

# COMMISSION INTERDISCIPLINAIRE 43

## IMPACTS SOCIAUX DES NANOTECHNOLOGIES

*Président de la CID*  
Dominique VINCK

*Membres de la CID*  
Aline AUROUX  
Pierre BEAUVILLAIN  
Gilles BERTRAND  
Patrick BOISSEAU  
Dominique BOULLIER  
Jean-Pierre DJUKIC  
Jean-Marc DOUILLARD  
Hugues DREYSSE  
Marc DRILLON  
Giancarlo FAINI  
François GUILLEN  
Gérard HELARY  
Philippe LAREDO  
Louis LAURENT  
Patrick SCHMOLL  
André TOUBOUL  
André VIoux

L'émergence des nanosciences et des nanotechnologies amorce des transformations du paysage scientifique et industriel. Chercheurs, décideurs publics et privés, auteurs de science-fiction comme opposants entrent en scène, provoquant un bouleversement de l'industrie et des modes de vie. En France comme à l'étranger, le débat public comme les travaux des chercheurs en sciences sociales viennent à identifier une série de questions majeures pour la société en termes de régulation des dynamiques scientifiques, technologiques et économiques. Ces régulations concernent l'évaluation, la maîtrise des risques, l'intégration des nouvelles technologies comme la définition de priorités sociétales.

Le phénomène est également accompagné d'exagérations (*hype*) en termes de fabuleuses promesses liées à ces nouvelles connaissances et technologies ainsi que de craintes corrélatives suscitées par ces exagérations. Craintes et exagérations sont autant le fait de scientifiques, d'institutions, de romanciers, d'entreprises que de mouvements politiques ou citoyens. Si leurs fondements sont généralement sapés par les experts, qui tendent à minimiser les uns comme les autres, elles suscitent néanmoins des réactions sociales, politiques et économiques (par exemple, en termes de comportement d'achat) qui génèrent, à leur tour, des peurs de la part des investisseurs industriels, des décideurs politiques et des institutions de recherche.

Depuis les années 2000, s'expriment une série de réactions et des mouvements d'opposition, y compris des boycotts et des déplacements de préférences économiques. Le phénomène n'est certainement pas passager ; tout indique qu'il sera constitutif, dans la durée, de la dynamique socio-scientifique, technique et industrielle des nanosciences et nanotechnologies.

Diverses institutions ont déjà réagi en rassemblant des experts et des commissions et en produisant des rapports sur les risques, l'évaluation et la mise en forme des technologies : OPECST, DG santé et consommateur, assureurs de Suisse, nanoforum, Académie des sciences, Royal Society et Royal Academy of Engineering (1), NSF, etc. La reconnaissance internationale du besoin de se pencher sur les questions liées à la santé, à l'environnement, à l'économie et à la société ne fait nul doute. Les principaux plans de développement des nanotechnologies dans le monde prévoient explicitement d'intégrer ces questions dans les programmes de recherche à promouvoir, par exemple, le Plan stratégique développé par le National Science and Technology Council des Etats-Unis (NNI) (2) ou le Plan pour l'Europe 2005-2009 de la Commission européenne (3). Les institutions initient aussi diverses formes de dialogue science – société (voir par exemple ce qui est réalisé dans le cadre du réseau EPTA (4)).

Par ailleurs, des équipes, des réseaux et des programmes de recherche (en sciences sociales, toxicologie, métrologie, etc.) commencent à se structurer sur le plan international (pays anglo-saxon et Nord de l'Europe). Les chercheurs sont également convoqués pour alimenter l'aide à la décision, l'évaluation constructive des choix technologiques (*constructive technology assessment* aux Pays-Bas), le débat et la mise en place d'un système de régulation planétaire (par exemple, le Bureau consultatif international pour une nanoscience responsable).

Les enjeux sociétaux sont manifestement de grande ampleur tant sur le plan économique que politique. Ils sont liés aux besoins de légitimer les choix technologiques et industriels, voire d'en débattre, de normaliser les produits, les technologies et les instruments

de mesure, d'harmoniser les moyens d'action ainsi que de limiter les usages là où le comportement du produit est imprévisible et potentiellement dangereux. Il s'agit aussi d'informer, de prévenir, de surveiller et d'alerter, de légaliser, de réguler (régulation économique, politique, sociétale, éthique) pour protéger les marchés, les consommateurs et les citoyens. Il en va du contrôle par la société des dynamiques socio-économiques qui s'engagent. La question se pose de savoir comment les gouvernements et les institutions pourront traiter les impacts socio-économiques, environnementaux et sanitaires sans décourager l'exploration des perspectives bénéfiques.

## **1 – LA QUESTION DES « IMPACTS SOCIAUX » DES « NANOTECHNOLOGIES »**

La CID 43 « Impacts sociétaux des nanotechnologies » est supposée contribuer à la constitution d'un milieu de recherche en mesure de traiter avec rigueur les questions sociétales nouvelles liées aux nanosciences et nanotechnologies et à produire la connaissance de base utile à la réflexion collective et à la prise de décision. Dans ce contexte, la faiblesse numérique de la recherche française en toxicologie, en épidémiologie et en sciences sociales dans le domaine est remarquable. En explicitant sa vision des enjeux de la recherche dans le domaine, la CID 43 entend contribuer au renforcement d'un tel milieu de recherche.

### **1.1 « IMPACT » ?**

La CID 43 est intitulée « Impacts sociétaux des nanotechnologies ». Toutefois la notion d'*impact* est problématique. Elle est critiquée depuis longtemps dans les sciences sociales parce qu'elle laisse entendre que les change-

ments observés seraient la conséquence directe des caractéristiques intrinsèques des nouvelles technologies. Cette causalité a largement été mise en cause tant les mécanismes à l'œuvre qui conduisent à tel ou tel effet identifié sont variés et parfois complexes. Les effets observés s'expliquent autant par la nouveauté introduite que par la manière de l'introduire, par la façon dont les multiples acteurs impliqués s'en emparent et par les effets pragmatiques produits par leurs anticipations. De la même manière, il est malsain de réduire les programmes de recherche dans le domaine à une forme de prédiction des impacts ; prédiction d'ailleurs d'autant plus difficile que les experts eux-mêmes (scientifiques et industriels notamment) ne sont pas en mesure de définir précisément à quoi serviront réellement les nanotechnologies. Le domaine est large et mal défini. Les applications imaginables sont innombrables et beaucoup ne verront jamais le jour parce que les acteurs, économiques notamment, feront nécessairement des choix. L'évaluation globale des impacts est donc particulièrement compliquée. Elle suppose de s'appuyer sur un solide fond de recherche en mesure de qualifier les processus à l'œuvre ; elle suppose aussi d'être reconduite de manière régulière au fur et à mesure que se précisent les développements scientifiques et technologiques.

Au lieu de traiter des « impacts sociaux », la tendance dominante dans les programmes de recherche internationaux et dans les instances de régulation est plutôt de s'interroger sur *les enjeux* et sur *l'inscription sociétale* des nanotechnologies. Il s'agit de comprendre les mécanismes à l'œuvre et de préparer la mise en place des régulations sociétales qui devraient permettre de tirer effectivement profit (en termes de bénéfices pour l'humanité) de ces technologies, tout en minimisant les risques, dommages et inégalités. Les nouvelles technologies ne s'imposent pas d'elles-mêmes. La majorité des inventions ne deviennent d'ailleurs jamais des innovations. Pour qu'elles s'inscrivent effectivement dans les pratiques, elles supposent que soient engagées diverses transformations de la nouveauté technologique – qui ne rencontre pas d'emblée les inté-

rêts des acteurs dans la société – et de la société – qui doit, par exemple, transformer ses règles de droit, ses organisations et les compétences des individus.

Sur le plan de la recherche, la question est aussi de comprendre la manière dont les chercheurs peuvent intégrer dans leur travail cette préoccupation de l'insertion sociétale des nanotechnologies. L'histoire des sciences et des techniques nous enseigne que les chercheurs ne sont pas insensibles à leur environnement et intègrent partiellement les préoccupations et les modes de raisonnement contemporains, mais que cette articulation pourrait être optimisée. La mise en œuvre d'espaces de travail interdisciplinaire contribue à faire porter la réflexion au cœur de la recherche, par la réalisation d'un couplage plus étroit entre les questions sociétales et les questions scientifiques et technologiques. La question se pose donc de comprendre les processus de traduction et d'endogénéisation des questions sociétales au sein des communautés scientifiques, des institutions et des laboratoires.

## 1.2 « NANO » ?

Le terme « nanotechnologie » fait aussi débat dans la communauté scientifique. À part le fait de se référer à l'échelle du nanomètre (les dimensions inférieures au micron), l'éventail et la spécificité de ce que recouvre le terme est loin de faire l'objet d'un consensus. Certains restreignent le domaine aux nano-objets et aux phénomènes associés (y compris l'interaction entre les nano-objets) tandis que d'autres y incluent tous les objets dont au moins une des dimensions est nanométrique. Le flou de la définition est encore accru au niveau des nanotechnologies qui renvoient à des assemblages et à des systèmes dans lesquels les nano-objets ou les objets dont une des dimensions est nanométrique ne sont qu'un élément parmi d'autres. De même les avis sont très partagés sur leur caractère disruptif : activité séculaire (comme la chimie) « relookée », évolution naturelle pour certains,

révolution pour d'autres. Au flou de ces définitions s'ajoute un phénomène collectif dans le monde des sciences qui se traduit par l'inflation du recours au terme « nano », en vertu d'effets de mode, de visibilité recherchée et d'argumentaire destiné à convaincre les instances et partenaires qui soutiennent la recherche. La même extension se retrouve aussi très largement au niveau des débats publics où les « nanos » recouvrent un large ensemble d'objets hétérogènes (poudres, nano-machines, etc.) y compris des objets qui, jusqu'à ce jour sont plutôt des micro-systèmes (par exemple, les RFID).

Dans ce débat sémantique, certains cherchent à spécifier et à délimiter le domaine ce qui conduit à faire sortir du débat toutes une série de questions : exit les questions de respect de la vie privée avec le RFID, exit les questions de toxicité qui ne sont pas nouvelles (référence aux particules submicroniques de la silicose, de l'asbestose ou des émissions des moteurs Diesel). Or, qu'elles soient spécifiques aux nanos ou pas, qu'elles soient nouvelles ou pas, ces questions se posent ou se reposent à propos des nanotechnologies. Il est du devoir des chercheurs de ne pas les évacuer. Les « nanos » peuvent aussi être envisagées comme un cas d'école qui permet de revisiter des questions importantes.

Les nanos posent des questions de catégorisation (encore plus que dans le cas du développement des OGM) dont la résolution devrait aider à structurer des priorités et des programmes de recherche spécifique, par exemple, en fonction des différentes générations de nanotechnologie : nano-structures passives, nanostructures actives, nanosystèmes intégrés et nanosystèmes moléculaires hétérogènes. Ces différentes technologies correspondent probablement à des enjeux et des risques de natures différentes. Le domaine des nanotechnologies étant évolutif, la réflexion sur la catégorisation et sur les priorités devra elle-même être évolutive et intégrée dans le pilotage des programmes de recherche.

Les débats publics, de toutes les manières, auront probablement des conséquences pour les organismes de recherche,

comme c'est déjà le cas à l'étranger. Une institution comme le CNRS sera sollicitée pour faire progresser les connaissances là où il y a des interrogations ainsi que pour offrir une base d'expertise indépendante. Personne ne comprendrait que le CNRS ne se préoccupe pas de ces questions.

## **2 - LES DOMAINES DE RECHERCHE ET LEURS ENJEUX**

Les scientifiques s'accordent à considérer les nanotechnologies comme un domaine prometteur pour traiter quelques-uns des principaux enjeux de société actuels : le développement de solutions alternatives aux énergies fossiles, la protection des ressources en eau (dépollution), le développement durable, le progrès médical (vectorisation de médicaments, biopuces), le développement de solutions pour le stockage, la transmission et l'affichage de l'information, etc.

Le problème majeur est de réussir l'inscription des nanosciences dans la société. Cette inscription sociétale se heurte à des questions et à des incertitudes majeures pour lesquelles nous manquons de connaissance : incertitudes sur les objets (nanoparticules, nanodispositifs, etc.) et leur comportement, sur la toxicité et les risques, sur les fonctionnalités et usages, sur les modèles de développement industriel, sur les nouvelles modalités de l'organisation du travail scientifique, sur la géopolitique et les régulations à l'échelle planétaire, sur la réaction des marchés et des citoyens.

La recherche au CNRS devrait fournir les bases scientifiques nécessaires permettant d'anticiper les développements et les questions qui se posent afin d'être en mesure d'accompagner le mouvement. Le CNRS et ses membres sont déjà sollicités pour participer aux débats publics. Il pourrait se donner les moyens de

construire des programmes de recherche sur les questions qu'un débat public ne saurait suffire à trancher. Ainsi, il sera probablement interpellé sur des questions telles que : comment sont décidés les programmes de recherche ? Qu'a-t-on le droit d'explorer et de quelle façon (encadrer les recherches par le droit, inventer de nouvelles procédures démocratiques pour en décider) ? Comment travailler en laboratoire pour protéger les personnels de recherche ? Quelles procédures mettre en place pour les nouveaux produits ? Que mettre en place pour suivre la compétition internationale (moyens financiers, humains, organisationnels, coopérations européennes et internationales, coopérations avec les SHS) ? Il convient aussi d'aider la communauté des nanosciences et nanotechnologies à se construire sa propre réflexivité et capacité de pilotage des trajectoires d'innovation. Les sciences sociales ont montré que se construisent des « chemins de dépendance technologique » qui restreignent l'éventail des possibles orientations de recherche (par exemple, sur des solutions non-nano). La question se pose dès lors, pour la gouvernance des programmes de recherche, de la façon de se donner les moyens d'assurer un pluralisme des choix technologiques et d'éviter les verrouillages précoces sur des trajectoires technologiques irréversibles.

Les principaux domaines de compétence, directement concernés par ces questions, sont la toxicologie, l'épidémiologie et les sciences sociales (droit, économie de l'innovation, gestion, histoire des techniques, sciences politiques, sociologie).

## **2.1 LA DANGEROUSITÉ DES NANOPARTICULES ET DES NANODISPOSITIFS**

Concernant les nanoparticules, il est probable que leur production pour des applications diverses va croître. Institutions publiques et assureurs, ainsi qu'une partie de la communauté scientifique ont identifié qu'il y

avait urgence pour l'étude de leur dangerosité. Les industriels hésitent à s'engager dans un domaine où les risques (responsabilité engagée vis-à-vis des employés et des clients, rejet potentiel et retournement des marchés) sont encore trop élevés. De même d'autres industries comme les matériaux, la cosmétique deviennent objet de doute. Il n'y aurait développement industriel que si les risques sont connus et maîtrisés. Plusieurs institutions ont donc engagé des processus d'expertise collégiale et d'état de l'art sur les risques connus et sur les nouveaux risques potentiels. Il est unanimement reconnu que la nanotoxicologie est un large domaine de recherche encore très faiblement exploré ; les données manquent, les modèles d'analyse sont insuffisants. Le principe de précaution est appelé à être observé pour longtemps tandis que des chercheurs appellent de leurs vœux une collaboration scientifique internationale sur ces questions.

Plusieurs possibilités de financement de la recherche existent aujourd'hui dans les pays européens tandis qu'un appel à proposition a été lancé dans le cadre du 6<sup>e</sup> PCRD de l'Union européenne. Une recherche fondamentale en amont est engagée au niveau national et européen. Elle porte sur la détection, sur la réactivité des nanoparticules ainsi que sur l'interaction nanoparticules – organisme vivant.

Toutefois, la communauté scientifique reste encore très réduite et mériterait d'être renforcée, même si les quelques laboratoires actifs dans le domaine ont pris l'initiative de se coordonner et de travailler en réseau – initiative qu'il convient de saluer et de soutenir. Le domaine s'étend de la toxicologie à la détection, en passant par la caractérisation, nécessaire pour produire des connaissances de base, qui relève de la chimie et de la physique. Les méthodes de protection (filtres, dosimétrie) font également partie du lot.

Les notions de dangerosité et de risque concernent non seulement des problèmes de toxicité, mais plus généralement d'activité et d'interactivité avec les systèmes vivants, les écosystèmes et les êtres humains pour lesquels les modèles d'analyse sont encore insuffisants.

La réponse européenne (CTEKS, 2004) (5) préconise de définir les projets nanotechnologiques en fonction des indications fournies par des disciplines comme l'écologie, la géographie et la sociologie. Les enjeux géopolitiques sont tels qu'ils exigent la construction d'un dialogue à l'échelle internationale, supporté par des programmes de recherche. Avec les nanotechnologies, les décideurs politiques sont amenés à revoir les cadres d'expertise et d'élaboration des choix scientifiques et technologiques, avec la mise en place d'une démocratie technique qui œuvre plus en amont que par le passé. Le problème est d'inventer les coopérations transdisciplinaires locales et transnationales permettant de promouvoir l'intérêt général. Une institution comme le CNRS devrait être en mesure de jouer un rôle pionnier dans ce domaine.

Concernant la toxicologie, il y a un déficit manifeste en France, qu'il s'agisse de la chimie ou des nanotechnologies, alors qu'il y a une forte demande sociétale (en 2005 et 2006, il n'y avait que 2-3 projets ANR sur le sujet). Le CNRS pourrait toutefois contribuer à asseoir la base de connaissances dans ce domaine (toxicologie, détection, protection) en se renforçant et en structurant l'effort de recherche. Sa neutralité est précieuse dans une situation potentiellement controversée, mais cette neutralité est aussi fragile et menacée dans un contexte où les équipes sont également poussées à la collaboration avec les industriels. Le problème est d'imaginer des mécanismes faisant que ses travaux soient crédibles pour les divers acteurs concernés, y compris le grand public. Or, là aussi les inconnues sont grandes ; nous connaissons encore mal les mécanismes à l'œuvre et les processus de construction de la crédibilité dans la société. Des réponses au moins partielles sont la redondance (y compris au niveau Européen) et peut être aussi une réflexion sur des protocoles spécifiques garantissant confrontation, traçabilité et contrôle externe.

La question des protections se pose à tous les niveaux :

- en entreprise : comment doivent travailler les personnels de la recherche et les employés dans les entreprises du secteur?

Faut-il aller jusqu'à imposer des laboratoires ou des unités de productions avec des enceintes confinées (à l'image de ce qui existe en chimie ou en biologie) pour avoir le droit de manipuler certaines nanoparticules ? Si oui à partir de quels seuils ?

- pour décider de certaines voies de recherches délicates, peut-on se satisfaire de dispositions générales ? Faut-il des comités ad hoc (d'éthique) pour aborder ces questions au fur et à mesure qu'elles se posent et pour définir les dispositifs opérationnels appropriés (par exemple, une police interne à la science comme dans les NIH) ?

- pour le public : quelle normes, quelle réglementation ? Faut-il un dispositif calqué sur la chimie, sur l'industrie du médicament ?

## 2.2 L'INSCRIPTION SOCIÉTALE DES NANOTECHNOLOGIES

Les sciences sociales ont un rôle important à jouer dans l'élucidation des mécanismes et des processus d'inscription et de régulation sociétale des produits des nanosciences et des nanotechnologies. Le succès ou l'échec des innovations est largement conditionné par des processus collectifs dans lesquels interviennent de multiples acteurs (industriels, législateurs, médias, citoyens, associations, etc.). Il importe d'en comprendre les mécanismes : analyse des représentations sociales et des formes de médiation, structuration de nouvelles élites professionnelles et sociales, analyse des formes de régulation (économiques, politiques et sociétales), analyse des processus de transformation des nanoobjets suivant les attentes de la société, analyse des processus d'émergence de nouveaux groupes sociaux concernés.

La constitution et l'implication d'une communauté de recherche en sciences sociales est largement reconnue comme importante pour aider à comprendre les dynamiques à l'œuvre et les mécanismes de légitimation des

choix technologiques et industriels. Il s'agit d'accompagner les processus de normalisation des produits et technologies ainsi que la limitation des usages, pour améliorer la vigilance sociétale et mesurer les effets des mécanismes de régulation économique, politique, sociétale en termes de protection des consommateurs et des citoyens. Les grandes questions qui se posent sont, en particulier, les suivantes :

### **Comprendre les mécanismes de régulation et leurs effets**

Le développement des nanotechnologies constitue un bouleversement important de l'industrie et de la société qui ne peut être laissé à lui-même tant sont élevés les risques (sanitaire, environnementaux, respect des libertés et de la vie privée, etc.). Scientifiques, politiques, industriels et citoyens s'accordent pour appeler de leurs vœux une certaine régulation. Or, les mécanismes de régulation des innovations technologiques majeures sont encore très mal connus. Ces régulations sont variées (droit, administrations et action des inspecteurs, réglementations et normalisations de toutes sortes, dépôt de plaintes et leur traitement par la justice, rôle des assureurs, des consultants, des modes managériaux et des grands corps de l'Etat, débat et discussion, etc.) et le genre d'effet qu'elles produisent dans la durée reste à élucider. Un important champ de recherche pluridisciplinaire devrait être impulsé sur ces questions. Seraient directement concernés historiens, sociologues, politistes, économistes et juristes. Des travaux de recherche en histoire, par exemple, pourraient porter sur la régulation de phénomènes technologiques comme l'implantation de l'industrie chimique, de l'éclairage au gaz ou le contrôle des machines à vapeur (voir les travaux du centre Koyré). L'histoire fournit une grande gamme d'expériences qui permet de faire varier les paramètres et de montrer les effets de certains phénomènes difficiles à déceler dans le contemporain.

Il serait également pertinent d'explorer les possibilités de construction de systèmes de régulation et de gouvernance plus en

mesure d'anticiper et de faire preuve d'intelligence sociale : étude des formes institutionnelles et organisationnelles et ce qu'elles produisent dans la durée. Il convient par exemple d'étudier les effets dans la durée (sur l'innovation, les risques, l'équité, la dynamique des marchés, etc.) des différentes manières d'interpréter et de mettre en œuvre le principe de précaution.

Des questions se posent, y compris dans le domaine des brevets, concernant la normalisation et la protection de nouveaux objets dont les propriétés ne sont pas nécessairement reproductibles.

Les nanotechnologies étant convoquées dans des projets qui touchent au vivant, à l'être humain et au cerveau (y compris l'idée d'une amélioration de l'être humain), il convient de tirer les leçons de passé quant aux diverses modalités de régulation des techniques qui touchent à l'humain (déviances des personnes, dérives sectaires, usages commerciaux et dérives sociétales).

Parmi les questions que l'on voit se profiler pour l'avenir, nous retiendrons à titre d'exemple :

- l'irruption des nanotechnologies dans l'alimentation (nanofood) et la demande de réflexion sur la régulation dans ce domaine ;

- l'émergence de matériaux ou de procédés à base de nanoparticules et la question de ce qui est légitime ou non de faire (par exemple en termes de « nanorémédiation » des sols pollués) ;

- l'association entre développement des nanotechnologies, développement durable et équité ;

- l'exploration de la frontière d'humanité. Avec les xenogreffes et l'hybridation de dispositifs techniques intelligents dans le corps humain, les conceptions anthropologiques classiques de l'humanité sont remises en cause et, avec elles, les fondements des repères normatifs de l'action. Les problèmes soulevés par les acteurs portent notamment sur la construction d'êtres hybrides, les risques sanitaires

et les risques liés à l'industrialisation et à la mise en marché des pratiques innovantes.

Toutes ces questions impliqueront des débats scientifiques et de société pour la construction collective de nouveaux repères et de nouvelles régulations de l'action. Dans cette exploration collective, le fait de disposer d'une solide communauté scientifique en sciences sociales sera déterminante; elle devra permettre d'injecter dans la discussion des résultats de recherche fondés sur des travaux empiriques solides et sur une conceptualisation rigoureuse afin de ne pas laisser le seul équilibre des opinions (des chercheurs, des politiques ou des citoyens) définir les choix collectifs.

### **Comprendre l'éclosion et la dynamique des controverses**

Après les grandes controverses (sang contaminé, vache folle, OGM) qui ont ébranlé nos sociétés depuis 20 ans, il y a fort à parier que les nanotechnologies exploseront sur la scène publique au travers de nouvelles controverses de grande ampleur. Le mélange des alliances entre sciences, industries et militaires, de la mondialisation des transactions et des débats, de la prolifération de fictions littéraires et de mouvements sociaux porteurs d'aspirations humanistes et transhumanistes, constitue le terrain approprié pour l'éclosion de grands débats portant sur les visions probables et souhaitables du monde futur. Les institutions de recherche, les entreprises et les États risquent d'être pris dans ces immenses controverses. La sociologie et les sciences politiques ont déjà développé une capacité d'expertise dans ce domaine qu'il convient de remobiliser et d'étoffer pour suivre et comprendre ce qui se joue dans le cas des nanotechnologies. Le questionnement se décline sur divers niveaux :

- comprendre à quelles conditions peuvent émerger des mouvements d'alerte et de critique au sein des réseaux scientifiques, au plus proche des dispositifs et des questions concrètes qu'ils soulèvent, comme au sein de la société. Il s'agit aussi de voir par quels méca-

nismes mettre en œuvre un processus collectif de discernement (rendu public, épreuve de tangibilité) et de tri des alertes, conduisant à la mise en place de garde-fou ;

- comprendre comment les mouvements critiques vont installer leurs dispositifs de protestation dans la durée, tenant compte d'une gamme d'action d'alertes, de critique radicale et de débat public notamment. Il s'agit de poursuivre le développement de méthodes d'analyse du suivi des mouvements de protestation, sans porter de jugement a priori et sans devenir l'instrument d'une acceptabilité sociale. Ces techniques d'analyse doivent être en mesure de suivre au plus près les dossiers, au-delà de l'effondrement des prophéties de bonheur, et de rendre compte des controverses dans leur complexité ;

- explorer les modalités d'engagement du public dans la mise en forme des priorités sociotechniques. Le questionnement est d'autant plus fondamental que le public ne constitue pas une entité simple et homogène dotée d'une rationalité unique. Un des enjeux tient au fait que l'engagement du public peut contribuer à l'identification précoce de certains risques comme à une meilleure inscription des nouveautés dans la société. On sait aujourd'hui qu'il ne suffit pas de bien informer et de bien communiquer ; il s'agit de construire des dispositifs qui rendent possible la co-construction des analyses et des choix. L'éventail des méthodes délibératives et ce qu'elles construisent dans la durée reste un champ d'investigation à peine exploré.

### **Analyser les mécanismes de l'insertion sociale des nanomachines**

Des programmes de recherche et développement sortiront de nouveaux êtres (à la frontière du vivant) avec lesquels les sociétés (droit, éthique, politique) devront composer. Les filières de production industrielle se recomposent et de nouveaux systèmes de production s'inventent. Les entreprises et les nations sont conduites à opérer des choix stratégiques parce qu'il sera de plus en plus difficile d'in-



vestir tout azimut. L'introduction de ces technologies conduit à transformer des pans importants de la vie en société, à imaginer les usages et les nouveaux réseaux sociotechniques à construire.

Les questions de recherche portent simultanément sur les transformations (législatives, professionnelles, économiques, marché de l'emploi, etc.) à l'œuvre ou souhaitables pour être en mesure de tirer profit de ces nano-ressources et pour assurer une régulation sociale à l'égard des risques émergents. Il s'agit, entre autres :

- d'analyser les visions et valeurs implicites qui contribuent à mettre en forme les nouvelles technologies sur les plans techniques et sociétaux. Ces visions et valeurs orientent et contraignent les trajectoires scientifiques et sociotechniques et expliquent en partie les irréversibilités qui se mettent en place. Or, il importe pour la société de garder un contrôle sur ces trajectoires et une possibilité d'emprunter une trajectoire alternative ;

- d'étudier la répartition des risques, des désagréments et des bénéfices (y compris la fracture nord-sud) ;

- de comprendre les conditions d'émergence des nanotechnologies et d'analyser le rôle respectif des grandes entreprises et des start-ups à l'échelle européenne. Des questions importantes se posent à propos des modèles de développement économique.

### **Se pencher sur le phénomène de globalisation des nano**

Nous assistons à l'émergence d'un schéma de développement mondial des nanotechnologies, mais nous ne disposons pas des instruments d'analyse permettant de raisonner les mécanismes à l'œuvre, qui relèvent de l'économie, de la sociologie (des sciences comme des sociétés) et de la géopolitique. Les questions d'engagement du public et de régulation se posent éminemment au niveau planétaire. Sur ce plan, le fossé à combler sur

le plan de la recherche et des institutions est phénoménal.

## **2.3 RECONFIGURATION DE LA RECHERCHE ET DE L'INDUSTRIE**

Le défi pour les technologues, décideurs politiques, industriels et citoyens, est de trouver les moyens d'influencer le cours des évolutions technologiques dès leurs premières mises en forme et avant que des trajectoires irréversibles se soient constituées. Ces mises en formes dépendent des interactions entre de multiples acteurs, notamment les chercheurs et les industriels. La compréhension de la constitution des trajectoires des nanotechnologies et de leurs impacts sociétaux suppose alors de prendre en compte les transformations en cours au niveau des acteurs scientifiques, technologiques et industriels. Les productions scientifiques et technologiques et leur inscription sociale dépendent de la dynamique des acteurs qui les conçoivent.

### **Analyser les modèles de développement scientifique**

Le problème est aujourd'hui de mieux comprendre les dynamiques et les modèles de développement scientifique (convergence NBIC, concentration des ressources) et les modèles industriels. Des questions se posent aussi concernant les dynamiques différenciées des nanosciences et des nanotechnologies, ainsi que sur la diversité des chemins de décisions, la structuration de groupes experts inattendus, l'émergence de circuits de pouvoir concurrents dans le financement de la recherche. La recherche sur ces questions pourrait s'appuyer sur les laboratoires de sciences sociales déjà bien implantés en anthropologie et sociologie des sciences et en économie de l'innovation.

Sur le plan des dynamiques scientifiques : la transformation des articulations entre disci-

plines (convergence), la fusion de la science et de l'ingénierie, de la technologie et de la médecine, les nouvelles organisations du travail (plateformisation, réseaux) constituent des phénomènes qu'il convient d'analyser, d'autant plus que les acteurs scientifiques eux-mêmes s'interrogent beaucoup sur les transformations à l'œuvre ou souhaitable de leurs propres institutions, disciplines et pratiques de travail. Des questions fondamentales se posent quant à l'avenir de certaines disciplines et quant à la réalité d'une convergence entre disciplines. Sur ce plan, la recherche en scientométrie pourrait apporter une aide. De la même manière, des questions se posent quant à l'anticipation des domaines qu'il conviendrait d'investir, par exemple en regard des grandes masses de données qui résulteront de la prolifération de capteurs de toutes sortes ou de la prise en compte de la complexité. Des questions de fonds se posent quant à la manière dont les disciplines se déploient et se recomposent, en relation avec les coups de force industriels et politiques qui modifient le paysage de la recherche.

Ce qui se passe en matière de nanotechnologies est aussi exemplaire d'un double phénomène de concentration territoriale et de mise en réseau des compétences scientifiques et technologiques. Ce phénomène, majeur dans l'histoire des sciences et des techniques après l'aire de la Big Science, se traduit par la constitution de districts scientifiques et techniques. Un tel phénomène retient l'attention de sociologues, économistes, politologues, gestionnaires et géographes. Les questions portent sur la territorialisation des sciences et sur les dynamiques économiques correspondantes. Dans le même ordre d'idée, des questions se posent quant à la dynamique de l'emploi et quant aux relations Nord-Sud.

### **Comprendre la transformation des pratiques de recherche**

Chercheurs et technologues dans les nanotechnologies agissent dans des institutions de plus en plus hybrides : de recherche

fondamentale et appliquée, privée et publique, mélangeant les disciplines (convergence). Ils sont, en outre, pris dans une spirale médiatique forte, des sollicitations industrielles accrues, des questionnements éthiques et sociétaux fondamentaux et une concurrence internationale féroce.

Dans ce contexte, l'organisation de la recherche se transforme et de nouvelles figures professionnelles de chercheurs émergent. Nous assistons à des transformations fondamentales des institutions et des pratiques de recherche qui interrogent les chercheurs eux-mêmes quant à leur identité professionnelle et aux finalités de ce qu'ils font. Le questionnement sur l'inscription des nanotechnologies dans la société ne se limite ainsi pas à ce que si passe en aval de la recherche (médiatisation, régulation des applications et usages) ; il opère aussi au cœur des institutions productrices de connaissances certifiées et de ruptures conceptuelles pour la technologie. De la dynamique de ces institutions dépend en partie la dynamique sociétale des nanotechnologies. Il importe donc d'engager suffisamment de travaux de recherche pour comprendre ce qui s'y joue afin d'éviter d'en faire un point aveugle de la gouvernance d'ensemble. Plutôt que de se concentrer sur les seuls impacts sociétaux, encore largement indéterminables, il importe de comprendre comment ces impacts résultent aussi de modes de production scientifique et technique particulier qui posent question aux chercheurs eux-mêmes. Il en est ainsi de la mise en relation des industriels et des scientifiques des laboratoires publics, identifiée comme une faiblesse dans tous les rapports officiels. Il convient, en particulier, d'analyser les pratiques professionnelles des chercheurs qui évoluent dans un contexte d'hybridation organisationnelle instable.

Au niveau des laboratoires, il convient aussi de regarder comment les chercheurs organisent leurs activités en relation avec les différentes arènes sociétales, politiques et industrielles. Les chercheurs de base sont généralement convaincus que la science progresse, mais ils développent en même temps un regard critique, ancré sur leurs expériences au contact

des objets et des instruments, qui les porte à relativiser les mots d'ordre (industriels ou institutionnels) et les prophéties qui tendent à totaliser sous l'appellation de nanotechnologie des problèmes et des travaux de natures différentes. Ils procèdent à des choix dont la dynamique n'est pas déterminée uniquement par des facteurs intrinsèques. Les enjeux financiers de la recherche les conduisent, notamment, vers une forme de duplicité vis-à-vis des décideurs politiques et autres gestionnaires de la recherche. La manière dont s'élaborent les stratégies de recherche individuelles et collectives gagnerait à être étudiée, de même que la transformation des modalités de travail (nouvelles formes de division du travail) et des identités professionnelles. Nous manquons de recherches socio-anthropologiques portant sur les laboratoires, y compris industriels, pour asseoir une réflexion sur les dynamiques à l'œuvre et pour analyser les « modes de production scientifique et technologique ».

### **Comprendre l'émergence des nanos**

L'émergence des nanotechnologies est un phénomène qui retient déjà l'attention des historiens anglo-saxons. De telles recherches devraient permettre de mieux anticiper ce type de phénomène. Il s'agit notamment de mieux saisir le rôle des attentes et des projections faites par les différents acteurs ainsi que l'établissement et la stabilisation de nouveaux réseaux sociotechniques. Des questions spécifiques relèvent notamment de l'économie autour des modèles industriels et de développement économique.

### **Comprendre les processus de reconfiguration des organisations et des professions**

On assiste à des processus d'hybridation des entités de recherche et des chercheurs, sur le plan des appartenances organisationnelles et disciplinaires. Il s'y invente des agencements organisationnels (notamment autour de plateformes technologiques), de nouvelles formes

de production des savoirs et de gestion de l'innovation. Gestion par projet et gestion des laboratoires sont repensés et soulèvent des questions relevant de la dynamique des organisations et de l'harmonisation de cultures matérielles hétérogènes. Pour maîtriser les dynamiques à l'œuvre, les acteurs ont besoin d'identifier et de caractériser les nouvelles règles et structures apparues avec le développement des nanosciences et nanotechnologies, par exemple, les règles qui commandent le partage des outils de travail ou les droits de propriétés. De même, les processus de diffusion des concepts aux interfaces, notamment entre les disciplines, sont encore méconnus et sont à la source de questions récurrentes pour la politique scientifique : comment agir sur ces processus à différentes échelles ?

Il convient aussi de comprendre les alliances et résistances des chercheurs de base vis-à-vis des changements organisationnels.

Au-delà des processus d'hybridation entre organismes privés et publics, le passage aux nanotechnologies va aussi de pair avec une transformation des métiers de chercheurs et d'ingénieur dont les compétences en viennent à se rapprocher. La recherche est appelée à qualifier le phénomène et à en saisir la portée en termes de professionnalité, de construction identitaire et de trajectoire professionnelle.

Des questions se posent aussi quant à la manière d'organiser la recherche (ses finalités, son organisation disciplinaire ou thématique) et ses liens avec la société (construction de la confiance, pertinence et modalité des contrôles). Comment, par exemple, concilier valorisation de la recherche et construction de la confiance du public ?

## **3 – ÉTAT DES LIEUX PAR THÈME**

La CID 43 « Impacts sociétaux des nanotechnologies » est supposée contribuer à la

constitution d'un milieu de recherche en mesure de traiter avec rigueur les questions sociétales nouvelles liées aux nanosciences et nanotechnologies et à produire la connaissance de base utile à la réflexion collective et à la prise de décision. Dans ce contexte, la faiblesse numérique de la recherche française en toxicologie, en épidémiologie et en sciences sociales dans le domaine est à souligner et à déplorer.

### 3.1 FORCES ET FAIBLESSES DE LA RECHERCHE FRANÇAISE

En France, un milieu de recherche est en cours de constitution et de structuration en toxicologie et en sciences sociales (économie, sociologie, droit, histoire et sciences politiques), mais globalement, l'expertise est nettement insuffisante en sciences sociales comme en toxicologie.

Sur la dangerosité des nanoparticules et des nanodispositifs, quelques laboratoires sont actifs et compétents dans ce domaine en France, mais ils mériteraient d'être renforcés comme le CEREGE (transferts et transformations des contaminants dans les écosystèmes) à Marseille. D'autres laboratoires sont également actifs dans le domaine et fonctionnent en réseau.

Quant à l'inscription sociétale des nanotechnologies, à ce jour, les travaux sont encore globalement assez rares, mais la situation change rapidement avec de forts moyens investis par les institutions de recherche à l'étranger.

Dans les grands colloques internationaux du domaine des *Sciences studies*, depuis 2004, les sessions consacrées aux relations entre nanotechnologies et société occupent une place croissante. Les chercheurs américains, britanniques et nord-européens y sont très présents. Un réseau international est apparu depuis 2005 sur ces thématiques : *International Nanoscience and Society Network* (INSN).

Deux équipes de chercheurs français (LATTS UMR CNRS-ENPC, PACTE UMR CNRS-Universités de Grenoble) y sont présentes.

La majorité des chercheurs en sciences sociales dans le monde anglo-saxon s'est précipitée sur le débat sociétal en traitant des problèmes éthiques et sociétaux que posent les nanotechnologies (à partir des écrits d'auteurs comme Drexler, etc. et de la science-fiction ou à partir du développement et de l'implantation de puces sous-cutanées). En France, ce sont surtout les travaux de Bernadette Bensaude-Vincent et de Jean-Pierre Dupuy (CREA, Ecole polytechnique), qui relèvent de la philosophie et de l'histoire des sciences, qui sont les plus visibles sur la question des nanotechnologies.

D'autres chercheurs se penchent sur l'imaginaire des chercheurs ou sur les perceptions du grand public, sur la mise en œuvre de débats publics (nanojury, nanoforum, etc.) et sur la médiatisation des nanotechnologies. Les travaux sont encore loin d'être satisfaisants à ce jour. Toutefois, plusieurs chercheurs français se sont engagés sur ces questions et aboutissent à des résultats fort intéressants, en particulier le travail du sociologue Pierre-Benoît Joly (INRA) concernant les modalités d'une intervention du public sur ces sujets et ceux de Francis Chateauraynaud (EHESS) qui mobilise des méthodologies de suivi et d'analyse des controverses extrêmement innovants et précis.

Les recherches en sciences politiques ne sont pas encore manifestes en France sur ces questions, tandis qu'une petite équipe de juristes du CNRS (CECOJI) développe, depuis 2005, un projet de recherche interdisciplinaire, prospectif, sur les questions de droit et nanotechnologie. Le CNRS n'est pas un acteur important, en nombre, dans le domaine du droit ; son atout serait toutefois peut être de travailler à l'interface entre le droit, les techniques et les usages. Les enjeux en termes de définition des réglementations et de leur harmonisation internationale sont considérables. Pour les sciences politiques, un objectif est d'étudier la mise en forme de nouveaux groupes d'élites qui ne reposent pas sur des trajectoires socioprofessionnelles prévisibles

et d'analyser les répertoires d'actions mobilisés par ces groupes. Il s'agit également de se pencher sur les bureaucraties techniques (en particulier, les agences) légitimes à venir pour traiter de ces questions.

Sur la question des dynamiques de reconfiguration de la recherche et de l'industrie, les travaux de sciences sociales publiés ou en cours dans le monde sont encore extrêmement rares. Peu nombreux sont les chercheurs qui se penchent sur les dynamiques scientifiques et industrielles effectivement à l'œuvre ou qui travaillent étroitement avec les laboratoires. Dans le domaine des études des politiques publiques, de l'économie de l'innovation et de la gestion, des recherches émergent aux Etats-Unis et en Europe où un réseau s'est structuré (*Nanodistrict*). Deux équipes françaises (GAEL UMR INRA – Université P. Mendès-France et LATTIS UMR CNRS-ENPC) y sont très actives. Dans le domaine de l'étude des sciences (ethnographie de laboratoire en particulier), rares encore sont les équipes actives dans le monde. L'équipe la plus active en ce domaine est actuellement l'UMR PACTE (CNRS – IEP et Universités de Grenoble); d'autres travaux sont également engagés notamment à l'Université de Göteborg (Suède) et à l'Université de Lucerne (Suisse).

Cependant, la recherche française sur ces questions est numériquement très faible et sans commune mesure avec les gros investissements consentis sur les sciences sociales aux États-Unis. La recherche française s'organise en un nombre réduit de laboratoires, dont certains regroupent déjà des équipes de taille significative, développant des échanges entre eux. Parfois, localement, comme c'est le cas à Grenoble, cadre d'une forte concentration de laboratoires actifs dans le domaine des nanosciences et nanotechnologies, le nombre de chercheurs et doctorants engagés, toutes disciplines SHS confondues, est tel qu'on puisse déjà parler d'un pôle d'excellence. Par comparaison aux travaux qui apparaissent dans les colloques internationaux, les chercheurs SHS français engagés dans le domaine témoignent de travaux de grande qualité et souvent origi-

naux, mais encore trop souvent peu visibles en langue anglaise.

Les forces de la recherche SHS française sur les nanotechnologies :

- quelques pôles de recherche (EHESS, ENPC, Universités de Grenoble, Polytechnique, etc.), actifs et d'excellence, qui se connaissent et développent des travaux en coopération ;

- des recherches qui se développent souvent en relation étroite avec les acteurs du domaine (institutions de recherche et laboratoire, entreprises ou acteurs du débat public). Au cours des derniers colloques internationaux, il est apparu que ce travail de sciences sociales en relation étroite avec les laboratoires du domaine constitue un atout considérable et conduit à des analyses très différentes de celles qui proviennent des seuls éléments de débat dans l'espace public ;

- des chercheurs SHS qui développent des coopérations interdisciplinaires, par exemple entre sociologie et gestion, entre droit et sociologie.

Les faiblesses de la recherche française dans ce domaine sont les suivantes :

- faiblesse numérique liée au fait que les institutions de recherche investissent très peu (un seul recrutement CNRS (6)). Le contraste est frappant avec la situation américaine où la NSF a créé en 2006 deux grosses équipes de recherche (par exemple, le *Center for Nanotechnology in Society* à l'Université de Californie à Santa Barbara avec près de 40 personnes), dotées chacune de 5 millions de dollars sur une durée de 5 ans, et structurant un réseau plus étendu de petites équipes. L'ANR a, depuis 2007, lancé un volet « aspects éthiques sociétaux » dans son programme PNANO, mais la communauté scientifique en sciences sociales sur les nanotechnologies est encore numériquement si faible que les propositions de recherche soumises se comptent sur les doigts d'une main ;

- visibilité dans le monde anglo-saxon encore insuffisante (bien qu'en progression rapide) ;

– des équipes localement très fragiles, reposant sur un unique chercheur ou enseignant-chercheur, entouré de quelques doctorants, et à la merci des ressources incitatives. Il conviendrait de stabiliser et de renforcer les quelques pôles d'excellence existants ;

– l'absence de grands programmes interdisciplinaires de sciences sociales sur les questions liées aux nanotechnologies à la différence, par exemple, du Québec, où les recteurs des universités élaborent un plan d'action pluriannuel (2006-2009) pour les sciences sociales. Ce plan a pour objectifs de définir un cadre conceptuel pour la recherche, de mobiliser rapidement les chercheurs en sciences sociales sur les questions de nanotechnologies, ainsi que de développer et d'organiser l'expertise dans le domaine. Le financement de ce plan de mobilisation des sciences sociales devrait être à hauteur de 10% du budget du programme NanoQuébec.

Globalement, même si des équipes de chercheurs en SHS travaillent étroitement avec les laboratoires actifs dans les nanosciences et nanotechnologies, les dispositifs d'échange entre disciplines sont encore insuffisants :

– il n'y a pas de noyau significatif de plusieurs chercheurs en sciences sociales au sein d'un grand labo de sciences exactes ;

– il n'y a pas de coordination des sections du Comité National concernant les questions de nanotechnologies ;

– il n'y a pas de pôles de recherche pluridisciplinaire visible, en mesure d'afficher des compétences, par exemple, en « nanotoxicologie et dialogue sociétal », en « nanotechnologie et socio-économie de l'innovation » ;

– il y a peu d'implications des chercheurs en sciences de la nature ou SPI dans le travail de recherche des sciences sociales. Le problème est aussi qu'une partie de la communauté scientifique est dans la négation des questions qui se posent. Globalement, la sensibilité des chercheurs aux questions sociétales est modeste, en particulier chez les plus jeunes. Il n'y a pas non plus de processus manifeste

d'endogénéisation de la réflexion dans la réflexion stratégique des laboratoires, contrairement à la prise en compte des dynamiques scientifiques internationales et des exigences véhiculées par le monde industriel. De plus, il y a peu de systèmes de veille et d'alerte où chercheurs de base et laboratoires jouent un rôle reconnu. Les chercheurs en nanosciences et nanotechnologies pourraient aider les sciences sociales à ouvrir la boîte noire des nanotechnologies et, inversement, s'approprier les résultats intermédiaires (par exemple, concernant les processus de territorialisation de la recherche, la reconfiguration des identités professionnelles, les modèles de développement qui orientent les dynamiques scientifiques collectives ou les questions concrètes d'équité qui s'inscrivent dans les détails de la conception des nanodispositifs, etc.) pour en évaluer les répercussions sur leurs propres recherches.

Globalement, aussi, le flux de recrutement, dans ces domaines pourtant considérés comme importants, n'est pas suffisant, ni même significatif.

## 3.2 LES LABORATOIRES CONCERNÉS

### Nano-toxicologie

CEREGE (UMR CNRS – Université Paul Cézanne) (dir. J.-Y. Bottero) – Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement ; actif sur les questions de transferts et de transformations des contaminants dans les écosystèmes.

LBME – Laboratoire de Biogénotoxicité et Mutagénèse Environnementale (EA – Université de la Méditerranée, Marseille) (dir. A. Botta).

LCMC – Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée (Université Pierre et Marie Curie, Paris) (équipe « nanomatériaux inorganiques » dir. J.P. Jolivet).

Laboratoire de chimie analytique (Université Paris XI) (dir. F. Moussa).

Au CEA – DRECAM (Saclay) – trois laboratoires associés ou unités mixtes du CNRS : Laboratoire Francis Perrin (URA 2453, dir. C. Reynaud); Laboratoire Pierre Sue (UMR 9956, dir. B. Gouget); Laboratoire Claude Frejacques (URA CNRS 331, dir. O. Spalla).

LEMIR (Laboratoire d'Écologie Microbienne de la Rhizosphère) (UMR 163 CNRS-CEA- Université de la Méditerranée, dir. T. Heulin) : Biologie des échanges entre plantes et bactéries rhizosphériques.

Laboratoire de Cristallographie et Minéralogie de Paris (microscopie électronique).

ITODYS (Interfaces, Traitements, Organisation et Dynamique des Systèmes) (UMR CNRS-Paris VII).

## SHS

CECOJI (UMR CNRS – Université d'Ivry) – Centre d'Études sur la COopération Juridique Internationale [droit] (dir. I. de Lamberterie).

Droit comparé (UMR CNRS – Université de Paris 1) (dir. H. Ruiz-Fabri) – Centre de recherche en droit des sciences et des techniques [droit].

GAEL (UMR INRA – Université P. Mendès-France, Grenoble) – Laboratoire d'économie appliquée de Grenoble [économie-gestion] (dir. B. Ruffieux).

GEMAS (UMR CNRS – Université de Paris-Sorbonne) – Groupe d'Étude des Méthodes de l'Analyse Sociologique [sociologie] (dir. T. Shinn).

GSPR (EHESS) – Groupe de Sociologie Pragmatique et Réflexive [sociologie].

LATTS (UMR CNRS – ENPC et Université de Marne-la-Vallée) – Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés (dir. J.-M. Offner), équipe « Technique, Innovation et Organisation » (dir. P. Flichy).

PACTE (UMR CNRS – IEP, Universités de Grenoble) [sciences politiques, sociologie et sciences du territoire] (dir. G. Saez) – Dispositif transversal « Sciences et société » (dir. D. Vinck, C. Gilbert, Y. Chalas).

---

## Notes

(1) « Nanosciences et Nanotechnologies : Opportunities and Uncertainties » (2004), Royal Society and Royal Academy of Engineering, [www.royalsoc.ac.uk](http://www.royalsoc.ac.uk).

(2) « The National Nanotechnology Initiative » (2004), National Nanotechnology Initiatives, [www.nano.gov](http://www.nano.gov)

(3) « Nanosciences et nanotechnologies : an action Plan for Europe 2005-2009 » (2005), Commission de l'Union européenne, <http://www.euractiv.com/en/science/nanotechnology/article-117523>

(4) <http://www.eptanetwork.org/EPTA/search.php?pattern=nanotechnology&title=title&desc=desc&keyword=-1>.

(5) Nordmann A. (2004) *Rapporteur du High-Level Expert Group Foresighting the New Technology Wave – Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*: Report. Brussels: European Commission, 27 sept. 2004, [http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final\\_report\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf).

(6) En ajoutant le concours 2007, le CNRS aura peut-être recruté en tout et pour tout trois chercheurs en sciences sociales pour travailler sur les nanotechnologies ; en l'occurrence, il s'agirait de deux juristes (via la CID 43) et d'un sociologue (via la section 40).

## **ANNEXE**

### **ANNEXE 1 : LISTE DES PERSONNES CONSULTÉES**

Pour établir ce document, la CID 43 a consulté une série de collègues repérés pour leur compétence et investissement dans le domaine de la CID :

Rémy Barré, économie

Bernadette Bensaude-Vincent, histoire et philosophie

Francis Chateauraynaud, sociologie

Claude Gilbert, sciences politiques

Pierre-Benoît Joly, économie

Isabelle de Lamberterie, juriste

Vincent Mangematin, gestion

Dominique Pestre, histoire

François Tardiff, nanotechnologue

Virginie Tournay, sociologie et sciences politiques