : nouvelles armes, vêtements, équipements, amélioration de la performance humaine ;
- les technologies médicales : chirurgie, implants bioactifs, neuroprothèses⁸, puces à ADN (tests pour la détection des prédispositions génétiques), détecteurs de phénomènes pathologiques, thérapies (cancer : par exemple vecteurs intelligents pour délivrer des médicaments sur place) ;
- les technologies de l'énergie : économies d'énergie (isolation, éclairage), énergies renouvelables (cellules solaires photovoltaïques) ;
- les écotechnologies : dépollution des eaux et des sols ;
- les technologies de sécurité : capteurs ; RFID (Radio Frequency Identification Devices), étiquettes électroniques ;
- les technologies de transport, des matériaux de construction ;
- les textiles : sport, armée ;
- les cosmétiques : crèmes solaires, rouges à lèvres ;
- la chimie ;
- l'alimentation : étiquettes numériques.

Deux des nanomatériaux les plus connus sont les fullerènes et les nanotubes de carbone. Les fullerènes (ou « bucky balls ») sont des molécules composées de 60 atomes de carbone attachés les uns aux autres sous forme de ballon de foot. Les fullerènes ont une immense surface comparée à leur volume⁹. Ils sont ainsi hautement réactifs et sont supposés pouvoir transporter des médicaments dans le corps de patients ou neutraliser des déchets toxiques. Quant aux nanotubes de carbone, ils sont d'une extrême solidité.

7 La loi de Moore a été exprimée en 1965 par Gordon Moore, un des deux fondateurs d'Intel. Elle indiquait que la complexité des semiconducteurs proposés en entrée de gamme doublait tous les ans depuis 1959, date de leur invention. Cette augmentation exponentielle fut rapidement nommée *Loi de Moore* ou, compte-tenu de l'ajustement ultérieur, *Première loi de Moore*. (wikipedia.org)

8 Un exemple est le « Artificial Hand project » des chercheurs à l'Université de Lund en Suède

9 Pour des raisons géométriques, mille particules de 100 nanomètres de rayon ont une surface bien supérieure à une particule de 1 micromètre de rayon, d'où une démultiplication de possibilités de contact avec les tissus biologiques. (RDT, n° 47, janvier 2005)

3. La course aux nanotechnologies, nouvelle bulle technologique ?

Les gouvernements sont actuellement les plus grands supporteurs des nanotechnologies. Plus de 30 pays y investissent aujourd'hui massivement en Recherche et Développement (R&D). Parmi eux, les États-Unis, le Japon, l'Europe, la Chine, Taiwan et la Corée du Sud. Ainsi le nombre de grands programmes nationaux, d'institutions de recherche et de start-up nanos a explosé en quelques années.

Pour ne donner que quelques exemples : aux États-Unis, l'Initiative Nationale de Nanotechnologie (National Nanotechnology Initiative, NNI), à laquelle participent vingt-trois agences fédérales qui subventionnent plus de cent centres de nanosciences et nanotechnologies, est un programme fédéral de R&D qui coordonne les efforts de multiples acteurs en recherche, ingénierie et technologie. Son budget s'élevait en 2005 à environ 1 milliard de dollars et sera reconduit en 2006. Il est à noter que dans le cadre de la *National Nanotechnology Initiative*, un budget de plus de 3,7 milliards de dollars de dépenses fédérales est prévu pour la période 2004 à 2007¹⁰). 65% des subventions soutiennent des recherches académiques et une part substantielle promeut le partenariat public privé (PPP). Les principales agences qui investissent sont la National Science Foundation (338 M\$), le Département de la Défense (257 M\$), le Département de l'Énergie (210 M\$), les National Institutes of Health (142 M\$) et le Département du Commerce (75 M\$). En 2005, l'Office des brevets et des marques (U.S. Patent and Trademark Office) et la Commission de consommateurs pour la sécurité de produits (Consumer Product Safety Commission) ont rejoint l'initiative, témoignant de l'importance croissante des activités commerciales¹¹. Le fait que le Département de la Défense soit le deuxième plus grand investisseur aux États-Unis n'est en soit pas une grande surprise - tant le complexe militaro-industriel tient dans la plupart des pays développés un rôle fondamental dans les secteurs scientifiques – mais cet énorme effort montre l'importance que les militaires américains accordent aux nanotechnologies. Le Japon n'est pas en reste puisque ce pays a investi dans les NTS environ 400 M\$ en 2001 et 800 M\$ en 2003 et y injectera probablement plus que les États-Unis en 2006. Pratiquement toutes les universités et grandes institutions de recherche qui tiennent à leur reconnaissance au niveau mondial possèdent aujourd'hui des laboratoires en nanosciences ou nanotechnologies.

Quant à l'Union Européenne, elle investit à la fois au niveau de chaque État membre et au niveau communautaire. Dans le 6^{ème} PCRD¹², qui couvre la période allant de 2002 à 2006, les nanotechnologies figuraient parmi les sept domaines prioritaires avec un budget de plus de 1 milliards d'euros. Le 7^{ème} PCRD (2007-2013) prévoit une augmentation importante¹³. Pendant que l'Allemagne quadruplait le montant des subventions allouées à ce secteur par le Ministère de la Recherche depuis 1998 pour dépasser 100 millions d'euros en 2003¹⁴, la Grande Bretagne créait un des premiers instituts en nanotechnologie en 1994¹⁵. Conformément au discours sur l'agenda et la stratégie de Lisbonne, le 7^{ème} PCRD présente les NST exclusivement en terme de leadership économique, de concurrence et de compétitivité. Ne sont pas mentionnées ni les questions de toxicité des nanoparticules, ni les approches philosophiques, ni les conséquences potentielles au niveau sociétal.

10 D. Benoit-Browaays, « Pour une géopolitique des nanosciences » ; <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=121>

11 <http://www.nano.gov/html/about/funding.html> (comme chiffres de la National Nanotechnology Initiative: comme disponible le 06.01.2006)

12 Programme Cadre de Recherche et développement 2002-2006. Les PCRD sont l'instrument financier principal pour soutenir la R&D dans l'Union Européenne.

13 La Commission Européenne, dans son texte pour le 7^{ème} PCRD du 6 avril 2005 proposait 4,8 milliards d'euros. Il n'est pas encore clair combien il en restera à l'issue des négociations financières entre les états membres.

14 http://www.bmbf.de/pub/nanotechnologie_in_deutschland-standortbestimmung.pdf

15 Institute of Nanotechnology, <http://www.nano.org.uk/>

Les priorités des politiques de recherche publique

Comme nous l'avons déjà rappelé dans notre note sur la politique de recherche : « à eux seuls, la recherche militaire et les programmes technologiques nucléaire, aéronautique et spatial absorbent plus de 40% de la dépense publique de recherche française. De plus, la France accuse un déficit considérable de recherche dans la plupart des domaines liés au développement durable et à la santé publique : santé environnementale et toxicologie, écologie, énergies renouvelables, agriculture biologique et durable, chimie et ingénierie vertes ne doivent pas rester orphelins de recherche en France. »¹⁶

Comme les autres domaines de recherche définis comme prioritaires (« mainstream »), les nanotechnologies participent d'un discours politique dominant qui réduit la fonction de la recherche à un service pour la compétitivité économique, pour une plus grande protection de la propriété intellectuelle, pour l'intensification des partenariats entre universités et industrie privée (au point où les universités sont en train de perdre leur mission historique) et qui fait croire que seules les technologies les plus sophistiquées sont créatrices d'emploi et de bonheur collectif.

Au niveau de l'industrie privée, presque toutes les compagnies classées dans le « Fortune 500 », ainsi qu'environ 1200 start-up investissent dans la R&D en nanotechnologies. De nombreuses multinationales ont déjà des produits sur le marché ou sont en train d'en préparer.

Quelques-unes des firmes « dans la course nano »

- Nanocomputing : IBM, Motorola, Hewlett Packard, AMD
- Cosmétiques, substances chimiques : BASF, L'Oréal, Du Pont, Lancome
- Aérospatial et défense : Sandia, Lockheed Martin
- Alimentation et médicaments : Kraft, Aventis, Proctor, Gamble15, Unilever
- Appareils ménagers : Samsung
- Automobiles : Kleinmann
- Vêtements : Greenyarn LLC.
- Photos : Kodak

A ce jour, l'Oréal a déjà mis sur le marché des crèmes solaires transparentes et plus hydrophobes (oxyde de titane ou de zinc en nanoforme), du maquillage (dioxyde de titane), des particules d'oxydes de silicium et de zinc ainsi que des fullerènes pour lutter contre les effets du vieillissement de la peau (ex. éliminer des radicaux libres). Lancome propose également une crème pour la peau (Hydra Zen, avec des triceramides nano-encapsulés). Le constructeur d'automobiles Mercedes vend depuis 2003 des vernis plus brillants et plus résistants que les peintures conventionnelles et vendra à moyen terme un vernis auto-nettoyant¹⁷. Samsung utilise « des nanotechnologies sophistiquées en les appliquant sur la couche intérieure de leur réfrigérateurs afin d'assurer une stérilisation efficace, une déodorisation et des effets anti-bactériens. ». L'entreprise allemande Kleinmann vend un spray de protection de parebrises dans lequel les nanoparticules se lient avec le verre et le rendent résistant contre de la neige, de la glace et de la poussière. Greenyarn LLC présente des chaussettes « éco-fabriquées » qui contiennent des nanoparticules de bambou. Kodak propose des écrans de vidéo et de caméras faits avec des couches polymères nanostructurées.¹⁸

(Pour des investissements dans le secteur militaire : voir chapitre 4)

16 Fondation Sciences Citoyennes, « *Quelle politique scientifique pour entrer dans le 21^e siècle ? Vers un nouveau contrat entre recherche et société. Contribution de la Fondation Sciences Citoyennes aux États-Généraux sur l'avenir de la recherche* », Note N°2 de la Fondation Sciences Citoyennes, 2004 ; http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=601

17 <http://www.auto-innovations.com/site/dossier/nanopaint.html>

18 Toutes ces informations se retrouvent sur les sites respectives de ces entreprises (avril 2006).

Tous nanobricoleurs ?

Dans un tel contexte de fusion renforcée entre dynamiques de recherche et business, les risques sont grands de voir s'accroître dans le domaine des nanotechnologies les dérives que nous avons déjà observées dans celui des biotechnologies : pseudo-scientifiques en mal de scoop (e.g. Hwang Woo Suk, clonage) ; accidents consécutifs à des applications trop précipitées (e.g. mort d'un jeune américain suite à un essai de phase I de thérapie génique en 1999¹⁹) ; manquements plus fréquents à la déontologie des chercheurs²⁰ ; conflits d'intérêt ; projection d'un idéal de contrôle total de la nature.²¹

L'activité de laboratoire est en pleine transformation. Traditionnellement, et sans vouloir enjoliver le passé, on peut considérer que les chercheurs sont sensés partager une déontologie scientifique contraignante qui comprend notamment des protocoles rigoureux et un certain désintéressement - ce qui veut dire qu'en science tous les moyens n'étaient pas permis. Or, ces professionnels entrent aujourd'hui de plus en plus dans le monde du business soit par la création de start-up, soit par des contrats avec des entreprises. Mais les principes qui régissent le monde des affaires sont différents des règles de validation des savoirs scientifiques, et ce malgré les codes de déontologie ou les comités d'éthiques. Le premier objectif d'une entreprise est de faire du profit. On ne peut pas exiger d'un chercheur qu'il soit d'abord « compétitif » et espérer que cette priorité reste sans effet sur sa déontologie...

Dans cette logique, un des éléments du discours des zélateurs des NBIC consiste à proclamer la naturalisation de la technique avec pour principal argument maintes fois entendu que « ça se fera de toute façon » et que « d'un point de vue de la rationalité technique, les solutions inventées par le vivant ne sont pas toujours optimales. »²² Il existerait donc une sorte de « sélection naturelle des technologies », le travail des scientifiques et ingénieurs consistant simplement à faire émerger « de façon naturelle » des technologies plus performantes. Alors, le scientifique n'aurait aucune responsabilité active dans ce processus évolutif qu'il ne peut qu'accompagner, ce qui rendrait impossible toute contestation politique ou évaluation technique.

Or, d'après J.P. Dupuy et A. Grinbaum, les programmes de recherche scientifique et technologique sont basés sur des présuppositions générales sur la structure du monde et ces idées et visions du monde pèsent de façon implicite (ou explicite) sur chaque agenda de recherche. La philosophie positiviste demeure toujours la base la plus répandue des sciences modernes. Il devient dès lors majeur de se poser la question suivante : quelles idées et visions du monde demeurent sous-jacentes aux recherches en nanotechnologies ?²³

- Nos comportements les plus complexes peuvent être décrits par une approche informatique (la matière, le vivant, le cerveau sont vus comme des machines)
- Si on propose à quelqu'un l'amélioration de son corps et/ou de son esprit et l'immortalité, il n'hésitera pas à y recourir puisque la perfection est un vieux rêve de l'humanité. (La fonction de la science et de la technique est de perfectionner la nature humaine plus que la condition humaine)
- L'amélioration des êtres humains est un problème biologique et non pas social (ils ne sont pas responsables des injustices sociales)
- Les êtres humains peuvent maîtriser la complexité de la nature ; ils peuvent et doivent la reproduire
- Les réalisations technologiques sont les clés du bien-être des humains

Dans les rêves de certains nanotechnologues, il ne s'agit plus de tenter d'isoler des phénomènes simples pour éventuellement les assembler afin d'obtenir un résultat complexe. Dans ce cas, la surprise ne peut venir que d'un phénomène nouveau, imprévu. Avec les NT, le processus de recherche serait modifié. On générerait massivement de la complexité pour observer le résultat obtenu. La surprise vient alors de ce qu'est capable de réaliser le produit obtenu (même si l'abord 'un problème à l'échelle nano peut également correspondre à des nécessités bien précises, ou permettre d'aborder des questions de physique fondamentale).

19 http://www.inapg.inra.fr/ens_rech/bio/biotech/textes/societe/droit/therapege/droitgen.htm

20 « Scientists behaving badly » (comment) Nature 435, 9 juin 2005 : Sur 7 000 chercheurs questionnés avec respect de l'anonymat, 3 247 avaient accepté de répondre à des questions sur d'éventuelles pratiques contraires à la déontologie. Un chercheur sur trois avouait de tels comportements plus ou moins graves : données falsifiées, conflit d'intérêt non déclaré, plagiat, omission de certains résultats, etc.

21 Dahan A., Peste, D. (eds.), « Les sciences pour la guerre ». 1940-1960. Paris, Ed. EHESS, 2004

22 Bensaude-Vincent; B. « *Se libérer de la matière ? Fantômes autour des nouvelles technologies* », Éditions INRA, Paris 2004

23 Dupuy, J.-P. et Grinbaum « Living With Uncertainty: Towards a Normative Assessment of Nanotechnology », *Technologie joint issue with Hyle* 8(2), 2004, pp. 4-25

4. Nano-particules et giga-problèmes : quelques risques potentiels majeurs liés au développement des nanotechnologies

Par opposition à leur taille, infiniment petite, les nanotechnologies et plus particulièrement le développement de leurs applications sont susceptibles de générer des problèmes gigantesques : problèmes sanitaires et environnementaux, éthiques, économiques, juridiques et philosophiques. Sans être exhaustif, nous souhaitons en évoquer quelques-uns.

4.1. La toxicité des nanoparticules : incertitude scientifique et vide réglementaire

Des nanoproducts ont déjà intégré le marché en dépit du manque de recherches sur leur sécurité et en l'absence de bases juridiques. Ici, le principe de précaution ne prévaut pas.

Au bazar des high-tech : des crèmes radioactives aux crèmes nano-technologiques...

La « radiumfolie » du début du 20^{ème} siècle a fait vivre des médecins, l'industrie pharmaceutique et cosmétique, des stations thermales. Après la découverte des effets thérapeutiques des éléments radioactifs comme le radium, la radioactivité était capable de soigner pratiquement toute maladie ou d'assurer la beauté. L'industrie pharmaceutique mit sur le marché des produits à base de radium : la Tubéradine soignant la bronchite, la Digéraline facilitant la digestion, la Vigoradine luttant contre la fatigue. Le mot « radium » devint un argument magique pour vendre des crèmes, poudres, cosmétiques, savons, dentifrices, et shampoings... La crème, qui contenait 0,25 millionième de gramme de bromure de radium pour 100 grammes d'excipient, était censée effacer les rides du visage : « La Science a créé Tho-Radia pour embellir les femmes. À elles d'en profiter. Reste laide qui veut ! » disait la réclame. Les belles des années 1920 furent heureusement protégées des charlatans par le prix très élevé des substances radioactives. Les préparations ne contenaient que de petites quantités de radium, de l'ordre de 100 becquerels par gramme. Elles furent de ce fait pratiquement inoffensives... »²⁴.

La raison voudrait que de tels slogans simplistes soient relégués dans les tiroirs de l'Histoire, au rang des dégâts collatéraux du charlatanisme pseudo-scientifique. Mais alors, que dire des arguments publicitaires des vendeurs de crèmes nanotechnologiques ?²⁵ La même vigilance s'impose, indéniablement. Raisonnablement.

24 http://www.lradioactive.com/pages/00_phenomene/03_radiofolies.htm site CNRS

25 Ici on peut se demander si la radium folie est morte partout : il existe au Brésil de l'eau minérale vendue avec l'argument « radioactive » sur l'étiquette...

À ce jour, très peu de recherches sur la toxicité des nanoparticules ont été effectuées. La part des budgets alloués aux questions de sécurité sanitaire et environnementale dans le cadre de l'Initiative Nationale en Nanotechnologie aux États-Unis est très faible (environ 3%). Le budget du Département de Défense (DOD) était de 257 millions de dollars en 2005 alors que le budget du Ministère de la protection de l'environnement (Environmental Protection Agency, EPA) se résumait à 5 millions de dollars (moins de 13% du seul budget du DOD). Pour 2006, les investissements nano aux États-Unis comprennent 1.054 milliards de \$ avec un budget EHS (Environnement, Santé et Sécurité) de 38,5 millions de \$ (ce qui correspond à 3,7%) auxquels s'ajoutent 42,6 millions de \$ (ce qui correspond à 4,0%) pour traiter des problèmes éthiques, légaux et sociétaux (nommé « ELSI » = ethical, legal and societal issues) et ceux liés à l'éducation. Puisque ces budgets augmentent, on pourrait être tenté de les interpréter comme une indication d'une prise de conscience aux États-Unis si l'angle majoritaire sous lequel ces budgets sont gérés n'était pas pas celui du « Comment faire pour éviter de reproduire les erreurs faites avec les OGM afin de ne pas se mettre le public à dos... »

Alors que les investissements pour la recherche en nanotechnologies ont dépassé 3,5 milliards de dollars en 2004 à l'échelle mondiale, il est très inquiétant que la part dévolue à l'évaluation des risques soit toujours aussi limitée, malgré quelques programmes comme National Toxicology aux États-Unis ou Nano-Safe en Europe. Il manque donc quantitativement des études sur les éventuels effets sur le long terme, et les quelques résultats scientifiques en termes d'évaluation de risques et de toxicité obtenus jusqu'à présent sont contradictoires. Pour ne citer que deux travaux : En septembre 2005, des chercheurs de l'Université américaine de Vanderbilt observaient que des fullerènes se lient fortement à l'ADN. X. Zhao et ses collègues montraient que si la molécule d'ADN est abimée, les fullerènes peuvent de façon stable occuper le site dégradé, cette forte association pouvant influencer de façon négative le processus d'autoréparation de l'ADN en double hélice²⁶. Ce constat soulève une multitude d'interrogations d'ordre scientifique auxquelles il convient de répondre avant d'envisager, comme c'est déjà le cas aujourd'hui, d'utiliser de tels matériaux comme véhicules de transport de médicaments. De l'autre côté, une autre étude parue en 2006 dans un des journaux scientifiques les plus renommés montrait que des nanotubes de carbone ne s'accumulaient pas dans le sang ni les organes et étaient excrétés dans les urines (injection dans des souris).²⁷ Donc, des questions complètement ouvertes à cette heure attendent de façon urgente des réponses. Au-delà des doutes sur la mobilité des nanoparticules dans les différents tissus et organes du corps humain (puisque les nanoparticules semblent capables de passer les barrières pulmonaires, hémato-encéphaliques et placentaires), on devrait aussi s'interroger sur la mobilité des différentes nanoparticules dans l'environnement (sols, eaux, air) et les éventuels effets des nanopoussières (à l'instar de l'amiante). Quels seront les tissus les plus attaqués et par quelles nanoparticules ? Quelle caractéristique physico-chimique des nanoparticules entraîne quel effet ? Aujourd'hui nous ne savons même pas si les gants en plastique utilisés par les chercheurs dans les laboratoires arrêtent les nanoparticules. Or, la « toxicité effective » d'une substance n'est mesurable que lorsque les dangers sont connus et que des études peuvent les analyser. Quelle unité de mesure (masse, volume, surface, structure...) sera adaptée pour évaluer les effets des nanoparticules ?

Le rapport sur les nanotechnologies de la Royal Society Britannique de juillet 2004 est sans équivoque : « nous souhaitons vivement que la dissémination de nanoparticules et de nanotubes dans l'environnement soit évitée autant que possible. Plus spécifiquement nous recommandons comme mesure de précaution que les entreprises et les laboratoires de recherches qui fabriquent des nanoparticules et des nanotubes les traitent comme s'ils étaient des déchets dangereux et que l'utilisation de nanoparticules libres dans des applications environnementales telle que la remédiation des eaux souterraines soit interdite jusqu'au moment où une recherche appropriée démontrera que les bénéfices compensent les risques potentiels. »²⁸.

26 Xiongce Zhao*, Alberto Striolo and Peter T. Cummings* *Biophysical Journal* 89:3856-3862 (2005) « *C₆₀ binds to double-strand DNA, either at the hydrophobic ends or at the minor groove of the nucleotide. C₆₀ binds to single-strand DNA and deforms the nucleotides significantly. Unexpectedly, when the double-strand DNA is in the A-form, fullerenes penetrate into the double helix from the end, form stable hybrids, and frustrate the hydrogen bonds between end-group basepairs in the nucleotide. When the DNA molecule is damaged (specifically, a gap was created by removing a piece of the nucleotide from one helix), fullerenes can stably occupy the damaged site. We speculate that this strong association may negatively impact the self-repairing process of the double-strand DNA. Our results clearly indicate that the association between C₆₀ and DNA is stronger and more favorable than that between two C₆₀ molecules in water. Therefore, our simulation results suggest that C₆₀ molecules have potentially negative impact on the structure, stability, and biological functions of DNA molecules.* »

27 Singh, R. et al. « Tissue biodistribution and blood clearance rates of intravenously administered carbon nanotube radiotracers ». *PNAS*, February 2006, vol.103, n°9, p.3357-3362.

28 The Royal Academy and The Royal Academy of Engineering: « Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. » 29 July 2004 <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

« we are keen that the release of nanoparticles and nanotubes to the environment is avoided as far as possible. Specifically we recommend as a precautionary measure that factories and research laboratories treat manufactured nano-

Dans le même état d'esprit, l'ONG canadienne ETC Group demande depuis des années le retrait du marché de tous les produits « nano » tant que leur sécurité sanitaire et environnementale n'est pas prouvée. En tant que citoyens français, nous cherchons en vain de telles considérations dans le rapport sur les nanotechnologies émanant de l'Académie française (voir chapitre 5). Le rapport récent du Comité de la prévention et de la précaution constate par contre que « Toutefois les résultats de tests de laboratoire, effectués selon des méthodologies éprouvées pour les substances chimiques en général, laissent penser que les organismes vivants (microorganismes, invertébrés, vertébrés, plantes) peuvent être affectés par l'exposition à des nanomatériaux. »²⁹

Les réticences et les craintes ne sont toutefois pas l'apanage d'analystes et d'experts traditionnellement au fait des questions scientifiques. En mai 2004, Swiss Re, deuxième plus grande compagnie de ré-assurance mondiale, communiquait sur les risques inconnus et imprévisibles associés à la nanotoxicité ou à la nanopollution, risques qui pouvaient rendre les nanotechnologies non assurables à terme³⁰. Le parallèle avec les plantes génétiquement modifiées (PGM) est patent concernant le risque afférent à la dissémination de molécules (nanoparticules ou gènes modifiés).

Régulations juridiques

A ce jour, aucun gouvernement n'a adopté de réglementation juridique spécifique aux nanoparticules ou à leurs impacts sociaux, environnementaux ou sanitaires. Ils ont du mal à avouer que les législations sanitaires et environnementales existantes ne sont pas adéquates pour traiter les exigences spécifiquement liées aux matériaux à l'échelle nano. Ces matériaux ne sont pas encore répertoriés comme une classe de substances chimiques à part.

Malgré ce déficit majeur, toute une série de produits contenant des nanoparticules est déjà sur le marché. Il est plus que temps d'élaborer un cadre législatif *ad hoc*. Il s'agit notamment de légiférer sur les conditions de mise sur le marché de produits nano, sur la maîtrise des déchets émanant de ces filières, sur les conditions de travail et de sécurité des travailleurs et des chercheurs en nanotechnologies, sur les conséquences juridiques en matière de pollution sanitaire et environnementale, etc. Dans la précipitation pour bâtir cette nouvelle industrie, l'essentiel de l'intelligence et de la prospective semble avoir été consacré à échafauder les bases de ce nouveau mythe technoscientifique. Les ingénieurs des nanotechnologies ont notamment négligé jusqu'ici de s'interroger sur ce qu'advient ces produits une fois utilisés et devenus déchets. S'il semble plus au moins acquis que les nanoparticules ne présentent pas de grands risques tant qu'elles sont accrochées à une matrice, reste la question de ce qui se passera quand les matrices se dégradent, se décomposent, disparaissent. Rappelons que ce n'est que plus de 30 ans après le lancement du programme national nucléaire français qu'a été lancé un « débat national » sur les déchets radioactifs afin de préparer le débat parlementaire de 2006. Nous ne ferons pas ici une critique de ce débat, mais soulignons qu'il a été lancé surtout parce que « En France, pour 10% des déchets radioactifs, les déchets moyennement et hautement radioactifs à vie longue, il n'existe à ce jour qu'une solution provisoire de gestion : l'entreposage industriel en surface dans des bâtiments spécialement aménagés sur leurs sites de production. »³¹ Pourquoi en serait-il autrement pour les nanoparticules ?

Rappelons aussi que la nouvelle législation européenne REACH concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances prétend offrir au public une meilleure protection vis-à-vis des substances chimiques intentionnellement produites. Il s'agit potentiellement de la réglementation la plus ambitieuse et la plus importante de ces vingt dernières années. Pour la première fois, les industries chimiques devront fournir les données de sûreté sanitaire et environnementale sur toutes les substances qu'elles produisent³². Mais REACH concentre depuis des années d'intenses efforts de torpillage des lobbies de la chimie³³. La majorité des substances chimiques utilisées aujourd'hui n'a jamais été testée au regard de leurs effets sur la santé humaine et l'environnement, pas

particles and nanotubes as if they were hazardous waste streams and that the use of free nanoparticles in environmental applications such as remediation of groundwater be prohibited. »

29 Rapport du CPP : « Nanotechnologies, nanoparticules – quels dangers, quels risques ? » Ministère de l'écologie et du développement durable, Paris, mai 2006

30 <http://www.swissre.com/> « Nanotechnology - Small matter, many unknowns »

31 [Débat public sur les déchets radioactifs : http://www.cea.fr/fr/actualites/articles.asp?id=663](http://www.cea.fr/fr/actualites/articles.asp?id=663)

32 Jusque là ce n'est le cas que pour les substances dont la production a commencé après 1981, ce qui représente moins de 10% des substances commercialisées (source : Greenpeace, Janvier 2004).

33 Le Monde, 15 novembre 2005

plus que les interactions entre ces nombreuses substances. Comment faire croire que l'industrie nanotechnologique sera plus prudente avec d'aussi maigres budgets alloués aux questions de sécurité sanitaire et environnementale ? Une hypothèse voudrait que les nanoparticules relèvent de la directive REACH.³⁴ Pourtant, plusieurs obstacles techniques et politiques s'opposent à leur intégration à ce dispositif. Ainsi, les associations, syndicats et mouvements politiques qui se sont battus des années en faveur de l'adoption de la directive REACH sont-ils réticents à l'idée d'une réouverture du texte, tant ils ont mesuré la force de leurs adversaires et la puissance de leurs relais au plus près des parlements et des gouvernements. Or, REACH devrait être sensiblement réécrit pour incorporer correctement la nano-toxicologie, impliquant un nouveau retard d'application du texte et de nouvelles opportunités pour l'affaiblir encore un peu plus. Autre exemple technique : la clause d'exemption de contrôle pour la fabrication en dessous d'une tonne qui existe dans REACH n'a aucun sens dans le cas des nanoparticules dont la faible masse ne peut constituer un critère pertinent de contrôle et de régulation.³⁵ La méthodologie d'évaluation doit être d'autant plus adaptée que nous ne comprenons pas encore les mécanismes de la toxicité liés aux nanoparticules. Nous pensons que des législations « nano » devraient prendre en compte des critères de taille ou de forme pour distinguer différentes versions « nano » d'une même substance. Ici, comme pour les OGM, le concept de « l'équivalence en substance » n'est pas adapté. Utilisé depuis des années 1990 pour juger les demandes d'autorisation d'OGM, ce postulat sert à justifier que l'administration américaine ne porte que de rares interdictions sur la dissémination de produits transgéniques et ne soutient pas de recherches sérieuses sur leurs impacts sanitaires et environnementaux. De façon générale, tenter d'intégrer les nanotechnologies dans des règlements existants signifierait aussi que le paysage politique s'adapterait au « nano-monde » sans négliger les questions systémiques émergentes telles que les conséquences sur les droits de l'homme et la liberté de l'espace privé, sur le commerce, sur les défavorisés ou des questions de monopole, etc.

4.2. Contrôle technologique, monopoles et mythes recyclables des biotechnologies

Brevets

Les brevets en nanotechnologie concernent tous les secteurs industriels et leur nombre ne cesse de croître, qu'ils soient soumis aux offices de brevets à Washington (United States Patent and Trademark Office), Munich (Office Européen de Brevets) ou Tokyo (Office Japonais des Brevets). Même s'il est difficile aujourd'hui d'établir un nombre exact de nano-brevets dans le monde (les chiffres varient selon les sources de plusieurs milliers³⁶), il en sort néanmoins clairement que des compagnies américaines sont en tête, précédant de loin leurs homologues japonaises, allemandes, canadiennes, françaises et australiennes, elles-mêmes suivies par... des établissements universitaires américains. Ces nano-brevets couvrent surtout des nanomatériaux comme des nanotubes ou nanoparticules, des produits incluant des nanomatériaux, des systèmes de caractérisation et de contrôle des nanomatériaux ainsi que des processus de production. Même le brevetage d'éléments naturels devient envisageable si leur production implique des processus techniques. Ils sont souvent assignés de façon à couvrir le plus largement possible le domaine concerné (un fait déjà connu en biotechnologie) et à obtenir des droits sur la quasi-totalité des secteurs industriels. Ainsi, et ce n'est pas nouveau non plus, ces brevets bloquent l'innovation car ils créent une complexité de demandes propriétaires quasi insurmontable avec des brevets qui se chevauchent et des nombreux royalties à payer.

Dans le domaine des nanotechnologies, les recherches sont largement financées par l'argent public tandis que la plupart des résultats de R&D s'observent dans le secteur privé (exceptions faites des universités américaines) : par exemple des compagnies comme les géants informatiques NEC Corporation, IBM et

34 Le rapport du CPP « Nanotechnologies, nanoparticules – quels dangers, quels risques ? » analyse judicieusement comment REACH pourrait intégrer les nanos.

35 C'est-à-dire si on considère les nanoparticules comme a priori dangereuses, elles pourraient relever de la procédure d'autorisation, la mesure de précaution dans REACH, qui s'applique aux substances, quel que soit le volume produit.

36 Zan Huang, et al. « International nanotechnology development in 2003: Country, institution and technology field analysis on US PTO patent database », *Journal of Nanoparticle research* 6: 325-354, 2004. Charles Q. Choi « Nano World: Nanopatents in conflict », UPI, published april 25, 2005. ETC Group « Nanotech's 'Second Nature' patents: implications for the Global South », ETC, June 2005.

Carbon Nanotechnologies Inc. détiennent de nombreux brevets sur des nanotubes de carbone. Cette pression de dépôt de brevets, qui n'est pas nouvelle, pèse aussi très fortement dans l'univers des start-up pour lesquelles les droits de propriété intellectuelle constituent la source majeure de capital.

Après les brevets sur le vivant apparaissent alors les brevets sur la matière.³⁷ Dans ce cadre, les brevets d'hier sur des organismes génétiquement modifiés faciliteront les brevets d'aujourd'hui sur des organismes ou matériaux « nanotechniquement » modifiés. Pour les Monsanto, Novartis, Merck, Unilever etc. ces brevets sont un des « outils » les plus précieux pour maintenir et renforcer leur pouvoir. Et pour citer Jim Thomas du groupe ETC : « Pendant plus d'une décennie, la société civile et les mouvements populaires ont protesté contre l'appropriation du vivant aux cris de "pas de brevets sur le vivant". Les nanotechnologies ont permis aux multinationales d'étendre leurs tentacules jusqu'au cœur de la matière vivante et inerte. Il faut hélas aujourd'hui dire : pas de brevets sur la nature tout entière ! »³⁸.

Des mythes biotechnophiles aux mythes nanotechnidolâtres

Les parallèles entre les biotechnologies et les nanotechnologies sont nombreux même si dans ce dernier cas, les applications industrielles pourraient être plus larges et avoir des conséquences plus profondes sur tous les domaines de la vie.

Avec l'arrivée des nanotechnologies, les organisations de la société civile qui se sont engagées dans le domaine des biotechnologies vivent une sorte de « déjà vu » face aux propositions des nanopromoteurs. Comme aux temps radieux des promesses du nucléaire, des biotechnologies et de la chimie, les optimistes ont prétendu et continuent de prétendre qu'elles vont résoudre les problèmes de famine, de pauvreté, d'énergie et de pollution. Théoriquement, dans un monde juste, solidaire et éco-responsable, les nanotechnologies pourraient éventuellement jouer un tel rôle. Mais dans notre monde réel, la maîtrise de ces technologies ne peut qu'accroître le pouvoir de ceux qui la détiennent au détriment des autres, et leur commercialisation conduira inévitablement à de nouveaux monopoles de contrôle. Les contre-exemples des biotechnologies, de la chimie ou de la génétique (e.g. des OGM comme de la thérapie génique) montrent qu'elles ne tiennent pas – qu'elles ne peuvent tenir – leurs promesses et que les conséquences environnementales, réglementaires et sociales liées à leur utilisation risquent rapidement de pénaliser une grande partie des populations (par ex. paysans, sociétés du Sud). En ce qui concerne les nanotechnologies, on peut observer que, dès leur naissance, elles sont avant tout considérées et pensées comme objets de compétitivité. Les « mythes recyclables » - tels que celui des technologies nourricières et pourvoyeuses de santé pour les plus pauvres - continuent d'être utilisés, plus comme leurres que comme discours prospectifs³⁹. Car qui pourrait y croire ? Jusqu'ici, les OGM ont surtout nourri les entreprises multinationales, et Monsanto, Novartis et d'autres n'ont cessé d'augmenter leurs profits au cours des dernières années.⁴⁰ Comment soutenir les valeurs de solidarité et de bien commun lorsqu'on évoque les NST dans un monde où les seules valeurs reconnues et surdéterminantes sont la rentabilité, le profit et la compétitivité ? Il n'est pas seulement ambigu de faire passer les vessies du progrès pour les lanternes de l'humanisme. Désormais, cette rhétorique est tout simplement criminelle, car au bénéfice des organisations humaines les plus prédatrices des ressources. Alors, le manque de ces ressources peut signer l'arrêt de mort de millions d'êtres humains qui devront attendre encore bien longtemps pour jouir des « retombées positives » des nanotechnologies notamment au fin fond de l'Afrique subsaharienne ou des bidonvilles des mégalo-poles. Le monde des technosciences tourne sur lui-même, hors sol, hors société, hors humanité.

Autre élément de mythologie contenu dans de nombreux discours : les technologies protégeront l'environnement. Théoriquement, là encore, les biotechnologies auraient dû diminuer l'utilisation des substances chimiques. Or, dans l'univers agricole, elles ont surtout créé de nouvelles dépendances vis-à-vis de la chimie. Une nouvelle fois, les scientifiques naviguent à vue puisqu'une très faible part des recherches porte sur les impacts environnementaux et sanitaires de ces découvertes. Les experts ne peuvent apporter des éléments de réponse ou d'éclairage en matière de politique publique qu'à partir d'un éventail de connaissances acquises et connues. Alors, ne pas chercher dans telle ou telle direction – par exemple en épidémiologie - revient à interdire d'intégrer des critères relevant de ce champ de la connaissance dans le

37 Thierry Morse, PMO, <http://pmo.erreur404.org/repliquesll.rtf>

38 Jim Thomas, Des brevets sur les atomes ? L'Écologiste n°13, juillet-août-septembre 2004

39 voir aussi : ETC Group « The Big Down ». et « Les utopies technologiques » Global Chance, n° 20, février 2005

40 www.monsanto.com : Brett Begemann (executive vice president) lors du Monsanto Bienniel U.S. Investor day, 10 novembre 2005; Communication de Monsanto Co., Wednesday 6 avril 2005, The Ledger, <http://www.ledger.com>

cadre de politiques publiques (industrielles, sanitaires, environnementales, etc.). L'aveuglement du corps scientifique et technocratique en matière de complexité sociétale dans le domaine de la recherche produit un feed back négatif qui nourrit l'aveuglement, occulte la problématique, la range dans la case « cassandre anti-progrès ». Et *la nave va !* On a beau jeu *a posteriori* de s'inquiéter des caractéristiques hautement réactives et potentiellement hautement toxiques des nanoparticules pour la santé humaine et pour l'environnement. La carence de recherches en la matière signifie le début et la fin du débat.

Dernier élément du discours mythologique : les technologies maintiendront l'emploi. Il existe peu d'analyses comparatives sur la création d'emplois par des technologies de pointe ou par des voies alternatives. A ce jour, le seul secteur où des débuts d'analyse émergent depuis peu est celui de l'énergie. Or il semble à peu près acquis que le secteur économique des énergies renouvelables serait un bon créateur d'emplois - ce qui n'empêche pas la France de refuser de modérer son option stratégique nucléaire, probablement avec l'assentiment d'autres pays européens limitrophes. (Le réacteur EPR, dont le feu vert pour sa création a été donné par EDF le 3 mai 2006, emploiera à partir de 2012, date prévue de mise en production, 300 personnes.⁴¹)

Promesses et défis des biotechnologies	Promesses et défis des nanotechnologies
<p><u>Promis</u> depuis 15 ans : des thérapies géniques ciblées (corrections des pathologies génétiques)</p> <p><u>A ce jour</u> : aucun traitement disponible</p>	<p><u>Promesses</u> : diagnostics, thérapies ciblées, amélioration d'organes déficients</p>
<p><u>Promis</u> : depuis 25 ans : produire des remèdes à d'innombrables maladies)</p> <p><u>A ce jour</u> : les OGM unicellulaires produisent de nombreux (et coûteux) médicaments dont la plupart pourraient être obtenus autrement</p>	<p><u>Promesses</u> : guérir des maladies (cancer, etc.) qu'on soupçonne de plus en plus d'être liées à des problèmes de pollution environnementale (prévention <-> thérapie)</p>
<p><u>Promis</u> : promouvoir le développement durable ; grâce aux plantes GM (PGM) : accroître les récoltes et réduire l'usage des pesticides, insecticides</p> <p><u>A ce jour</u> : technologie imposée malgré des avantages non démontrés. Selon une étude récente, l'agriculture biologique serait capable de nourrir la planète⁴²</p>	<p><u>Promesses</u> : Promouvoir le développement durable et la protection de l'environnement par des procédures industrielles plus économes (TV's moins gaspilleuses d'énergie, piles photovoltaïques plus performantes, dépollution, etc.)</p>
<p><u>Installé</u> : Sélection humaine, par exemple avec le diagnostic préimplantatoire (DPI) afin d'éliminer les génomes non conformes dès l'embryon</p>	<p><u>Promesses</u> : amélioration de la performance humaine (forces de muscles, capacités de vue, capacités cérébrales, etc.), surtout intéressant pour le militaire, éventuellement pour le sport de haute compétition</p>
<p><u>De plus en plus</u> : puces à ADN : Fichage des personnes, assurance et orientation professionnelle (selon des dispositions génétiques), développement de médicaments dits « préventifs » par les industries pharmaceutiques</p>	<p><u>Promesses</u> : identification et protection d'enfants, de patients, d'animaux domestiques et en élevage, traçage de produits et de biens; sécurité augmentée (réseaux de nano-capteurs dans les aéroports, zones militaires..)</p>

41 Ouest-France, Manche : Futur réacteur nucléaire – cette foi, c'est parti. 9 mai 2006

42 Étude du World Watch Institute, 2006

Promesses et défis des biotechnologies	Promesses et défis des nanotechnologies
	<p><u>A ce jour</u> : utilisation croissante des technologies d'identification par fréquence radio (RFID), implantation des puces, passeports électroniques, etc., donc d'outils qui facilitent la surveillance et la transmission de données personnelles</p>
<p><u>Promis</u> : augmentation de l'espérance de vie</p> <p><u>A ce jour</u> : le marché des médicaments ne cesse de croître. Comment répartir effets médicaux et effets sociaux sur l'allongement de la vie ?</p>	<p><u>Promesses</u> : retarder voire éviter le vieillissement</p>
<p><u>Promis</u> : Lutter contre la faim avec des PGM mieux adaptées à des conditions difficiles ou extrêmes de culture comme on les rencontre par exemple en Afrique</p> <p><u>A ce jour</u> : de nombreux petits paysans africains encore plus appauvris. Grâce aux PGM, les PVD affamés pourront nourrir le bétail du Nord...</p>	
<p>Le développement des biotechnologies est lié à la « molécularisation » du vivant, à l'extension des transactions marchandes au vivant et aux connaissances fondamentales, et à l'extension des règles de brevetabilité.</p>	<p>La révolution technologique des NST est considérée comme inéluctable par de nombreux scientifiques qui attendent la mise au point de la première percée technique majeure dans les 10 ou 20 ans à venir.</p>

En d'autres termes, les technologies ne peuvent compenser le manque de politiques sociales et environnementales judicieuses et elles ne résoudront pas les injustices de longue date. La science et les technologies sont incapables, à elles seules, de répondre aux défis auxquels notre planète et nos sociétés sont confrontées. Envisager des politiques publiques scientifiques dans les seuls cadres industriels et commerciaux est inepte. Comme toute autre vague technologique, les nanosciences et nanotechnologies se situent dans des contextes sociaux et politiques concrets. Des questions concrètes se posent qui permettraient d'instaurer un dialogue entre les zéloteurs inconditionnels des NST et les citoyens de plus en plus réticents à avaler les pilules déjà maintes fois prodiguées : Pourrait-on adapter les NT aux besoins des populations de la planète ? Comment assurer que les NT ne se substituent pas à des alternatives technologiques « moins dans le coup techniquement » ? Selon certains scientifiques, les nanotechnologies pourraient apporter une amélioration pour la purification de l'eau, la performance des cellules photovoltaïques, la réduction des coûts énergétiques. Même si cela était vrai, la recherche publique et privée donnera-t-elle la priorité à ces applications ? Les innovations technologiques qui en découleraient seraient-elles abordables pour les pays du Sud ? A quelles conditions ?

Nanobiotechnologies et applications médicales

En manipulant l'ADN, en considérant les cellules comme des usines, les molécules comme des machines et les gènes comme des briques informatiques, en utilisant alors un langage technique et des approches réductionnistes pour décrire les réalités complexes des processus et systèmes biologiques, la biolo-

gie moléculaire et la génétique ont préparé le terrain pour l'arrivée des nanobiotechnologies.⁴³ Les applications potentielles des nanobiotechnologies pour la biomédecine sont aujourd'hui un des piliers de l'argumentation des promoteurs et même si la part de la dimension « nano » dans ces projets peut beaucoup varier, elle sert au moins pour demander des soutiens financiers. Il s'agit ainsi de créer des nanovésicules pour délivrer des médicaments en des lieux précis dans le corps humain, pour détruire des cellules cancéreuses, lutter contre le SIDA ou détecter des phénomènes pathologiques, de réaliser des dispositifs bioniques pour guérir des paralysies. Nous sommes encore très loin de toutes ces applications, même en laboratoire, mais elles font partie de cette « économie de promesses technologiques » qui sait si bien attirer des fonds et qui nous présente toujours des solutions qui seraient à portée de la main.

Mais il s'agit aussi de synthétiser des molécules d'ADN qui n'existent pas dans la nature et de « ré-écrire le code de la vie » en rajoutant par exemple des nucléotides artificiels aux quatre nucléotides qui forment les éléments de base pour (quasi) tous les organismes vivants. Les chercheurs qui travaillent à l'interface entre la biologie et l'ingénierie, c'est-à-dire dans ce domaine récent nommé biologie synthétique, essaient donc de construire des systèmes de vie artificielle, aujourd'hui souvent des bactéries ou virus.⁴⁴ Ces organismes sont censés produire des médicaments ou de l'énergie mais ils seraient également intéressants pour des utilisations militaires et présentent des dangers inconnus pour la biodiversité. De nombreuses compagnies biotechnologiques se sont mises à leur fabrication et production (au moins une quarantaine d'entreprises privées américaines de synthèse de gènes fabriquent des ADN artificiels, nombre d'entre elles recevant des subventions du gouvernement américain, du militaire ou des investisseurs privés).^{45,46} En octobre 2004, le journal scientifique *Nature* alertait que « si les biologistes sont vraiment sur le point de synthétiser de nouvelles formes de vie, l'impact de leur abus ou d'éventuelles catastrophes pourrait être énorme. »

Sur le plan de la propriété intellectuelle, le couplage des nanotechnologies avec les biotechnologies soutient le processus actuel d'extension des mécanismes d'appropriation du biologique et du biomédical par les brevets. On risque voir naître des traitements ou médicaments fortement liés à des projets commerciaux et couverts par des dizaines de brevets qui rendront leur exploitation inimaginablement compliquée et poseront des problèmes considérables de santé publique. On risquera également d'avoir plus de médicaments chers avec des effets thérapeutiques douteux (par exemple pour prévenir les éventuelles conséquences des prédispositions génétiques) et des effets secondaires non connus. Finalement, le risque est que la prévention soit encore réduite à sa dimension génético-moléculaire, excluant une prévention sociale qui inclut notamment les conditions de travail, de vie quotidienne, de facteurs environnementaux, de l'alimentation.⁴⁷

4.3. Le meilleur des mondes – technologies convergentes, et atteinte à l'espace privé

Il est souvent difficile, en discutant des nouvelles technologies, de distinguer ce qui tient d'un effet de « hype » de ce qui relève de la science fiction et de ce qui est à prendre au sérieux. Ce qu'il faut toujours prendre au sérieux, ce sont les discours qui accompagnent l'annonce des développements technologiques même si ceux-ci n'aboutiront pas forcément.

L'expression « technologies convergentes » (« converging technologies ») fut d'abord utilisée aux États-Unis pour nommer un programme interdisciplinaire lancé en 2002. Elle désigne une combinaison synergique entre nanotechnologies, biotechnologies/sciences du vivant, informatique et sciences cognitives/neurosciences : NBIC. Cet effet de convergence - cette « technocratie convergente » selon ETC - peut profondément affecter les économies nationales, le commerce et les conditions de vie.

43 En témoigne aujourd'hui une réorientation, encore tatonnante, de la biologie moléculaire et de la génétique vers des nouveaux paradigmes.

44 avec un approche technique de création « bottom-up » au contraire de l'approche traditionnelle de la génétique qui est de couper et relier des morceaux d'ADN existants

45 On y retrouve des gens comme Craig Venter, bien connu de la course du séquençage du génome humain.

46 En mai 2006, 38 organisations de la société civile (y compris FSC) ont signé une lettre ouverte contre l'approche des biologistes synthétiques pour une auto-régulation et auto-gouvernance du domaine par eux mêmes lors de leur conférence « Synthetic biology 2.0 » du 20 au 22 mai à Berkeley, États-Unis

47 Aigrain, Ph. Weill, C. « Nanotechnologies biomédicales : un éclairage critique. » *Transversales*, 17 janvier 2006

Derrière ces dynamiques de convergence, la logique dominante est que tout processus et matériel – biologique ou technique – est défini au niveau atomique et donc à l'échelle nano. Les promoteurs des NBIC assument l'idée d'un contrôle (plus ou moins linéaire) des événements au niveau macro par leur manipulation aux échelles micro et nano. On retrouve ici ce que l'on pourrait qualifier de « réductionnisme de bazar » qui voudrait que, tel un petit démiurge, l'être humain serait en capacité de penser le complexe uniquement à partir de la maîtrise des parties. C'est cette idée qui fit croire, en génétique par exemple, qu'à partir d'une connaissance suffisante des gènes, on pourrait maîtriser la synthèse des protéines et, à terme, influencer et modéliser des comportements et des caractères d'organismes vivants complexes. Mais en biologie comme dans la plupart des autres sciences (et c'est ici un des points de similitude épistémologique entre sciences dures et sciences humaines et sociales) la recherche en laboratoire peine à modéliser la réalité. Par exemple, de nombreux modèles macroéconomiques fournissent de splendides mondes virtuels où l'allocation des richesses est optimale. La seule critique forte qu'on peut leur opposer est qu'ils ne parviennent pas à expliquer le réel. Un détail sûrement !⁴⁸

« En dépit des moments de perspicacité et même de génie, l'esprit humain semble souvent tomber loin en dessous de sa capacité entière. Le niveau de la pensée humaine diffère considérablement en ce qui concerne la conscience, l'efficacité, la créativité, et l'exactitude. Nos possibilités physiques et sensorielles sont limitées et susceptibles d'une détérioration rapide due à des accidents ou des maladies et à la dégradation progressive par le vieillissement. Trop souvent nous communiquons mal l'un avec l'autre, et des groupes n'arrivent pas à réaliser leurs objectifs désirés. Nos outils sont difficiles à manipuler plutôt qu'être des prolongements naturels de nos capacités. Dans les décennies à venir, les technologies convergentes promettent d'augmenter de manière significative notre niveau de compréhension, de transformer les capacités sensorielles et physiques humaines, et d'améliorer les interactions entre l'esprit et l'outil, l'individu et l'équipe. »⁴⁹

Dans le même document, il est question des interfaces directes et rapides entre cerveau humain et machines pour transformer le travail dans les usines et pour assurer la supériorité militaire, des robots et logiciels opérant sur la base de principes compatibles avec la conscience et la personnalité humaine, de corps plus durable et résistant au processus de vieillissement et du contrôle de la génétique humaine.

Michael Crichton, George Orwell ou Aldous Huxley n'auraient pu décrire mieux ce nouveau monde dans leurs romans, sauf que les auteurs de ces phrases qui se lisent comme la science fiction ne sont pas des romanciers. Le rapport « *Converging Technologies for Improving Human Performancies: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science* », sponsorisé par la National Sciences Foundation (NSF) et le Département du Commerce des Etats-Unis, a été co-rédigé en 2002 par Mihail Roco et William Sims Bainbridge. M. Roco est un des personnages clés de l'Initiative Nationale en Nanotechnologies aux États-Unis. Il préside la commission 'Nanoscale science, engineering and technology' du Conseil National des sciences et technologies (NSET) et est conseiller en nanotechnologie de la NSF. Quant à M. Bainbridge, il est un ancien directeur de la 'Division of Information and Intelligent Systems' et directeur actuel du 'Social Informatics Program' de la NSF.

Pourtant, ce que ces « gigaprophètes »⁵⁰ nous disent est presque une reprise de ce qu'avancait Huxley dès les années 1930 : « *Notre monde n'est pas le même que celui d'Othello. (...) Le monde est stable, à présent. Les gens sont heureux ; ils obtiennent ce qu'ils veulent, et ils ne veulent jamais ce qu'ils ne peuvent obtenir. Ils sont à l'aise ; ils sont en sécurité ; ils ne sont jamais malades ; ils n'ont pas peur de la mort ; ils sont dans une sereine ignorance de la passion et de la vieillesse ; ils ne sont encombrés de nuls pères ni mères ; ils n'ont pas d'épouses, pas d'enfants, pas d'amants, au sujet desquels ils pourraient éprouver des émotions violentes ; ils sont conditionnés de telle sorte que, pratiquement, ils ne peuvent s'empêcher de se conduire comme ils le doivent.* » (Huxley, *Le meilleur des mondes*)

Aussi en réponse au rapport américain, en Europe, la Commission Européenne a constitué en décembre 2003 un groupe d'experts « Foresighting the new technology wave ». Celui-ci devait inscrire ses réflexions dans le cadre de l'agenda de Lisbonne (qu'il n'avait pas à questionner et ce qu'il n'a pas fait même si le groupe semble l'avoir traité avec une certaine distance) et établir des recommandations en termes de

48 Concernant la génétique voir notamment: E. Fox Keller *Le siècle du gène*. Edition Gallimard, 2003 et E. Jablonka & M.J. Lamb « *Evolution in four dimensions: Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life.* » Bradford Books, 2005

49 Roco and W.S. Bainbridge, « *Converging Technologies for Improving Human Performancies: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science.* » Arlington, VA: National Science Foundation, juin 2002 (version électronique : http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/report/NBIC_report.pdf).

50 Chateauraynau, F. *Nanosciences et technoprophéties – le nanomonde dans la matrice des futurs*. Version du 30 avril 2005, prospero.dyndns.org:9673/prospero/acces_public/06_association_doxa/nano_pdf

politiques de l'UE dans le domaine des technologies convergentes⁵¹. En cherchant la distance par rapport à l'agenda américain de l'amélioration de la performance humaine, le groupe a proposé une approche spécifique pour l'Europe ce qui aboutit au concept de CTEKS (Converging Technologies for the European Knowledge Society). Des technologies convergentes pour la société européenne de connaissance.⁵² Plus modéré et nuancé que le rapport américain, le rapport nomme des challenges et des dangers liés au développement des CT, en particulier une dépendance accrue et inconsciente à un environnement artificiel, la perte progressive d'accès à une « nature originelle » et la perte de notre sens de la responsabilité pour cette nature face à une nature seconde, « artificielle », l'élargissement du paradigme technologique (the engineering paradigm) dans des domaines que nous pensions immunisés des technologies (l'esprit, les interactions sociales, la communication et les émotions ne pourraient pas échapper aux CT), la transformation du corps humain en un pur objet, etc. Il s'oppose à l'approche américaine de « engineering of the mind » et vise à prioriser une approche européenne de l'« engineering for the mind ». Aussi le groupe propose quatre scénarios CT pour l'Europe 2020 : l'Europe compétitive, le Calme régional, le Capitalisme global et les Styles de vie alternatifs. Le rapport propose tout à la fois des recommandations telles que renforcer la recherche interdisciplinaire, intégrer la dimension CT dans le programme cadre de R&D, créer des centres d'excellence de CTEKS, introduire des modules CT dans les universités, mais recommande aussi de maintenir une ligne stricte entre des ambitions militaires des CT et leur développement en Europe, de créer un observatoire sociétal qui prend en compte les critères éthiques, légaux, sociologiques et institutionnels, de développer des processus de décision transparents dans le cadre des nouveaux modèles de gouvernance participative de recherche, et d'encourager des débats publics dans les états-membres. Le groupe a également déclaré que les CT posent aussi des menaces pour la culture et la tradition, pour l'intégrité et l'autonomie humaine, et « peut-être » aussi pour la stabilité politique et économique.

On peut se demander si l'élaboration de ce rapport sont peut-être plutôt s'il a pu faire réfléchir en proposant des questions et recommandations sans concession, et comment la Commission Européenne en tiendra compte...

Parler de convergence revient à considérer qu'il y aurait une vision et une conviction partagées sur ce que serait l'essence de la vie et de la matière, réduites à deux dimensions : algorithmique et informationnelle. Cette approche réductionniste efface la distinction entre l'artificiel et le naturel, le vivant et l'inerte - ce qui entraîne des conséquences épistémologiques aussi majeures que difficiles à saisir. Sans distinction entre artificiel et naturel, la vie serait modélisable en cyber-machine, une conception qui ignore *de facto* tout ce qui pourrait relever du « naturel ». L'homme serait dès lors immergé dans un monde artificiel dont il ferait partie et sur lequel il aurait tous les droits. L'idée que l'homme maîtrise, exploite et possède la nature est ici poussée à son paroxysme.

En filigrane de l'idée d'amélioration de l'espèce humaine (de cet homme-machine), on perçoit ce qui pourrait advenir de cette frange de l'humanité laissée sur le bord du chemin de ce « progrès ». (Mais ne serait-ce pas aussi grave si tout le monde « en profitait » ?) Ces « handicapés » de classe inférieure viendraient-ils grossir les rangs d'une humanité de seconde zone, une « lumpen »-humanité ? Créera-t-on alors techniquement une humanité à deux « qualités », une « superhumanité » jouissant de technologies censées optimiser les performances physiques et intellectuelles ? Notons au passage que les performances dont il est question dans les documents prospectifs n'ambitionnent pas particulièrement d'améliorer la sagesse, l'altruisme ou les prédispositions à la solidarité de nos congénères. (C'est bien pourquoi le problème majeur n'est pas l'inégalité mais la déshumanisation.)

La logique sous-jacente à ces discours sur les technologies convergentes est la même que celle des courants trans-humanistes⁵³ : insérer des implants artificiels dans le corps afin d'accroître les capacités de mémoire et de réflexion, de pouvoir physique ; introduire des modifications génétiques héréditaires ; « télécharger » les cerveaux dans de nouvelles formes virtuelles (et recharger dans de nouveaux corps) ; atteindre l'immortalité ou au moins une extension de la durée de vie très substantielle.

Il n'est plus tant question d'améliorer notre santé et la qualité de vie que de se projeter dans une vision de l'humanité futuriste, totalement déconnectée des enjeux et des problématiques concrets auxquels

51 http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/index_en.html

52 Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies de Alfred Nordmann (rapporteur), Rapport pour la Commission Européenne, 2004

53 <http://www.transhumanism.org> : « The World Transhumanist Association is an international nonprofit membership organization which advocates the ethical use of technology to expand human capacities. We support the development of and access to new technologies that enable everyone to enjoy better minds, better bodies and better lives. In other words, we want people to be better than well »

notre espèce est aujourd'hui confrontée. Cette fuite en avant permet certes de se faire plaisir en pensant qu'entre réalité et rêve les frontières sont les mêmes qu'entre naturel et artificiel, bien minces voire purement conjoncturelles et aisément contournables. Le plus inquiétant est de constater que les trans-humanistes les plus fervents sont des scientifiques établis et reconnus. La majorité d'entre eux – au-delà de leurs compétences et talents reconnus ou non - est masculine, blanche, nord-américaine, engagée dans l'industrie des semi-conducteurs, des laboratoires d'armement et des universités prestigieuses. Nous pourrions citer par exemple A. Caplan, directeur du Centre de Bioéthique de l'Université de Pennsylvania, ou encore N. Bostrom, directeur de l'Institut du Futur de l'Humanité de l'Université d'Oxford ou bien J. Hughes, enseignant en politique de santé et directeur de l'Association Mondiale des Transhumanistes.

Parmi les arguments clefs figurant l'idée que les facteurs externes de la vie ont profondément changé depuis l'Ère des premiers hommes alors que les capacités biologiques humaines sont restées presque inchangées. Il faudrait en toute « logique » les modifier puisque que c'est techniquement envisageable. Cela devrait amener à s'interroger sur ce qu'est l'identité, la personnalité, mais aussi plus largement la responsabilité (individuelle et collective), la démocratie et la condition humaine. Aux États-Unis, ces propos et leurs protagonistes assez charismatiques fascinent les médias. Ainsi, pour lutter contre le vieillissement, le bio-gérontologue Aubrey de Grey travaille sur le « Robust mouse rejuvenation » (« rajeunissement robuste de la souris »), avec des « Strategies for Engineered Negligible Senescence ». Une des caractéristiques de ce mode de pensée est la tendance à transférer des problématiques sociales complexes au niveau de l'individu. Dès lors la personne devient le centre d'un traitement sans considérer à quelque niveau que ce soit un contexte social et environnemental.⁵⁴

Les technologies d'identification par fréquence radio (RFID)

Le traçage des animaux en élevage, le 'Vérichip' sous la peau pour rentrer dans des discothèques, des cartes d'identité et passeports électroniques - les technologies d'identification par fréquence radio (RFID) sont des systèmes qui permettent la localisation, l'identification et l'authentification d'objets de tous types (logistique, gestion de matériel, automatisation industrielle, services etc).⁵⁵ Des compagnies comme VeriChip et Applied Digital Solutions fournissent des produits en « protection de l'enfant », « identification de patients », « pistage des biens », « identification d'animaux », « contrôle d'accès » (également avec des chips implantables sous la peau). Leur utilisation soulève des questions liées aux libertés individuelles et à l'accès à des informations personnelles.

Dans le Journal du CNRS du mois d'octobre 2005, dans l'article intitulé « La déferlante nano » on peut lire : « Prenons l'exemple des RFID (Radio Frequency Identification Devices), ces étiquettes électroniques déjà utilisées pour identifier nos animaux domestiques, ouvrir et démarrer certaines voitures récentes ou encore suivre à la trace certains produits, de leur fabrication à leur mise en vente. Demain, grâce aux nanotechnologies, ces dispositifs seront amenés à se multiplier dans notre quotidien. Revers de la médaille, ils seront aussi capables de transmettre des informations personnelles sur chacun : *« Face aux craintes d'atteintes à la vie privée, certains principes généraux ont déjà été suggérés, comme la signalisation claire de leur présence et de leurs caractéristiques, la limitation des données échangées et des possibilités de recoupement ou encore la possibilité de les retirer ou de les inhiber »*, analyse Louis Laurent, directeur de département de recherche au CEA et membre de la commission interdisciplinaire « Impacts sociaux et développement des nanotechnologies » du Comité national de la recherche scientifique. Assurément, les nanotechnologies offriront donc la possibilité de fondre les technologies de l'information dans notre environnement. Et l'on parle déjà, par exemple, de poussières électroniques communicantes, minuscules systèmes capables de se mettre en réseau pour recueillir et transmettre des informations. *« Chacun doit continuer à disposer d'un espace protégé du regard des autres, que ce soit au travers du secret médical, du huis clos ou de l'anonymat, explique Louis Laurent. Mais la montée de l'insécurité, le terrorisme, voire un crime abject peuvent amener une société à accepter une diminution de cet espace en échange de plus de sécurité. »* Autant de questions sur lesquelles la société devra se prononcer au cas par cas. »⁵⁶

54 Des femmes ont plus de chance d'être diagnostiquées dépressives que des hommes, et ceci est considéré comme donné, pourtant le point de départ devrait être de s'interroger au sujet de disparité de genre dans la société.

55 Voir par exemple: le site web de Applied Digital Solutions, une compagnie qui vend des technologies d'identification : <http://www.adsx.com/> et les sites des compagnies VeriChip <http://www.verichipcorp.com/> et Digital Angel Corporation <http://www.digitalangelcorp.com/>

56 Journal du CNRS, octobre 2005

Il s'agit de l'éternel dilemme de l'équilibre entre sécurité et liberté. Toutefois, il semble assez cocasse – pour ne pas dire potentiellement tragique – de devoir se prémunir de dérives majeures liées au développement de telles technologies dont le champ d'action n'aurait pas été déterminé de façon ouverte et démocratique. En d'autres termes, le bon sens démocratique voudrait que nous discutions des aspects de la vie en société vis-à-vis desquels la collectivité est en droit d'attendre que les NT puissent être pourvoyeuses de réelles plus-values. Les NT, oui, mais pour quoi faire ? Au contraire, la stratégie du fait accompli s'impose. Les NT généreront *in vivo* des dégâts collatéraux forcément imprévisibles appelant des réponses et des politiques de précaution... *a posteriori*. Tout se passe comme si le seul espace collectif échappant encore et toujours aux principes de nos sociétés démocratiques était celui de la techno-science.

4.4. Des guerriers cyborg – les nanotechnologies pour la guerre

Avec les technologies convergentes on observe une militarisation très prononcée de la recherche. « La nanotechnologie est un « amplificateur de force ». Elle nous fera plus vite et plus fort sur le champ de bataille. » (Cliffard Lau, conseiller scientifique à l'Office de la recherche fondamentale du Pentagone, 2004)⁵⁷. Il faut soupçonner tous les pays qui investissent dans les nanotechnologies de mettre une partie plus ou moins importante de ces investissements dans la recherche militaire. Nous prendrons comme exemple les États-Unis et la France.

États-Unis

L'Institut des Nanotechnologies du soldat (Institute for Soldier Nanotechnology, ISN)⁵⁸ du MIT, établi en 2002 par l'Armée américaine⁵⁹, doté par l'armée d'un budget sur cinq ans de 50 millions de dollars et de 40 millions par l'industrie a pour objectif « d'améliorer de façon significative la survie des soldats ». L'ISN se concentre sur six sujets principaux : la détection de menaces, la neutralisation de menaces (vêtements pare-balles), la dissimulation, l'augmentation de la performance humaine, le traitement médical automatisé en temps réel, et l'empreinte logistique réduite (allègement du poids du soldat équipé).

En plus de protéger le soldat individuellement, « imaginez l'impact psychologique sur un ennemi rencontrant des troupes de guerriers apparemment invincibles, protégés par leurs armements et dotés de possibilités surhumaines, telle que la capacité de sauter sur des murs de 20 pieds (environ 6m, ndlr) ». Ces capacités de saut seraient rendues possibles "en accumulant des réserves d'énergie dans des chaussures." Par ailleurs, des chercheurs de MIT ont récemment créé des matériaux qu'ils déclarent meilleurs que les muscles humains⁶⁰.

L'ISN soutient le programme de l'armée américaine du « Future Force Warrior » (Futur guerrier de combat) qui est l'initiative scientifique et technologique phare visant à « développer des capacités révolutionnaires pour des systèmes d'avenir »⁶¹. L'idée de FFW est de créer un système individuel de combat d'un poids léger, fortement létal et entièrement intégré, comprenant l'équipement en armes, une protection individuelle de la tête aux pieds, des communications en réseau, des sources d'énergie portées par le soldat et une performance humaine améliorée.

Au printemps 2004, des responsables du Pentagone et de l'Armée américaine confirmaient que l'armée s'attend à ce que les NT aient des impacts importants sur tous les systèmes d'armes. Ils affirmaient que la nanotechnologie constitue une des hautes priorités dans les programmes de recherche et de technologie du Département de Défense. Le budget du Pentagone pour la recherche en nanotechnologies s'élevait déjà à 315 millions de dollars en 2004. En plus, le Pentagone distribue presque 100 millions de dollars pour des

57 <http://www.govexec.com/dailyfed/0404/041904tdl.htm>

58 <http://www.web.mit.edu/isn/>

59 L'Armée a choisi le MIT après un concours avec différents candidats.

60 <http://web.mit.edu/newsoffice/2002/isn.html> (09.01.2006)

61 <http://www.natick.army.mil/soldier/wsit/>

recherches nanotechnologiques en technologies d'information, et 16 bourses annuelles de plusieurs millions de dollars pour des chercheurs universitaires. Ces bourses font partie des *Initiatives de défense et de recherche universitaire* (defense university-research initiatives). Leur libellé confirme que des applications nanotechnologiques sont déjà utilisées par les services militaires (isolation pour des sous-marins, matériaux nano-composites pour des véhicules aériens)⁶². On retrouve les stratégies et discours habituels, visant par exemple à attirer parmi les jeunes chercheurs les plus brillants et prometteurs. Ainsi un haut responsable de l'armée déclare que « le militaire est encore capable d'attirer des jeunes talents du plus haut niveau mais doit trouver des chemins afin de les maintenir pendant leurs années de performance maximale ». On retrouve également le discours classique du « retard » par rapport aux autres – qui comprennent aujourd'hui la Chine et l'Inde.

Depuis la déclaration de la « guerre contre la terreur » (« war on terror »)⁶³ par le Département de Défense des États-Unis, il existe un intérêt croissant des militaires pour le développement des techniques qui permettraient de surveiller – et si possible contrôler et manipuler - les processus mentaux d'ennemis potentiels. Mais qui seront ces ennemis ? Et une fois ces techniques utilisées envers ces ennemis, pourquoi ne pas élargir leur champ d'utilisation à diverses « catégories » de citoyens ? Que penser des nouvelles neurotechnologies comme la 'Transcranial magnetic stimulation' (TMS)⁶⁴ qui visent à générer un champ magnétique d'une forte intensité sur des parties spécifiques du cerveau afin d'affecter des pensées, des perceptions et le comportement. Pour l'heure, ces technologies ne sont utilisables que lorsque le sujet pose sa tête dans la machine. Mais qu'on se rassure, des recherches sur la TMS à distance sont déjà bien en cours.⁶⁵

France

Dans le rapport « Nanotechnologies : prospective sur la menace et les opportunités au service du combattant » réalisé par le CEA et le cabinet de conseil Alcimed en avril 2004 à la demande de la Direction Générale de l'Armement (DGA) du Ministère de la Défense, on apprend que « les PME interrogées ont souligné que le secteur militaire a toujours été un moteur d'innovation dans le domaine du textile technique. » La production d'équipements pour le fantassin représente un marché suffisamment important pour que ces entreprises lancent des développements technologiques dans ce domaine. Enfin, les PME considèrent que les nanotechnologies sont *duales* c'est-à-dire que les savoir-faires acquis dans le domaine militaire pourront ensuite être valorisés dans d'autres secteurs professionnels (bûcherons, pompiers...) et pour le grand public (articles de sport...). Néanmoins, ces PME ont souligné qu'elles sont actuellement dans une situation économique difficile en raison de la concurrence forte des producteurs asiatiques ou indiens. Ces PME estiment qu'au rythme actuel, cette forte pression concurrentielle pourrait provoquer leur disparition. Toutefois, des projets "nano" portés par des applications militaires pourraient leur permettre de résister à la concurrence étrangère et maintenir leur savoir-faire en France. Alors, la nanotechnologie militaire pour assurer la survie des PME françaises ?

Si l'Institut for Soldier Nanotechnologies américain focalise son travail sur la minimisation du poids des équipements emportés, le programme français FELIN (Fantassin à Equipements et Liaisons iNtégrés) suit une approche comparable. On pourrait voir le programme FELIN de l'armée française comme le petit frère du programme américain du « Future Force Warrior » même si la présentation des nanotechnologies et de leur rôle y est moins explicite. Mais FELIN « est conçu comme un véritable système d'armes et organisé autour de l'homme »⁶⁶.

La DGA participe aussi à MINATEC, le projet nanotechnologique phare à Grenoble (voir aussi chapitre 5 Les nanotechnologies en France). « La DGA et le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) viennent

62 <http://govexec.com/dailyfed/0404/041904tdl.htm> (05.01.2006),
<http://www.nanoxchange.com/NewsGovernment.asp?ID=151> (05.01.2006)

63 <http://www.defendamerica.mil>

64 <http://www.biomag.hus.fi/tms/>; http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial_magnetic_stimulation

65 S. Rose : « We are moving ever closer to the era of mind control - The military interest in new brain-scanning technology is beginning to show a sinister side. » The Observer, le 5 février 2006 (Steven Rose est un neurobiologiste anglais bien connu), « Major companies, ranging from Coca-Cola to BMW, are starting to image the brains of potential customers to study how they respond to new designs or brands. They are beginning to speak of 'neuromarketing' and 'neuroeconomics.' ... More seriously, there is increasing military interest in the development of techniques that can survey and possibly manipulate the mental processes of potential enemies, or enhance the potential of one's own troops. » <http://observer.guardian.co.uk/comment/story/0,,1702525,00.html>

66 <http://www.defense.gouv.fr/sites/terre/decouverte/materiels/armement/felin/>

de signer une déclaration d'intention pour une coopération active dans le domaine des composants électroniques. Plus particulièrement, la DGA souhaite participer au nouveau pôle d'innovation MINATEC qui se crée à Grenoble autour du Laboratoire d'Électronique et de Technologie de l'Information (LETI) du CEA et qui veut devenir l'un des premiers centres européens pour les micro et nanotechnologies. Ce partenariat devrait contribuer à satisfaire les besoins de la défense pour la veille technologique, l'accès aux technologies civiles les plus avancées et l'acquisition de technologies spécifiques. (...) Ce partenariat permettra enfin d'optimiser les moyens nécessaires à la Défense *en associant la DGA aux orientations de MINATEC*. Ainsi, la DGA participera au choix des sujets de thèses, aux groupes de réflexion sur l'élaboration des programmes du CEA-LETI et cofinancera certains des programmes de recherche retenus. (...) La DGA renforce ainsi sa politique de collaboration riche déjà en accords avec les autres acteurs de la recherche française tels que le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales (ONERA), ou le Centre National d'Études Spatiales (CNES). Elle devrait permettre à la Défense de bénéficier des meilleures avancées techniques et de compétences accrues.⁶⁷

« Dans le cadre du renforcement de sa collaboration avec la recherche publique française, la DGA détache un de ses ingénieurs au sein du Pôle. Les missions de cet ingénieur consistent à participer aux activités du laboratoire MINATEC Ideas Laboratory®, pour faire bénéficier la DGA de la démarche de « conception orientée usage » qui y est développée, et à réaliser une veille technologique au contact des laboratoires du LETI. Cette activité s'ajoute à la participation des représentants de la DGA à l'OMNT, ainsi qu'au CORES et aux conseils scientifiques du LETI. Les partenaires de MINATEC bénéficient ainsi d'une visibilité accrue sur les orientations et les besoins de la Défense. De même, les industriels et les organismes publics rattachés à la Défense ont la possibilité de participer aux activités de MINATEC. »⁶⁸

Notons un autre exemple de vivier technologique pour la Défense constitué par la création de start-ups par d'anciens chercheurs d'institutions publiques comme par exemple la société Silmach qui développe un nanodrone.⁶⁹

67 <http://www.minatec.com/cgi-bin/charge.pl> puis chercher DGA:Actualités (novembre 2002) : la DGA et le CEA signent une déclaration d'intention pour une coopération renforcée dans le domaine des composants électroniques (08.01.06)

68 <http://www-leti.cea.fr/fr/acti-fr/acti-fr-minatec/htm#anchor4> (08.01.2006) Les événements de Minatec

69 La Recherche n° 394, février 2006 et <http://www.silmach.com>

5. Les seigneurs des nanos – les nanotechnologies en France

Au niveau national, la politique en nanosciences et nanotechnologies est portée par des programmes nationaux (PNANO⁷⁰), par différents organismes de recherche (CNRS, CEA, INRA, INERIS), par des réseaux nationaux (R3N⁷¹, RMNT⁷²) et par des institutions comme le FNS et l'ANR. D'un côté beaucoup d'argent pour des projets technico-(pré)industriels et leur valorisation (production industrielle, brevets), de l'autre côté pratiquement pas de crédit pour des recherches sur la toxicité et les effets environnementaux et peu de réflexions sur les impacts sociétaux plus larges.

Le 23 janvier 2003, l'OPECST organisait au Sénat un colloque intitulé « Microélectronique et nanotechnologies : Une chance à saisir ». Si nos élus y ont parlé des risques liés aux nanos, cela ne concernait que les risques économiques et financiers que peut engendrer cette nouvelle industrie révolutionnaire dans le contexte international de compétition ! Par ailleurs, si au cours de ce colloque, il a fréquemment été fait référence aux termes « révolution » ou « révolutionnaire », il n'y a eu aucune mention de participation ou de consultation du public/citoyens/usagers⁷³.

En 2005 soixante-quinze projets relatifs aux nano-techs ont été financés par l'ANR dans le cadre du PNANO. Diverses unités de recherche du CEA (LETI, D2NT, SprAM, LTEN, LTME...) et du CNRS (L2MP, LPMC, CIRIMAT, CRMEN,...) mais aussi d'autres structures telles que l'Institut de Microélectronique, Électromagnétisme et Photonique, l'École Polytechnique, l'ENS Cachan, l'École Centrale Lyon, l'INSA Lyon, l'ESPCI, des Universités (Tours, Orléans, Pierre et Marie Curie, Paris Sud, Paris 7, Versailles, Lille 1, Nancy...), l'Institut des Nanosciences de Paris, l'Institut Gustave Roussy, l'Institut Jacques Monod, l'Institut Pasteur, l'Institut National Polytechnique de Grenoble et l'INSERM portent ces projets ou y participent⁷⁴. En complément du PNANO, l'ANR s'est associée en 2006 à l'initiative ERA-NET Nano, Sci-ERA. Coordonné par la France, elle vise à donner naissance à des programmes plus ambitieux dans le cadre du 7^{ème} PCRD. Le manque de volonté politique pour dégager les moyens d'une évaluation critique des développements scientifiques et techniques se reflète dans les différences entre les rapports de la Royal Society britannique⁷⁵ et ceux des Académies françaises des technologies et des sciences.⁷⁶

Les rapports « nanotechnologies » des académies anglaises et françaises

Le rapport français est entièrement focalisé sur les bénéfices économiques des nanotechnologies sans aborder la question des risques ni proposer de réflexions sur les conséquences sociétales. Les sept recommandations se résument en ce que la France doit maintenir « une position de premier plan dans le domaine des nanotechnologies et de leur mise en œuvre au plan industriel ». D'où, selon le rapport, la nécessité d'initier un grand programme national de recherche sur les nanotechnologies, de créer une structure coordinatrice et stratégique nationale (type IN2P3), d'investir dans des infrastructures, de faire de la valorisation (industrielle) un critère d'attribution des infrastructures (en particulier l'accueil des « jeunes pousses »), de

70 Programme National en nanosciences et nanotechnologies

71 Réseau National en nanosciences et nanotechnologies

72 Réseau de recherche en micro et nano technologies

73 Voir <http://www.senat.fr/rap/r02-244/r02-244.html>

74 Pour la liste des projets, voir: <http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/aap/2005/finances/financePNA-NO2005.pdf>

75 « Nanoscience et nanotechnologies : opportunities and uncertainties » The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, July 2004, <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

76 « Nanosciences- nanotechnologies – rapport sur la science et la technologie N°18 » réalisé avec l'Académie des technologies. <http://www.academie-sciences.fr>

former de futurs chercheurs aux nanotechnologies et, *last but not least*, « d'impliquer les industriels dans l'élaboration des objectifs stratégiques et dans leur actualisation ».

En revanche, le rapport anglais a offert une analyse précise de problèmes potentiels qui pourraient surgir avec la commercialisation des nanotechnologies, et a fait un certain nombre de recommandations spécifiques. Ainsi le comité anglais propose-t-il 21 recommandations en ce qui concerne l'application industrielle, les impacts sur la santé, l'environnement et la sécurité, les cadres réglementaires nécessaires, les problèmes sociaux et éthiques, le dialogue avec les différentes parties prenantes et l'assurance d'un développement responsable des technologies. Ceci donnait au gouvernement britannique une occasion pour la fois établir un cadre de normes réglementaires pour le développement des nanotechnologies et les moyens de maintenir la confiance publique. Malheureusement, le gouvernement n'a pas su ou voulu répondre à ces attentes.

En outre, le rapport britannique propose un « débat constructif sur le futur des nanotechnologies, à un stade où ce débat peut informer les décisions clés de développement », et fait référence à toute une série de problèmes sociétaux, éthiques et techniques là où le rapport français ne fait que proposer de mettre de l'argent dans des projets « nano » pour rester concurrentiel. Des termes comme « éthique », « risques », « débat », « citoyens », « toxicologie », « toxicité » ou « société civile » sont quasiment absents du rapport français et ont laissé la place aux termes « industrie », « concurrent(iel)s », « valorisation » et « entreprises ».

Ces différences entre les deux rapports s'expliquent d'abord par la composition des comités qui les ont rédigés. En Grande Bretagne, quatorze experts d'un large spectre de disciplines – des chimistes et biologistes impliqués dans les recherches en nanosciences et nanobiotechnologies, des spécialistes de philosophie politique et de bioéthique, des experts du développement durable et des stratégies environnementales, des représentants du conseil national des consommateurs jusqu'aux spécialistes en santé environnementale et en évaluation des risques – ont travaillé sous la direction de la professeure Anne Dowling, spécialiste d'ingénierie mécanique et non impliquée dans une recherche nanotechnologique. C'est tout le contraire pour le comité français dont la direction était confié à Claude Weisbuch, physicien à l'école polytechnique, ancien conseiller scientifique de la Délégation Générale pour l'Armement, au ministère de la défense de 1992 à 1998, président de la société Genewave depuis 2002 (dont le domaine d'activité sont les biopuces à fluorescence⁷⁷) et un proche du CEA-LETI.⁷⁸

La cuvette « high-tech » grenobloise

Dans le contexte grenoblois, de nombreuses décisions structurantes en termes d'investissements dans les nanosciences et nanotechnologies ont déjà été prises depuis l'an 2000 à la fois par les collectivités locales (le Conseil Régional Rhône-Alpes, le Conseil Général, la Ville de Grenoble et la Métro), le CEA (dont le rôle fut déterminant) et les entreprises multinationales comme Motorola, STMicroelectronics et Philips. Entre 2000 et 2007, ces acteurs ont engagé ou vont engager plusieurs milliards d'euros dans des projets nanotechnologiques – Minatec, NanoBio, Biopolis, Alliance. S'y ajoute un projet de pôle de compétitivité national (Minalogic), porté par de nombreuses entreprises et fortement soutenu par les collectivités locales. Plus généralement, il existe sur place de nombreuses structures publiques uniquement destinées à favoriser la « valorisation des connaissances », c'est-à-dire à aider les chercheurs du public à monter leur propre entreprise ou à transférer leurs travaux aux entreprises.

Le « modèle grenoblois » de décision politique se caractérise par le poids d'un cercle restreint « d'élites » scientifiques, industrielles et politiques (dont les membres mélangent dans leurs parcours ces différentes casquettes). Celles-ci promeuvent un scénario du développement local par la haute technologie (« Silicon Valley grenobloise »). Ce cercle participe au montage des projets nanotechnologiques, à leurs évaluations et aux décisions de financement. L'enthousiasme des élus locaux pour cette monoculture laisse de côté d'autres visions et d'autres projets possibles du développement local. Pourtant, cette mono-spéciali-

77 Application de nouveaux concepts en optique théorique et industrielle pour l'amélioration de la détection optique des signaux des biopuces, avec des gains importants en performances et l'ouverture de nouvelles applications biopuces. » <http://www.genopole.org/media/pdf/fr/anniversaire/etp/genewave.pdf>

78 <http://www.academie-technologies.fr/membres/membresWhosWhoDetail.php?user=178>

sation industrielle est un pari risqué en termes d'emplois, et l'annonce de licenciements chez certains des acteurs locaux (STMicroelectronics en mai 2005 à Rennes, Hewlett-Packard) le montre déjà⁷⁹.

Le rapport du groupe d'experts coordonné par P.B. Joly⁸⁰, à la demande de l'agglomération de la Métro, a fait une série de recommandations visant à développer les moyens d'une maîtrise sociale des nanotechnologies dans l'agglomération grenobloise (voir Encart). Il proposait notamment d'organiser une Conférence de citoyens : Recommandation 1. Organiser une conférence de citoyens dans un délai d'un an. La question posée pourrait être la suivante : « Est-il souhaitable de poursuivre le développement des nanotechnologies à vocation civile ou militaire, à Grenoble ? Si non, quelles autres priorités de recherche ; si oui, selon quelles conditions et dans quelles directions ? ». A ce jour, la Métro n'a pas pris de position sur ces recommandations et tout laisse à penser que cette procédure démocratique ne verra jamais le jour.

Recommandations du rapport « Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies – les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ? » sous la direction de P.-B. Joly, INRA, octobre 2005

1. Participation des citoyens de l'agglomération à l'orientation des nanotechnologies

- Recommandation 1. Organiser une conférence de citoyens dans un délai de un an.
- Recommandation 2. Dans la phase de préparation de la conférence de citoyens, consacrer 2% du montant des financements de la Métro en direction des nanotechnologies pour des études dont les associations font la demande.
- Recommandation 3. Faire une réponse publique et écrite au panel, développant la lecture du rapport, les points d'accord et de désaccord et motivant les décisions prises à l'issue de cet exercice.
- Recommandation 4. Mettre en place régulièrement des conférences de citoyens, ou d'autres dispositifs éprouvés d'évaluation et de prospective participative, tels que les jurys de citoyens et les ateliers-scénarios, (...) sur les différents enjeux décisionnels forts de la Métro.

2. Renforcement des capacités de la société civile

- Recommandation 5. Élargir l'accès au processus de production des savoirs scientifiques en soutenant les partenariats entre laboratoires publics de recherche et organisations de la société civile à but non lucratif (associations, ...). Mettre en place les PICRI
- Recommandation 6. Renforcer le milieu de recherche en sciences sociales sur les différentes formes de participation du public à l'évaluation technologique.

3. Pour un nouvel âge de la culture scientifique et technique

- Recommandation 7. Réorienter le projet de « cité de l'innovation » en formulant un projet de « Mission pour le débat public sur les sciences et les techniques » dont l'objectif sera d'encourager la création d'espaces de discussion sur les choix scientifiques et techniques en soutenant notamment les initiatives associatives.

Concernant la dimension nécessairement nationale et européenne du débat sur les nanotechnologies

- Recommandation 8. Prendre toutes les initiatives permettant d'associer les débats locaux aux initiatives nationales et européennes.

79 Position de Sciences Citoyennes dans le rapport « Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies – les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ? » sous la direction de P.-B. Joly, INRA, octobre 2005 http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=1387

80 P.B. Joly: « Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies – les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ? » sous la direction de P.-B. Joly, INRA, octobre 2005 http://sciencescitoyennes.org/article.php3?id_article=1387

Le pôle de compétence nano

L'initiative des pôles de compétitivité avait été annoncée lors du Comité interministériel d'aménagement du Territoire (CIADT) du 14 septembre 2004. Le 12 juillet 2005, il est décidé de faire bénéficier 67 projets (sur 105 présentés) du label « Pôle de compétitivité ». Ainsi, six des projets sélectionnés sont déjà leaders dans leurs secteurs à l'échelle mondiale. Parmi ces projets, le CIADT en distingue particulièrement certains, au vu de leur importance pour la visibilité de l'industrie française à l'international et de leur poids dans la compétition économique mondiale. C'est ainsi que Minalogic, le projet de pôle de compétitivité Grenoble-Isère, a été retenu par le Gouvernement comme « projet mondial ». Minalogic (Micro NANotechnologies et LOGiciel Grenoble-Isère Compétitivité) a pour ambition de construire un centre de dimension internationale pour les puces miniaturisées intelligentes. L'objectif principal est de développer un avantage compétitif dans le domaine de l'électronique et du logiciel embarqué sur puce. Elle s'appuie sur un accord sans faille entre la formation, la recherche, l'industrie et les collectivités locales⁸¹.

Le 2 juin, le CEA-Grenoble, l'Institut National Polytechnique de Grenoble et le Conseil général de l'Isère ont inauguré Minatec. Événement à ampleur nationale, la date initiale du 1er juin, prévue depuis longtemps, a été repoussé d'un jour du fait des craintes de nombreuses manifestations de contestation annoncées. Les trois jours précédents cette cérémonie, l'association locale Pièces et Mains d'Oeuvre PMO⁸² et le comité OGN⁸³ organisaient une série de conférences et de forums pour contester cette implantation. Quand les uns évoquent le principe de précaution, les autres renvoient aux contraintes de la compétition internationale. Quand les premiers s'arc-boutent sur les nécessités d'un débat démocratique sur le monde que les nanotechnologies nous proposent, les seconds répondent en termes de bassins d'emploi. Quand on avance l'horreur d'un meilleur des mondes, on renvoie l'image d'obscurantistes millénaristes.

PMO existe depuis le début des années 2000 et est porteur des critiques les plus visibles et radicales des « nécrotechnologies » (nanotechnologies, mais aussi biotechnologies et nucléaire) mais aussi du système politique et économique grenoblois, de la « techno-société grenobloise ». C'est suite à leurs actions et communiqués que les décideurs politiques locaux se sentaient obligés d'ouvrir des débats sur les investissements en nanotechnologies. PMO n'évoque pas seulement la question des risques liés à certains développements technologiques mais conteste surtout la vision du monde proposée par les promoteurs des technologies convergentes – un monde où la nanobiotechnologie cherchera des thérapies technico-médicales pour des maladies (e.g. le cancer) qui sont en grande partie liées à la dégradation de l'environnement, où les traçages électroniques deviendront omniprésentes, où la vie quotidienne de la population dépendra de plus en plus des diverses technologies et où tout cela se fera dans une société de moins en moins démocratique, de concentration des pouvoirs monopolistes et de surveillance accrue des citoyens.

81 Acteurs industriels de Minalogic : Atmel, bioMérieux, Bull, Ciba Speciality Chemicals, Capgemini, Dolphin Integration, France Télécom, Freescale, Gaz et Électricité de Grenoble, MGE UPS Systems, Minatec Entreprises, Piolat, Philips Semiconductors, Polyspace Technologies, Radiall, A. Raymond, i, Silicomp, Sofileta, Sofradir, Soitec, STMicroelectronics, Scalagent Thales, Trixell, Tronic's Microsystems, Ulis, Xerox Research Centre Europe.

82 <http://www.pmo.erreur404.org>

83 Opposition Grenobloise aux Nécrotechnologies : www.ogn.ouvaton.org

6. Quel contrôle démocratique des nanotechnologies ?

Une grande partie de l'industrie nanotechnologique est encore balbutiante et de nombreuses conséquences à long terme restent incertaines voire tout à fait inconnues. Si un débat sur ces éventuelles conséquences risque de polariser fortement les différentes positions en pro et contra, il est nécessaire d'élargir le débat en focalisant sur les développements actuels et en se demandant : « Quelles sont les vrais problèmes en jeu ? ». Il faudrait placer au cœur du débat les processus politiques et sociaux qui traitent de l'introduction des technologies afin de pouvoir discuter les coûts et bénéfices des nanotechnologies⁸⁴. En plus général cela renvoie à la question : Quelle recherche pour quelle société ?

Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure proposent à la fois de développer une méthodologie d'évaluation normative dynamique (*ongoing normative evaluation*) des nanotechnologies et du développement de plus en plus intégré des disciplines qui forment les NBIC, et d'y apporter une réflexion philosophique et morale⁸⁵.

« L'évaluation normative d'une technique est souvent réduite à l'étude des risques qu'elle présente (principe de précaution, études comparatives sur les avantages et les risques) mais le risque n'est pas la seule dimension à prendre en compte dans l'évaluation normative des techniques : avant de se demander quels sont les risques présentés par une technique, la première question à se poser est de savoir si cette technique ne va pas servir d'alibi pour éviter de répondre réellement au problème posé. » On peut donc identifier plusieurs autres dimensions non réductibles à la notion de risque : les effets des sciences et techniques sur les relations de domination, sur le rapport à la nature, sur le rapport à la connaissance, sur la possibilité d'une éthique, les effets métaphysiques.

- les effets sur les relations de domination touchent à l'appropriation par un tout petit nombre de firmes des conditions de production et de reproduction de la vie ; domination exercée par la science et les techniques sur les populations (changement de cadre de vie), contrôle de l'alimentation, des (nouvelles) pauvretés
- les effets sur le rapport à la nature sont liés à l'idée de l'homme comme maître ou comme partie de la nature

Il existe aussi une contradiction dans la présentation des nanotechnologies et des NBIC : d'un côté elles sont présentées comme la plus grande révolution scientifique, technique et industrielle dans l'histoire de l'humanité, de l'autre elles sont présentées comme une science « normale », maîtrisée, créant des particules « comme les autres » et d'une façon ou d'une autre déjà pratiquées depuis long temps. Comment le public perçoit-il alors ces deux discours ?

Richard Sclove, fondateur de l'Institut Loka aux Etats-Unis en 1986⁸⁶, propose de son côté une lecture des avancées scientifiques et techniques selon des critères de compatibilité des technologies avec la démocratie et d'analyser à quel point les technologies peuvent influencer la mise en place de politiques démocratiques⁸⁷. Ses critères comprennent :

- éviter les technologies qui génèrent des relations sociales autoritaires et qui favorisent des relations de pouvoir traduisant des hiérarchies illégitimes entre groupes, organisations et formations politiques (Sc-

84 Arnall, A. and Parr, D. : « Moving the nanoscience and technology (NST) debate forward: short-term impacts, long-term uncertainty and the social constitution. » *Technology in Science* 27 (2005), 23-38

85 Jean-Pierre Dupuy, Françoise Roure (2004) « Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle » <http://www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf>
<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/054000313/0000.pdf>

86 <http://www.loka.org>

87 Richard E. Sclove, « *Democracy and Technology* », New York, Guilford Press, 1995

love fait référence à des technologies autoritaires, individualisées, coopératives, de masse et transcommunautaires), promouvoir des technologies qui favorisent la coopération plutôt que la compétition

- éviter les pratiques technologiques débilantes ou aliénant l'autonomie
- rechercher des technologies susceptibles de permettre aux individus et aux groupes défavorisés une pleine participation à la vie sociale, économique et politique
- rechercher des technologies compatibles avec une décentralisation et une fédération politiques égalitaires, s'intégrant dans une démarche globale
- rechercher la soutenabilité écologique, éviter des technologies destructives, nuisibles à la santé et à la perpétuation des institutions démocratiques
- entretenir une flexibilité technologique locale dans un cadre global de pluralisme technologique démocratique ; préserver un modèle de pluralisme culturel et technologique à l'échelle de toute la société.

Dans la mesure où les technologies sont des produits sociaux qui influencent et contribuent à constituer les systèmes de relations sociales, il est important qu'elles contribuent à enrichir la démocratie et que la démocratie soit capable de les maîtriser. Néanmoins, une partie essentielle de l'approche idéologique des technologies est l'affirmation que leur développement est naturel et inévitable et ne dépendrait pas de décisions politiques et industrielles. Par conséquent, les sociétés auraient peu de choix, ce qui n'est de toute façon pas nécessaire ou important parce que les technologies offrent les seules solutions possibles (même si, au contraire, l'expérience de la société montre qu'une technologie présentée comme inéluctable peut parfaitement suivre un autre cours).

Qui pilote les choix scientifiques, technologiques et industriels ? Quels politiques auront pris des décisions sur une base de connaissance et de compréhension profonde des enjeux des nanotechnologies ? Et de quelles décisions s'agit-il ? Un système démocratique ne devrait-il pas se munir d'outils de choix démocratiques forts qui permettent de prendre des décisions dans un domaine qui influera profondément le futur de nos sociétés ? Sachant nos démocraties fragiles, il est important de prévoir dans quelles mesures des applications technologiques peuvent renforcer ou affaiblir le fonctionnement démocratique. A ce propos, Hannah Arendt parlait du paradoxe de notre époque : les pouvoirs humains augmentent par l'utilisation des technologies mais nous sommes de moins en moins capables de maîtriser leurs conséquences. Vu l'ampleur des impacts des choix technologiques et scientifiques, nous devons essayer de les anticiper, de les évaluer et de mettre nos choix de recherche et de technologies en phase avec ces résultats (« ongoing normative assessment » de Dupuy).

Il est banal d'affirmer que nous vivons de plus en plus dans une société de surveillance : caméras de surveillance (CCTV) qui monitorent les rues ; bracelets électroniques pour prisonniers ; satellites, neuro-imaging... Or, comme l'argumente Paul Virilio, la vidéo-surveillance est un commandement de comportements. Même si elle peut dissuader les délinquants, elle modifie les comportements de tout le monde. Selon lui, « certains affirment que certaines images peuvent révéler une psychopathie potentielle, que le cerveau d'hommes condamnés pour meurtres violents montre des schémas fortement anormaux - bien que ceci n'inclue pas les politiciens qui envoient leurs troupes à la guerre »⁸⁸.

Actuellement on constate l'absence presque totale de débat public sur les nanotechnologies,⁸⁹ le terme restant au mieux très flou pour une grande partie de la population ce qui est en contradiction avec les budgets énormes qui y sont consacrés. Nous aurions besoin d'un large débat sur des sujets tels que la propriété et le contrôle de ces technologies. Comment notre société sera-t-elle influencée ou affectée par leur développement ? Qui en tirera profit ? Quelles conséquences sur le système alimentaire (souveraineté alimentaire) et la situation socio-économique des paysans, sur l'environnement (biodiversité, biosécurité), sur la santé ?

Un tel débat devrait impliquer des organisations de la société civile, des paysans, des consommateurs, des mouvements sociaux sur les conséquences économiques, sanitaires et environnementales, sur les modalités de mise en œuvre du principe constitutionnel de précaution comme sur les critères de développement durable en la matière. Or, on constate un manque de négociations et de discussions sur les développements technologiques à tous les niveaux.

Il y a d'ailleurs un curieux paradoxe. Le progrès technologique est toujours présenté comme répondant à la demande supposée des consommateurs, laquelle est donc considérée comme légitime. Or, lorsque

88 Steven Rose « Brain gain » in *Better humans? The politics of human enhancement and life extension*. Paul Miller, James Wilsdon, Demos, 2006

89 L'association Vivagora a organisé entre janvier et juin 2006 un cycle de débats « Nanomonde – quels choix technologiques pour quelle société » à Paris en donnant la parole à différents acteurs des nanotechnologies – promoteurs, scientifiques, critiques, philosophes. <http://www.vivagora.org>

le consommateur se transforme en citoyen, ses demandes (par exemple en termes de risques) semblent perdre de leur légitimité.

Il existe aujourd'hui peu d'exemples d'expériences participatives concernant les NST et leur influence sur des décisions politiques semble minime.

- Loka Institute : Madison, Nanotechnology : Getting the public involved in decision-making, a community workshop qui a donné des recommandations ;
- Transcending the Gap : Community Participation in US Nanotechnology R&D Policy (citizens panels, consensus conferences, participation, nanotechnology) ;
- Jury de citoyens à Londres : Nanojury puts technology under the microscope. coorganisé avec Greenpeace UK, The Guardian, des universités.

Le phénomène massif des conséquences involontaires - déjà assez répandu avec l'usage de technologies précédentes - peut se généraliser avec les nanotechnologies. Bill Joy a déjà souligné dans son texte « Pourquoi le futur n'a pas besoin de nous », que les causes d'un grand nombre d'imprévus sont directement liées à la complexité et donc à la fragilité des systèmes exploités à laquelle se rajoute en plus l'erreur humaine⁹⁰. Il n'y a aucune raison de croire que cela se résoudra par miracle avec les technologies convergentes.

Le développement de telles technologies paraît lié à la capacité humaine d'accepter sans conditions des produits technologiques qui délivrent un avantage personnel, immédiat et visible, mettant en arrière-plan d'éventuels dangers même s'ils sont connus (les téléphones mobiles constituent un très bon exemple en la matière). La réalité de certains dangers à effets potentiellement illimités avec laquelle nous vivons depuis des décennies, comme les armes de destruction massive, atomiques, biologiques et chimiques, des épidémies comme le SIDA, le réchauffement climatique, semble avoir éteint notre capacité – et celles des politiques – de penser et de réaliser un autre monde ? Mais seul un équilibre entre les activités humaines et la nature peut garantir notre survie. Quelles visions et quelles utopies avons-nous pour le monde du 21^{ème} siècle ? Comment sortir du paradigme de la croissance éternelle et de la techno-idôlatrie ?

Toute utilisation d'une technologie influence la direction dans laquelle la société se développe. Inversement la société peut prendre des décisions sur le développement des technologies. Cette interconnexion devrait obliger les décideurs politiques à considérer leurs choix avec précaution et sur le long terme. Mais la plupart des décisions sont surdéterminées par des intérêts politiques et économiques à court terme. Quel gouvernement parmi les plus nanophiles a-t-il engagé un travail d'anticipation et de prospective sur le développement de nos sociétés - et du monde - en évaluant ces technologies invasives aux effets potentiellement irréversibles ? Lequel prendrait en compte ces résultats dans ses décisions ? Pourtant les technologies convergentes présentent des défis inédits auxquels il faut au moins donner des cadres réglementaires, quitte à suspendre les investissements massifs en recherche. Ce ne serait pas la première fois qu'une autolimitation serait demandée.

Soit nos gouvernants ont compris les risques et acceptent de les assumer. Soit ils n'appréhendent pas ce qui est susceptible d'advenir et agissent en aveugle, dans l'opacité de surcroît (du point de vue des gouvernés), convaincus que la chaîne des responsabilités à terme sera si diffuse que la société se refusera à chercher des responsables, voire des coupables. Les deux cas de figure sont aussi inquiétants l'un que l'autre. Ils hypothèquent surtout le ressourcement de notre système démocratique dont l'univers technoscientifique semble s'extraire avec complaisance, sûr de son fait et de sa puissance.

90 Bill Joy « Why the future doesn't need us », The wired magazine, issue 8.04, april 2000, <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html> (01.02.2006)

Conclusions et recommandations de la Fondation Sciences Citoyennes

« Il n'y a guère, même parmi les économistes bourgeois, un savant sérieux pour nier qu'il soit possible, au moyen des forces actuelles de production, tant matérielles qu'intellectuelles, de supprimer la faim et la misère, et que l'état présent des choses soit dû à l'organisation socio-politique du monde. » (Herbert Marcuse, *La Fin de l'utopie*, 1968, Éditions du Seuil)

En d'autres termes, comme toute autre vague technologique, les nanosciences et nanotechnologies se situent dans des contextes sociaux et politiques concrets. Elles ne peuvent compenser le manque de politiques sociales judicieuses et elles ne résoudront pas les injustices socio-économiques et socio-politiques. Pour répondre aux défis auxquels notre planète et nos sociétés sont confrontées, il nous faut donc des politiques publiques scientifiques qui vont au delà des seuls cadres industriels et commerciaux et qui prennent en compte les besoins sociaux des populations, les réalités politiques et l'état de notre planète.

Mais l'idéologie de la technoscience et de la compétitivité⁹¹ que prônent aujourd'hui les politiques publiques prive celles-ci d'approches autres que purement néolibérales. Nous regrettons que des financements énormes aient été engagés pour les NST, aussi bien au niveau international que national, sans qu'aient été menées des études approfondies, sans que ce soit tenus des débats publiques sur leur utilité sociale, sur les conséquences sociétales, sur les rapports coûts-bénéfices comparés à des technologies alternatives ou à des approches non technologiques.

Avec l'arrivée des NST, la technoscience et ses promoteurs tentent d'influencer, voire déterminer, notre vie sociétale comme jamais auparavant. La question de la démocratisation des choix scientifiques et techniques se pose donc plus que jamais. Si la « politique du dialogue » avec la société sur ces enjeux veut réellement dire quelque chose, les NST sont l'occasion de le prouver. Il ne sert à rien de faire du préfixe « nano » le synonyme du diable. Mais notre indifférence politique et scientifique pourrait en faire, d'ici quelques années, le symbole de notre irresponsabilité.

Le premier obstacle auquel nous sommes *de facto* confrontés lorsqu'il s'agit de sortir des logiques d'explication, de critique voire de contestation réside dans le champ que l'on est supposé traiter. Le spectre des applications est si vaste, les spécialités scientifiques « traditionnelles » convoquées si nombreuses que quiconque se sent démuni. C'est d'abord cette stratégie du « *fait scientifique accompli* » que nous contestons avec force. Elle nie les fondements mêmes de nos sociétés démocratiques. Elle dénie aux citoyens le droit de mesurer l'ampleur des enjeux (et comme dans le cas du nucléaire, *a posteriori*, l'ampleur des dégâts). Elle touche aux questions les plus fondamentales du lien entre les sciences modernes et la société : la responsabilité du scientifique ; l'allocation sociétale optimale des ressources rares que sont le potentiel de recherche d'un pays ou d'une zone intégrée comme l'Union Européenne ; la qualité et la nature du débat démocratique et transparent présidant aux choix et aux modes de régulation des recherches scientifiques.

Le concept de *responsabilité* est ainsi au cœur des propositions liminaires présentées dans cette dernière partie. C'est une des caractéristiques des complexes techno-scientifiques que de diluer autant que faire se peut le degré de cette responsabilité. Dans une scientocratie pléthorique, qui décide ? Sans vouloir établir de comparaison ou d'analogie choquantes, nous sommes en droit (en devoir devrions-nous dire) de rappeler que ce sont précisément ces dynamiques et ces administrations qui furent condamnées, en creux, dans les cas Eichmann et Papon. L'irresponsabilité comme source de pouvoir n'est pas admissible. En ce

91 Dans le texte du 7ème PCRD de la Commission Européenne (qui est donc le programme pour la recherche et le développement et non pas un texte « économique ») les termes compétitivité, business, économie/économiques, et industrie apparaissent sans arrêt dans le texte, au détriment des termes tels que citoyens, démocratie ou société civile presque inexistantes.

sens, et souhaitant tirer les conclusions des événements les plus tragiques du XXe siècle, nous ambitionnons pour nos sociétés autre chose.

Nous parions sur l'intelligence collective de nos sociétés et de nos concitoyens plutôt que sur leur bêtise ou d'hypothétiques « peurs millénaristes et obscurantistes ».

Nous considérons comme une hypothèse fondée le fait que sur des sujets complexes comme ceux des nanos, le débat public éclaire et que la privatisation des choix et des orientations (y compris par l'appareil d'État) est à considérer comme un danger. Cette hypothèse se fonde sur les difficultés à ce jour irrésolues, par les spécialistes des sciences de la nature ou ceux des sciences humaines, de modéliser de façon satisfaisante le complexe et la « réalité ». En ce sens, il est scientifiquement infondé de laisser dans les mains de l'incompétence le pouvoir de décider.

Le déséquilibre des investissements dans les nanotechnologies par rapport à d'autres secteurs de la recherche, le déséquilibre interne de la recherche NST en terme innovations/risques, l'effet de bulle et de l'économie des promesses et le caractère non démocratique du mode de développement des NST font d'elles un enjeu crucial pour le futur visage de nos sociétés et de notre démocratie.

Les pistes que nous proposons sont de deux ordres : celles qui concernent spécifiquement les NSTs ; celles, généralistes, dont l'ampleur touche à la régulation de l'ensemble du secteur techno-scientifique.

Nous demandons de :

- Lancer un moratoire sur la recherche militaire et civile sur les nanotechnologies subordonné à l'organisation de débats publics et à la mise en place de réglementations au niveau européen.
- Formuler au plus vite des réglementations juridiques concernant l'utilisation, la déclaration, les cycles de vie des nanoparticules, des éventuelles responsabilités en cas de dommages, les tests de toxicité et la sécurité sanitaire et environnementale des produits. Pour cela il faut lancer une initiative à l'échelle européenne visant à rédiger une directive européenne de même nature que la directive REACH, avec une nomenclature spécifique, et les conditionnalités de mise sur le marché de substances nanotoxiques.
- Suspendre la mise sur le marché de produits nanotechnologiques ou de produits qui contiennent des nanoparticules tant qu'il n'existe pas assez de preuves scientifiques pour leur innocuité.
- Subordonner le lancement de vastes programmes français et européens dans le champ des nanos à la tenue d'une conférence de citoyens (nationale et européenne) aux prérogatives pleines et entières c'est-à-dire avec le pouvoir d'établir des propositions et des préconisations que les parlements nationaux et européen seront tenus de prendre en considération.
- Lancer un vaste programme d'études épidémiologiques et toxicologiques à l'échelle, au minimum, de la décennie.
- Créer une agence/un organisme international (sous l'égide de l'ONU ?) qui prendrait en charge les nanos en produisant leur définition, leur régulation (voir à l'issue de conférences de citoyens ?) (ETC Group demande depuis deux ans que des gouvernements et des organisations de la société civile établisse une "International Convention for the Evaluation of New Technologies" (icent) incluant des mécanismes de monitoring de développement de technologies).
- Arrêter la progression accélérée des droits de propriété intellectuelle et assurer l'accès ouvert à des résultats de la recherche publique (qui doivent donc rester dans la sphère publique) et introduire des moyens de protection alternatifs (open source, Creative commons, copyleft, biens communs); Soutenir un mode de production sociétale de biens communs.
- Imposer dans le débat public d'autres critères que la richesse et la croissance et changer les indicateurs de calcul des richesses (puissance économique versus qualité de vie des populations).
- Développer des méthodes standardisées d'évaluation des risques.
- (Comme nous l'avons déjà demandé à d'autres occasions) Réorienter la recherche publique vers les exigences du principe de précaution et de l'intérêt général (prendre en compte des besoins des plus défavorisés, renforcer la santé publique préventive, etc.) qui peuvent devenir les moteurs de l'ambition scientifique et technologique française et européenne. Ils seront des facteurs agonistes plutôt qu'antagonistes de la recherche et de l'innovation.⁹² Il faut réviser à la baisse les décisions d'allocation de bud-

92 Futuris http://www.anrt.asso.fr/fr/futuris/images/gd3_rapport.pdf

gets (ex. 7ème PCRD de la Commission Européenne ; ANR); promouvoir des recherches dans les domaines jusque-là orphelins qui répondent à des besoins sociaux et à l'état de notre planète et qui sont liés au développement soutenable et souhaitable, à la santé publique et à la justice sociale tels que la santé environnementale, la toxicologie, l'agriculture durable, l'écologie, les énergies renouvelables, des recherches sur le genre, l'exclusion sociale, etc.

Au niveau français :

- Organiser un large débat public sur les NST autour d'un débat parlementaire et un processus participatif (organiser une conférence de citoyens ; OPECST ?) qui rende aussi visibles et transparents les budgets alloués au différents domaines de recherche.
- Faire des analyses socio-économiques et explorer la pluralité des mondes socio-techniques possibles afin de contribuer à un débat sociétal plus large.
- Exiger un débat au Parlement sur la programmation de la recherche militaire (pour que la recherche militaire soit mise sous le contrôle du Parlement).
- Soumettre les allocations de budgets de recherche qui vont vers l'industrie (ex. crédit d'impôts recherche) à des conditionnalités sociales et environnementales afin de stimuler d'autres innovations dans les entreprises.
- Nous demandons à l'Académie des sciences de faire un nouveau rapport sur les NST et de se baser sur la démarche de son homologue britannique, la *Royal Academy*, intégrant dans la commission « nano » une majorité de non-experts et de non-spécialistes, une expertise contradictoire couvrant le champ des problématiques soulevées par les nano-questions : démocratique, environnemental, sanitaire, éthique, juridique *et* scientifique.
- Considérant la prégnance du complexe militaro-industriel dans le domaine des nanotechnologies, nous soutenons toute démarche parlementaire et politique visant à nous délester du poids monarchique et exclusif du président de la République en matière militaire.

A Grenoble :

- Geler les subventions des recherches ou installations en NST.
- Réorienter la politique de recherche locale.
- Organiser la conférence de citoyens sur les nanotechnologies avec la question proposée par le groupe de sociologues autour de Pierre-Benoît Joly: « Est-il souhaitable de poursuivre le développement des nanotechnologies à vocation civile ou militaire, à Grenoble ? Si non, quelles autres priorités de recherche, si oui, selon quelles conditions et dans quelles directions ? »