

Institut de Sciences Humaines et Sociales
Université de Liège

Résister aux Nanotechnologies

Analyse des argumentaires construits autour d'une technologie émergente

Mémoire présenté par Patrick Gillon,
En vue de l'obtention du grade de licencié en sociologie.

Promoteur : M. Marc JACQUEMAIN
Lecteurs : M. Sébastien BRUNET
M. Christophe LEJEUNE

Année Académique 2005 - 2006



Ce travail est mis à la disposition de la collectivité sous une licence « creative commons » sous les conditions « Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.0 Belgium ». Pour en connaître les termes exacts, consultez le lien suivant :

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/be/>

Remerciements

Ce travail n'aurait jamais pu aboutir sans le soutien et l'aide de nombreuses personnes. Je tiens donc à les remercier chaleureusement pour tous ces gestes, petits ou grands, qui ont été autant de coups de pouces dans l'avancement de ce travail.

En premier lieu, je tiens à exprimer ma gratitude à M. Sébastien Brunet pour ses conseils, son ouverture d'esprit et sa patience. Et pour m'avoir secoué le cocotier à temps.

Je remercie M. Marc Jacquemain et M. Christophe Lejeune pour leur disponibilité et le soin qu'ils ont apporté à répondre à mes interrogations tout au long de l'année. Je tiens tout particulièrement à témoigner ma reconnaissance à M. Lejeune pour ses relectures de dernière minute.

Merci à Martin Erpicum pour avoir été présent à la fois comme ami, sociologue et ancien étudiant en sociologie : qu'il me pardonne des remerciements maladroits qui ne pourront jamais attester de l'immense respect que je lui porte.

Je réserve une pensée particulière à Michèle Groyne, qu'elle trouve en ces lignes plus que l'expression de ma gratitude pour de simples relectures.

Pour leur amitié à toute épreuve, j'adresse toute ma sympathie à Florian Le Hung, Nicolas Berwart et Gilles Ceulemans.

Merci à ma compagne, Caroline Paquay, qui a toujours su trouver les mots et les gestes quand la panique et le désespoir guettaient.

Un petit mot spécial pour Céline Léonard sans qui je n'aurais pas dépassé la première candidature. Avec toute l'affection que tu mérites.

Pour avoir supporté mon humeur maussade et mes lubies, je remercie ma famille. J'espère qu'elle trouvera au moins ici une légère consolation.

Je serais le plus grand des ingrats si je n'avais pas ici le moindre mot pour l'équipe de croquet de Lambermont, particulièrement Luc Brandt et François « Doug » Gilson. Plus qu'un jeu, une philosophie.

Pour nos discussions sur la couleur du *grey goo*, sur le plumage des dinosaures et bien d'autres encore, je salue très cordialement Stéphane Rieppi.

Last but not least, je remercie également Sophie Grenade, Mme Christine Jérôme, M. Rudy Cloots et M. Claude Jamar.

Et pour finir : merci et pardon à tous ceux que j'ai oubliés, je sais que je ne l'emporterai pas au paradis...

Sommaire

Remerciements	2
Introduction.....	5
De quoi il retourne.....	5
Méthodologie.....	6
Plan du mémoire.....	7
Introduction aux nanotechnologies.....	9
« Nano ».....	9
Trois champs d'application.....	10
Complexité de l'objet et de la technique.....	12
<i>Nanorobots assembleurs et hypothèse du Grey Goo.....</i>	<i>14</i>
Transdisciplinarité : les nanotechnologies au croisement des disciplines scientifiques.....	15
Trois échelles de « production ».....	16
Potentialités et fantasmes : une quatrième échelle de « production » ?.....	18
Enjeux économiques des nanotechnologies.....	19
« Résister » : approche théorique.....	21
Nanotechnologies et résistance.....	23
<i>Résistance et risque.....</i>	<i>25</i>
<i>Principe de précaution, résistance et responsabilité.....</i>	<i>26</i>
Résistance et visions du monde.....	27
Les acteurs de la résistance.....	29
Pièces et Main d'Œuvre.....	30
« Nécrotechnologies » : premier regard de PMO sur les nanotechnologies.....	31
Collusions et technocratie.....	34
La recherche scientifique et la science vues par PMO.....	38
Une solution unique.....	40
Vivant.....	43
A quoi résistent les rédacteurs de Vivant ?.....	45
Premier regard... ..	46
Science tâtonnante.....	48
Vivant contre l'omniScience	50
Place des sciences-humaines et rôle du monde politique.....	51
Les trois chercheurs	56
Note méthodologique.....	56

Un astrophysicien et deux chimistes.....	57
La science comme métier.....	58
Compétitivité.....	58
Source de progrès, source de risque.....	59
Face aux risques	60
Face au progrès.....	63
Limites des nanotechnologies.....	64
Vers l'avant.....	65
La résistance : une « croisade »	65
Analyse : les trois groupes face aux nanotechnologies.....	68
Cohérence.....	68
Discours technique et source de (dés)accord.....	69
Vision(s) du monde.....	71
Registres argumentaires.....	74
Registre utopiste.....	74
Registre réaliste.....	76
Registre de la prophétie de malheur.....	79
Retour sur les visions du monde.....	82
Conclusion.....	84
Bibliographie.....	86
Bibliographie annexe.....	87

Introduction

« Si les analyses des controverses scientifiques restent bien souvent confinées à l'intérieur des laboratoires ou communautés de spécialistes, c'est tout simplement parce que les sociologues qui les étudient s'arrêtent de suivre les protagonistes lorsqu'ils quittent le terrain de la science proprement dite. »

Michel Callon¹

De quoi il retourne

Lorsqu'il a fallu, en début d'année académique, choisir un sujet de mémoire, j'ai décidé de combiner mon intérêt pour les nouvelles technologies et l'étude des risques. J'ai donc, suite aux conseils avisés de M. Sébastien Brunet et M. Christophe Lejeune, commencé à m'intéresser aux nanotechnologies. Tout à fait ignorant en ce domaine, mes premiers contacts avec ces technologies m'ont très vite permis de constater qu'elles suscitaient une effervescence aussi forte chez ses détracteurs que chez ses promoteurs. Pris au piège entre ces deux attitudes diamétralement opposées, j'ai d'abord tenté de me concentrer uniquement sur ceux qui **résistaient** à ces nouvelles technologies.

Je dus bien vite me raviser. Je ne pouvais aborder les uns sans aborder les autres. Ils étaient inséparables, unis pour le meilleur et pour le pire. Surtout pour le pire à les entendre. Ils étaient comme ces vieux couples qui se querellent sans cesse, mais qui n'auraient plus de raison d'être si on les séparait. J'abordai donc les nanotechnologies sous le regard de ceux qui les encensaient et de ceux qui les abhorraient, et me mis en tête de comprendre les deux points de vue. Les pages qui suivront seront guidées par l'idée de présenter ces deux aspects avec la plus grande neutralité possible. L'exercice fut un véritable jeu d'équilibriste et j'espère l'avoir mené à bien. Le lecteur reste seul juge.

Le premier pas dans ce mémoire n'aurait pu être mieux franchi qu'à l'aide de cette phrase

¹ (Callon, 1990 : 172)

(non dénuée de reproches) empruntée à Callon. En effet, elle reprend toute une série d'éléments que le lecteur rencontrera au fil des pages, découpons-les et observons-les ensemble :

- « Analyses des controverses scientifiques » : je propose dans ce mémoire d'étudier des arguments en faveur ou contre les nanotechnologies. Les nanotechnologies sont des produits de laboratoire, fruits de la recherche scientifique.
- « Confinées à l'intérieur des laboratoires » : les observations relatées ici **passeront** par le laboratoire.
- « Parce que les sociologues **s'arrêtent** » : si le lecteur possède la même sensibilité que moi, il aura senti que Callon ne se satisfait pas de ce terminus prématuré. J'ambitionne par conséquent de ne pas m'arrêter à ce simple cadre. Le prochain paragraphe dédié à la méthodologie reviendra sur ce point.

Méthodologie

Dans les controverses étudiées les acteurs qui interviennent développent des argumentations et des points de vue contradictoires qui les amènent à proposer des versions différentes du monde social et du monde naturel. Qu'arrive-t-il si l'on maintient tout au long de l'analyse la symétrie entre les négociations qui portent sur l'un et sur l'autre ? Aboutit-on nécessairement à un chaos indescriptible ? (Callon, 1990 : 175) Cette expérience proposée par Callon, j'ai tenté de la mener à son terme. J'ai donc étudié les nanotechnologies **dans** et **hors** du laboratoire, pour ce qu'elles **sont** et pour ce qu'elles **représentent** chez trois groupes d'acteurs.

Dans ma démarche, j'ai souscrit à un principe de symétrie généralisée : je n'ai pas essayé d'accompagner l'un ou l'autre groupe dans un processus de légitimation (Chateauraynaud & Torny, 2000 : 15) et j'ai traité les informations à l'aide d'un seul répertoire : il s'agit de trois registres argumentaires mobilisés par les trois groupes qui seront développés en temps voulu. Enfin, je ne me suis pas contenté de **repren**dre les analyses proposées par les acteurs.

Pour étudier les arguments des résistants, j'ai consulté les publications qu'ils diffusent *via* leurs sites Internet. Au moment de les présenter, je reviendrai sur le choix de ces deux groupes. Une précision importante à ce stade concerne la qualification des acteurs comme « résistants ». Il s'agit

d'un choix personnel et d'une notion sociologique dont j'assume la charge référentielle. Il en va de même lorsque j'évoque les « promoteurs » des nanotechnologies, qui sont une catégorie définie négativement (puisque par opposition aux résistants). Les arguments des scientifiques ont été recueillis à l'aide d'entretiens qualitatifs.

Une dernière note concerne l'abandon de l'observation participante qui aurait été difficile à mettre en place dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de fin d'études, mais aurait sans doute été très intéressante. J'ai aussi déserté la piste de la comparaison avec les controverses sur les biotechnologies lors des premières manipulations génétiques, ce qui a permis, selon moi, de mieux rendre compte de la particularité des nanotechnologies. Ces deux voies auraient sans doute donné à ce mémoire un tout autre contenu, elles n'en restent pas moins ouvertes à des investigations futures.

Plan du mémoire

Je consacrerai la première partie à familiariser le lecteur avec les nanotechnologies. Les nanotechnologies sont des technologies relativement récentes et qui alimentent nombre de discussions. Une introduction à quelques rudiments techniques et une courte visite guidée de l'horizon nanotechnologique ne seront sans doute pas superflues.

Dans la deuxième section, je proposerai une approche de la notion de résistance et de ses implications. Ce cadrage de ce que signifie « résister à une technologie » sera accompagné de considérations particulières visant à mettre en rapport résistance et nanotechnologies.

Le troisième volet se subdivisera en trois blocs qui correspondent chacun à la description d'un groupe d'acteurs : deux groupes de résistants et un groupe de scientifiques impliqués dans la recherche en nanotechnologies. Je rendrai compte dans ces trois blocs des positionnements de ces groupes vis-à-vis des nanotechnologies, qui seront à chaque fois replacées dans des contextes particuliers et vues à travers trois regards singuliers.

La quatrième section sera dévolue à l'analyse des argumentaires longuement décrits dans le troisième volet. Je m'efforcerai de montrer comment les groupes s'accordent et s'opposent à travers

leurs argumentaires. Je m'appliquerai particulièrement à démontrer que les trois groupes font appels aux mêmes registres argumentaires, que je dévoilerai en temps voulu.

Introduction aux nanotechnologies²

Ce premier chapitre est destiné à dresser un portrait général de ce qu'il faut comprendre lorsqu'on évoque les nanotechnologies. Mon objectif est de familiariser le lecteur avec un objet qu'il ne connaît peut-être pas encore. La simplification des « détails » techniques est autant volontaire que contrainte : volontaire car il serait inutile de transformer ce travail en manuel du parfait petit apprenti nanobricoleur ; contrainte car je ne possède pas une formation scientifique permettant de rendre compte fidèlement de toutes les subtilités du domaine de recherche. Ceci étant dit, je pense pouvoir introduire le sujet d'une façon satisfaisante dans le cadre qui nous occupe.

Outre les explications techniques et autres rudiments nécessaires à la bonne compréhension du travail, j'exposerai dans cette première partie un ensemble de considérations sur les particularités de l'objet. Je présenterai des faits et des clefs pour mieux comprendre l'étendue des possibilités de débats autour des nanotechnologies. Commençons par un brin d'étymologie.

« Nano »

Le préfixe « nano » est issu du grec *nanos* qui signifie « nain », « petit ». Appliqué à une unité de mesure, il veut dire « un milliardième » (10^{-9}). Le terme « nanosciences » est utilisé pour désigner l'unification de la physique, de la chimie et de la biologie à l'échelle du nanomètre (ou milliardième de mètre). Les nanosciences étudient les principes fondamentaux des molécules et des structures dont la taille est comprise entre 1 et 100 nanomètres. Pour donner un ordre de grandeur, un cheveu a une épaisseur d'environ 10.000 nanomètres et une chaîne de 10 atomes d'hydrogène mis bout-à-bout aurait une longueur de 1 nm. Les nanotechnologies utilisent des nanostructures et des molécules pour l'élaboration de dispositifs à l'échelle nanométrique. Ce qui ne nous éclaire qu'à moitié.

Ces dispositifs sont envisagés dans un nombre élevé de situations. En effet, en raison de leur taille, ils peuvent potentiellement être intégrés à tous les objets qui nous entourent pour en modifier les propriétés. Par exemple, une crème solaire intégrant des nanoparticules pourra pénétrer plus facilement, augmenter et accélérer les effets (en augmentant la taille de surface de ses principes

² Ce chapitre doit beaucoup à l'ouvrage « Nanotechnologies, la révolution de demain » de M. et D. Ratner. Référence complète dans la bibliographie.

actifs), etc. La possibilité de fabriquer des transistors de taille nanométrique les rend potentiellement intégrables à n'importe quel objet, faisant de cet objet un « objet communicant » qui peut émettre et recevoir des informations.

Trois champs d'application

Les nanotechnologies trouvent des applications dans trois champs disciplinaires principaux³ : la nanoélectronique, les nanomatériaux et les bionanotechnologies.

- La nano-électronique se présente comme une réponse aux limites de fabrication de processeurs par les méthodes de photolithographie⁴ traditionnelles. Dans la langue de Molière, ceci veut dire que les besoins de l'informatique en matière de puissance de processeurs et de leur miniaturisation en arrivent à leurs ultimes possibilités. La nano-électronique propose de fabriquer des processeurs plus fiables d'après le principe qui veut que, jusqu'à un certain seuil, plus un transistor est petit, moins il a de chance de présenter des anomalies pouvant l'empêcher de fonctionner. Ils sont aussi supposés plus performants et économiquement plus rentables⁵.
- Ce qui distingue les matériaux ordinaires des nanomatériaux est la taille des grains qui passe de plusieurs centaines ou plusieurs milliers de nanomètres à moins de 100 nanomètres. Plus la taille des particules constituant un matériau diminue, plus la résistance du matériau augmente. Les nanomatériaux peuvent être utilisés dans des domaines variés : l'optique, la catalyse, l'énergie, etc. Le nanomatériau le plus répandu et le plus connu est le nanotube de carbone, découvert par hasard par Sumio Iijima de la société japonaise NEC en 1991. Il était alors occupé à observer des suies produites par un arc électrique entre deux électrodes de carbone, lorsqu'il a observé des tubes aux dimensions surprenantes : plusieurs micromètres de longueur, pour seulement quelques nanomètres de diamètre. Depuis lors, les nanotubes sont abondamment étudiés. La principale qualité des nanotubes de carbone est qu'ils

3 Les paragraphes suivants s'inspirent directement du texte « Les nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels ». Référence dans la bibliographie.

4 À l'origine, une lithographie est une image obtenue de la manière suivante : après avoir creusé dans une pierre l'image que l'on désire reproduire, on encre ladite pierre et on la place sur une feuille de papier sur laquelle va s'imprimer le dessin initial. De nos jours, on réalise des puces d'ordinateurs à l'aide de technique de lithographie optique ou à rayon x (les rayons passent à travers un filtre et marquent les structures des puces sur le réceptacle des rayons de lumière). Les rayons lumineux ayant une longueur d'onde supérieure à 400 nm, on ne peut utiliser la photolithographie pour réaliser des nanostructures. Il existe d'autres procédés de lithographie pour travailler à cette échelle (Ratner, 2003 : 46).

5 Plus les transistors sont petits, plus on peut en intégrer un nombre élevé sur une même plaque de silicium.

possèdent une résistance mécanique six fois supérieure à celle d'un fil d'acier. Quant aux nanotubes métalliques, ils bénéficient d'une conductivité électrique hors-pair. Ils possèdent encore un coût de production relativement élevé, mais qui diminue progressivement et devrait atteindre des coûts dérisoires en regard desdits matériaux « traditionnels ». Le principal avantage des nanomatériaux est qu'ils peuvent être intégrés à des matériaux déjà existants pour en améliorer les propriétés.

- L'objectif à atteindre dans le domaine des nanobiotechnologies est d'aller « au cœur du vivant », afin de repousser les limites de la médecine traditionnelle. Les espoirs reposent sur la manipulation de séquences d'ADN pour la lutte contre les maladies directement liées à notre patrimoine génétique. Les chercheurs se focalisent sur la création d'outils de diagnostic que sont les biopuces. Elles permettent, selon ses promoteurs, d'analyser le niveau d'expression des gènes et de débusquer plus rapidement et plus efficacement que par les méthodes actuelles les agents pathogènes responsables de maladies. Ensuite, la résistance aux différents traitements de cet agent pathogène peut être étudiée. Grâce aux biopuces (ou puces à ADN), les délais pour obtenir des résultats d'analyse qui étaient jadis de l'ordre de 4 à 6 semaines peuvent être ramenés à des durées de 4 à 5 heures. Les biopuces devraient permettre de créer un large éventail de filtres, à la fois pour purifier un environnement ou simplement pour analyser sa composition. Selon les chercheurs impliqués dans ce secteur particulier, les biopuces devraient permettre, une fois encore, une action plus précise, plus efficace et plus rapide que les méthodes conventionnelles.

Complexité de l'objet et de la technique

De petites précisions ne seront pas superflues pour expliquer quelques unes des difficultés inhérentes à la taille nanoscopique. À l'échelle nanométrique, certaines propriétés des corps changent, et ceux-ci ne répondent plus nécessairement aux lois de la mécanique classique mais à celles de la physique quantique. Autrement dit, certaines lois changent à l'échelle du nanomètre. Une illustration « simple » du phénomène est observable dans les verreries et autres cristalleries.

Depuis des siècles, la production de verre coloré (pour des vitraux par exemple) fait appel aux propriétés des nanoparticules : pour obtenir un verre de couleur rouge, les verriers ajoutent de l'or en petite quantité dans le verre en fusion. Selon la quantité, le verre prend une coloration plus ou moins rouge. Pourtant, nous savons tous qu'un lingot, une pièce, un bijou en or sont jaunes et

brillants. Pas rouges comme peuvent l'être des vitraux. La chimie classique nous explique que cela tient aux *interactions* entre les particules : les propriétés de l'or - « jaune et brillant » pour faire simple, mais cela est aussi vrai pour sa température de fusion- viennent du fait que les interactions entre les atomes constitutifs neutralisent et annulent leurs effets au sein d'un morceau « massif ». En utilisant des quantités très faibles d'or, les verriers réussissent à ce que ces interactions n'aient pas lieu et à éviter les manifestations de cet « effet de masse » (Ratner, 2003 : 14-17).

Les nanomatériaux possèdent également des particularités du point de vue de leur ductilité. La ductilité d'un matériau est une caractéristique qui exprime la difficulté à le briser sous le choc. En règle générale, plus un matériau est dur, moins il est ductile, c'est à dire moins il peut être étiré sans se séparer. Cette règle ne s'observe plus de la même manière avec les nanomatériaux qui peuvent combiner les deux propriétés à la fois. De là l'intérêt porté aux nanotubes de carbone pour remplacer des matériaux « conventionnels », tel que l'acier par exemple. Il est possible de produire des nanotubes qui présentent une grande résistance mécanique et une faible ductilité : ils sont ainsi très résistants et plient plutôt que de se rompre.

Toujours à cause de leur petite taille, les nanostructures nécessitent des outils adaptés. Une des techniques, par ailleurs extrêmement fastidieuse, consiste à les assembler « manuellement », en poussant ou en déplaçant un à un les atomes. Cette technique rencontre deux défauts majeurs : les *fat fingers* et les *sticky fingers*. Si on se représente la production d'objets nanométriques comme un jeu de construction, avec des doigts manipulant des petites briques, on réalise assez aisément que manipuler des têtes d'épingles avec des gants de boxe est une tâche ardue. C'est le problème des « gros doigts ». Pour compliquer le jeu, imaginons que l'extrémité des gants soit aimantée, et nous avons le problème des « doigts collants ».

Une autre solution, jugée plus efficace car elle ne rencontre pas ces problèmes, est de recourir à l'auto-assemblage : cette technique consiste à mélanger des substances chimiques qui bâtissent d'elles-mêmes les nanostructures souhaitées. Ceci est rendu possible par un des principes premiers de la chimie et de la physique. Les molécules *cherchent* à conserver le plus bas niveau d'énergie et se lient en fonction de cet idéal recherché. Ce principe répond à l'appellation de « principe du moindre effort ». La complexité tient au fait qu'il faut connaître l'échelle nanométrique pour savoir comment sont structurés les matériaux, quels matériaux vont s'unir « spontanément » et comment les propriétés sont modifiées lorsqu'ils sont assemblés. Il faut non seulement penser *nano* mais aussi travailler *nano*.

Deux démarches pour fabriquer des nanotechnologies existent. L'une est dite *bottom-up* (de bas en haut) et l'autre *top-down* (du haut vers le bas). Le procédé descendant ou auto-assemblage est le plus courant et est notamment utilisé dans les techniques de lithographies évoquées plus haut. La démarche ascendante fait partie des particularités qui ont souvent fait dire des nanotechnologies qu'elles sont révolutionnaires. En effet, elle consiste à fabriquer des objets par l'assemblage de particules de taille atomique ou moléculaire. Ce procédé, très incertain quant à ses résultats, relève plus du domaine théorique que pratique dans l'état d'avancée technologique actuel. Ce procédé est également discutable pour des raisons d'efficacité technologique, le plus grand problème étant le passage de deux à trois dimensions. Il suscite de grandes craintes lorsque sont évoquées des thématiques telles que les nanorobots assembleurs comme dans l'hypothèse du *grey goo*.

Nanorobots assembleurs et hypothèse du Grey Goo

Dans un ouvrage intitulé « *Engines of creation* »⁶, édité pour la première fois en 1986, Eric Drexler décrit comment il sera un jour possible, selon lui, d'agencer atomes et molécules afin de créer des outils de dimension nanoscopique. Drexler entrevoit la possibilité de créer des nanorobots (*i.e.* des robots de taille nanométrique) qui seront capables de manipuler les atomes et de les assembler pour créer n'importe quel objet : des aliments, du tissu organique pour réparer des cellules vivantes, des matériaux de construction, etc. Il donne à ces robots le nom d'« assembleurs ». Il s'agit donc bien d'un procédé *bottom-up* puisque les robots construiront des objets à partir des particules élémentaires que constituent les atomes.

Pour que ces robots soient efficaces, Drexler imagine deux conditions : il faut qu'ils soient capables de s'autoproduire et de s'autoprogrammer. Ces deux propriétés ne doivent pas être confondues avec l'auto-assemblage chimique évoqué précédemment. L'auto(re)production permettra de circonvenir à la difficulté que représenterait l'assemblage de ces robots « manuellement ». L'autoprogrammation serait alors indispensable pour que les nanorobots se reproduisent quand ils sont en nombre insuffisant et cessent une fois la quantité nécessaire atteinte, pour être autant que possible en harmonie avec leur environnement. Mais cette harmonie pourrait être brisée, je cite ici Drexler à ce sujet. « J'ai décrit ce que pourront faire les assembleurs si nous les manipulons correctement. [...] les répliqueurs fondés sur les assembleurs seront donc capables de faire tout ce que fait la vie, et même plus. D'un point de vue évolutionnaire⁷, cela représente une

⁶ Qui sera présenté, selon les personnes, comme le texte fondateur de la nanotechnologie ou comme un obstacle à surmonter.

⁷ Le modèle qui inspire Drexler est celui de la synthèse des protéines par les ribosomes à partir du code génétique présent sur des rubans d'ADN ou d'ARN. Cette analogie n'est pas innocente : on trouve des deux côtés la fabrication

menace évidente [...] pour la trame si riche de la biosphère. [...] Des répliqueurs dangereux pourraient être trop résistants, trop petits et se propager trop vite pour qu'on puisse les arrêter. [...] Les "superbactéries" fabriquées par des assembleurs pourraient fonctionner avec ou sans eau et nourrir leurs machines moléculaires avec des matériaux bruts récoltés par des "bouches" capables d'attaquer les structures solides. » (Drexler, 2005 : 216-217) Des nanorobots qui dévorent tout sur leur passage pour se reproduire, telle est l'hypothèse du *grey goo* ou de la gelée grise.

Transdisciplinarité : les nanotechnologies au croisement des disciplines scientifiques

Les nanotechnologies sont à la croisée des chemins entre les champs disciplinaires scientifiques « classiques », communément séparés : biologie, physique, chimie, ingénierie, ainsi qu'aux filiations de ces disciplines. Cette pluridisciplinarité est rendue nécessaire non seulement en raison des techniques et des savoirs nécessaires pour l'étude et la conception des nanotechnologies, mais aussi en regard de leur utilisation. De ce point de vue, les nanotechnologies doivent être considérées comme un outil à l'usage de ces disciplines plutôt que comme une technologie indépendante. Elles sont intégrées aux applications existantes pour les améliorer et permettent d'en développer de nouvelles. Elles sont aussi un lien permettant à ces disciplines de travailler de concert : on parle à ce sujet de technologies convergentes⁸.

Du point de vue sociologique, souligner la transdisciplinarité, c'est mettre en avant la quantité gigantesque d'acteurs hétérogènes entrant en interaction. C'est donc montrer que les nanotechnologies s'adossent à des dynamiques sociales conséquentes en même temps que la variété des motifs de résistance possibles. La combinaison du vivant et du « mécanique » (ou « organique » et « non-organique ») est une des sources d'inquiétudes chez certains acteurs comme je le montrerai ultérieurement. Lorsque l'on parle de technologies convergentes, la question du risque prend une ampleur nouvelle : est-ce que l'association de deux domaines scientifiques va engendrer des risques inférieurs, égaux ou supérieurs à ceux liés respectivement à chaque domaine ?

de composants essentiels du vivant à partir de matières « inertes ».

8 « Technologies convergentes » peut recouvrir plusieurs combinaisons différentes, principalement parmi les technologies suivantes : nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et de la communication.

Trois échelles de « production »

Les nanostructures font l'objet de beaucoup de recherches, en particulier pour deux raisons : la première est que les nanomatériaux possèdent des propriétés physiques souvent supérieures comparativement aux matériaux utilisés actuellement -plus légers, plus solides, moins de défauts-, leur potentiel en tant que matériaux de substitution est considérable, j'en ai déjà fait mention ; deuxièmement, les nanotechnologies permettent de travailler au même niveau que les cellules élémentaires du vivant, ce qui incite les personnes travaillant dans le domaine à envisager des applications inédites jusqu'à présent. On pourrait ajouter une troisième composante : le coût. L'utilisation de nanomatériaux permettrait de réduire la consommation de matières premières et d'énergie. Ceci dit, les techniques actuelles ne permettent pas encore une production à une échelle suffisante pour faire baisser les coûts.

Ceci amène plusieurs remarques. D'abord que les réalisations sont peu nombreuses en regard des prétentions : beaucoup d'idées sont couchées sur le papier, mais les moyens de leur réalisation n'existent pas, temporairement ou définitivement. Ensuite, parmi ces concrétisations, la majorité demeure au stade de prototype, et ne peut pas encore faire l'objet d'une production en série. C'est à ce titre que je distingue trois échelles de production : un mode de production maîtrisé donnant lieu à des productions en nombre, une production expérimentale permettant des productions très limitées (une poignée de prototypes) et l'absence de production « physique » (ou les théorisations). Pour terminer, le nombre de produits de consommation intégrant des nanotechnologies tournait aux alentours de 80 en 2005⁹, et gravite aujourd'hui légèrement au dessus de la barre des 200¹⁰. Ces produits « d'usage quotidien » vont des composants informatiques (processeurs *AMD*, écrans) aux produits cosmétiques en passant par les balles de golf et les raquettes de tennis.

Des produits que nous manipulons quotidiennement intègrent des nanomatériaux : les écrans d'ordinateur ou de GSM de type « *OLED*¹¹ » sont faits de couches successives, dont certaines sont nanostructurées ; des filtres constitués de nanoparticules ont une efficacité accrue et servent à séparer toutes sortes d'impuretés présentes dans des liquides, dont de l'eau destinée à la consommation alimentaire ; des balles de tennis avec une plus longue durée de vie ; des lunettes de soleil avec de meilleures propriétés filtrantes ; des crèmes solaires « triant » les rayons ; de la colle pour dentier ; etc. Selon les produits, on pourra relever des inquiétudes quant à l'utilisation même

9 « Environmental Law Institute Issue Paper - Securing the Promise of Nanotechnology : Is U.S. Environmental Law Up to the Job ? », May 2005, Washington, DC. http://www.elistore.org/reports_detail.asp?ID=11116

10 « A Nanotechnology Consumer Products Inventory », Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2006, <http://www.nanotechproject.org/index.php?id=44>

11 *Organic Light Emitting Diodes*

(l'application de crème solaire qui entraîne un contact direct de l'homme avec des nanomatériaux) ou quant au recyclage (c'est le cas des écrans : comment prévenir la dissémination de nanopoussières dans l'atmosphère lors de leur destruction) ou encore aux conditions et modes de productions (sécurité des laboratoires en cas d'utilisation de nanopoudres).

Toutefois, le domaine des nanotechnologies n'est pas limité à celui des objets de grande consommation. Elles sont aussi utilisées dans la biotechnologie, l'aéronautique, et d'autres qui, bien qu'ils puissent ne pas nous être familiers (voire totalement inconnus), font partie intégrante de notre société. Ces applications, qui peuvent sembler ne concerner que les personnes travaillant dans le domaine, touchent en réalité la société dans son ensemble, avec cependant des intensités différentes. S'enquérir du contact avec des quantités industrielles de nanoparticules est une chose, mais le contact à des quantités plus faibles (même infimes) ne doit pas être omis lors des débats. La nanotechnologie est parfois mise au service de la médecine sans que le patient en ait pleinement conscience, au même titre que le nucléaire ou la génétique¹². Si on imagine que les nanotechnologies permettent de faciliter l'exploration spatiale, est-ce pour autant que c'est ce que souhaite la société dans sa majorité ?

Expérimentalement, les laboratoires de par le monde s'attellent à des tâches d'une grande diversité. Je n'insiste pas ici sur la localisation précise pour chaque application, la diversification étant la règle. Les laboratoires travaillent souvent en collaboration avec des universités -Harvard, Berkeley, Liège, Osaka- ou sont attachés à des compagnies multinationales -IBM, Intel, Michelin- voir liés à des organismes étatiques¹³ -EDF, NASA.

Des acteurs d'une telle renommée investissent des sommes considérables. Les budgets alloués à la recherche et les capitaux injectés par les entreprises ont un effet pervers : la fraude à l'étiquette. Beaucoup de produits mentionnés comme « nano » ne sont en fait que micro. « *Nano* veut dire un milliardième, mais c'est aussi un slogan, une bannière qui draine de l'argent. » (Bensaude-Vincent, 2004 : 73)

Potentialités et fantasmes : une quatrième échelle de « production » ?

Les potentialités s'établissent à plusieurs niveaux. Au plus élémentaire, on trouve des idées réalisables mais qui ne peuvent pas être mises en place. On trouve des situations où les

¹² Ce qui n'insinue pas qu'on essaie de lui cacher quoi que ce soit.

¹³ J'utilise l'expression « Organismes étatiques » faute de mieux.

nanotechnologies sont utilisées, et d'autres où elles pourraient l'être mais ne le sont pas. Par exemple, les nanotechnologies sont envisagées pour remplacer des matériaux existants comme l'acier. Cependant, il n'est pas possible de substituer des nanomatériaux à l'acier conventionnel dans *toutes* les situations, par exemple en raison du coût encore trop élevé de ceux-ci ou de la difficulté d'adapter la chaîne de production d'une industrie particulière. À un niveau d'abstraction supérieur, on rencontre des applications « de papier » que j'ai déjà évoquées (les théorisations) : elles sont réalisables mais pas encore réalisées (ou éventuellement sous la forme de prototypes). Et dans une couche encore plus abstraite, on rencontrera une ribambelle de théories dont la simple formulation est sujette à controverse du point de vue de leur faisabilité, même sur le long terme, en raison du caractère réputé bancal des théories qui les appuient. C'est le cas par exemple des nanorobots assembleurs et répliqueurs dont j'ai fait mention dans le paragraphe consacré à l'hypothèse du *grey goo*. Ce sont des théories qui, même sur le papier, sont discutées¹⁴. Les potentialités s'étalent donc entre un pôle « objectif » (en ce qu'elles existent physiquement) et un pôle abstrait. D'un point de vue de la résistance, je montrerai que le continuum qui s'étend d'une position à l'autre est mis à l'honneur, et que les différentes positions qu'il est possible d'occuper sur ce continuum sont sujettes à la critique.

Enjeux économiques des nanotechnologies

Le secteur technologique n'est pas le moins bien côté en bourse. Les performances boursières de sociétés telles que *Google* ou *Apple* ne démentiront en rien ceci. Les nanotechnologies ne font pas figure d'exception et sont l'objet d'investissements considérables, qu'ils soient privés ou publics. Ces investissements sont eux aussi le fruit de critiques comme on pourra le voir plus tard.

Les coûts ont été évoqués à de multiples reprises jusqu'à présent, à ce sujet l'historienne des sciences Bernadette Bensaude-Vincent propose un argument pour justifier l'engouement sur les « nanos ». Elle suggère que les industriels se sont engagés depuis les années quatre-vingt à diminuer le plus possible l'utilisation de matière première pour réduire les coûts de fabrication des matériaux et s'affranchir des producteurs. Cette « dématérialisation » se traduit par une moindre consommation d'acier, d'aluminium ou de plastique, dans des produits toujours plus légers et performants. Pour l'historienne, l'avènement des nanotechnologies devrait accélérer cette tendance¹⁵. L'engouement

14 On pourrait consacrer un mémoire entier -voir une thèse- au le débat autour de la gelée grise et des théories de Drexler. Je laisse cette tâche à d'autres.

15 Cité sur le site du Journal du CNRS - « Nanomonde : les clefs pour comprendre »
<http://www2.cnrs.fr/presse/journal/2477.htm>

pour les « marchands de nano » n'est sans doute pas partagé par les producteurs des matières premières coiffées sur le poteau par les nano. Sans entrer plus loin dans le débat, des considérations de cette nature indiquent que l'attention portée sur les nanotechnologies ne peut se faire sans au moins évoquer les enjeux économiques attenants.

« Résister » : approche théorique

Le concept de résistance requiert de faire l'objet de précisions qui permettront d'ores et déjà au lecteur de mieux cerner ma démarche. Le but de cette réflexion est de me permettre de délimiter la partie de mon terrain sur les acteurs « résistants ». Je propose ici un ensemble de considérations sur la résistance, principalement inspirées de « *Resistance to new technology and its effects on nuclear power, information technology and biotechnology* » de Martin Bauer.

En premier lieu, je soumetts au lecteur ma propre définition de ce qu'est « résister » à une technologie : la résistance englobe toutes formes de contestation, de doute, de réserve émises quant à un projet technologique donné dans le but non dissimulé d'interagir dans son processus de développement. La gamme de variations est vaste et son point le plus extrême est le refus total dudit projet technologique sans qu'aucune concession soit envisageable. À l'opposé, si je puis dire, résister peut être défini comme l'envie de voir le projet technologique développé différemment ou sous le poids de conditions et d'exigences particulières. Ce point est à l'opposé dans le sens où résister pourrait être considéré comme une part du processus de développement. Dans ce cas, « résister » serait donc à la fois empêcher et contribuer. À vrai dire, cette opposition n'est pas aussi nettement tranchée dans la réalité : même lorsque l'intention des résistants est de stopper un projet, leur démarche *contribue* au développement du projet visé et s'inscrit dans le processus, que leur objectif soit atteint ou non, et ce à partir du moment où leur existence en tant que résistant est reconnue. On pourrait parler en ce sens de la résistance comme un phénomène réflexif.

Le mot « résistance » est chargé de sens. Historiquement, il renvoie aux Résistants de la 2ème guerre mondiale, luttant contre l'envahisseur allemand, ou encore aux populations d'Amérique du Sud qui combattent les dictatures dans l'espoir de faire naître des états démocratiques. Cette acception lui confère une aura héroïque. Lorsqu'on parle de l'attitude de résistance face à la technologie, elle est souvent porteuse d'images négatives : refus du progrès, « arriérisme » intellectuel, contestation contre-productive, obscurantisme, etc. En résumé, tout qui résiste à une technologie serait un être hermétique qui refuse les innovations qui visent à son « mieux être » et à celui de son prochain. Or c'est là le point de vue des résistants à la résistance ! Les résistants (aux nanotechnologies ou autres) sont mus par la pensée que les risques encourus sont à prendre au sérieux et qu'une attitude de « laisser-faire » pourrait avoir des conséquences déplorables.

Pour ma part, et à l'instar de Bauer, sans proscrire sans autre forme de procès cette « vision négative » du phénomène, je refuse de partir sur la base *a priori* de la résistance comme dysfonctionnelle pour le « progrès » de la société. La résistance vise au progrès de la société bien plus qu'à sa régression. Dans les chapitres suivants, je montrerai qu'en réalité, il n'y a pas une lutte entre des progressistes et des régressistes, mais bien une lutte entre des définitions du progrès. De même, je ne tiens pas à discréditer les promoteurs des nanotechnologies, qu'ils soient scientifiques ou non, en les cataloguant comme des messies ou comme les nouveaux cavaliers de l'apocalypse.

Bauer différencie résistance et opposition (au sens politique du terme) en ceci que la première est externe et inattendue tant au niveau du contenu que de la méthode et la seconde est une activité institutionnelle attendue (Bauer, 1997 : 14). Le critère d'externalité n'est pas, selon moi, tout à fait fondé : la résistance **peut** prendre ses sources à l'extérieur de l'institution, mais pas **nécessairement**.

Pour qu'une attitude ou un comportement soit assimilé à de la résistance, deux exigences sont à remplir : un motif (une raison) clair(e) et des actions orientées (*purposeful*) pour défier un projet (d'une façon inattendue) (Bauer, 1997 : 14). Bauer introduit cette idée d'« inattendu », qui me semble moins directement liée à la résistance même que la notion de « projet ». D'autant plus que cette caractéristique dépend du point de vue depuis lequel on observe le phénomène. L'idée de « projet », au sens large, est une composante primordiale du phénomène. Apparentée à la notion de « motif », elle ouvre le champ à des considérations sur la construction des représentations du monde : quelle façon d'aborder la science et la technologie pour quel type d'action et de critique ?

La distinction entre résistance et évitement est introduite par Bauer à l'aide de ces deux caractéristiques que sont la motivation et l'orientation de l'action. « Définir la résistance comme un continuum allant de "ne pas consommer" à "risquer sa vie" semble inadéquat. Risquer sa vie pour une raison morale témoigne d'une valeur de dignité qui n'est en rien comparable avec la simple non-consommation sans raison particulière. » (Bauer, 1997 : 15) Bauer parle en l'occurrence de « *dignified resistance* ». La notion de dignité introduit une composante morale à la résistance. Là où l'évitement est un comportement égoïste, résister est un acte altruiste. On pourra toujours argumenter que c'est pour son propre confort que le résistant brandit le poing. Si c'est en partie vrai, c'est que la résistance se forme pour réaliser le projet d'un monde que les acteurs jugent favorable pour la société **dont ils font partie intégrante**. Comme l'écrit Bernadette Bensaude-Vincent, « la tension vient de ce que le savant vit dans la cité, qu'il est citoyen, et cependant revendique un droit à la différence » (Bensaude-Vincent, 2003 : 247). On voit déjà ici se tisser un lien entre l'altruisme et

le projet : agir pour soi et pour autrui au nom d'une cause.

Nanotechnologies et résistance

Les éléments développés dans le chapitre sur les nanotechnologies coïncident avec autant d'approches en termes de résistance. Ils permettent déjà d'entr'apercevoir certaines critiques et revendications, voire des visions du monde (qui sont des façons de décoder la réalité, j'y reviendrai) particulières. Sommairement, voici quelques approches déjà observées.

La résistance peut être appréhendée comme contestation d'une « *One best way* » (Bauer, 1997 : 13), remettant en cause des aspirations rationalistes universalisantes : la notion de progrès technique traduite en « Progrès » (comme dans l'expression « c'est le Progrès ») est pointée du doigt, les résistants refusent des discours érigeant les nanotechnologies en une énième panacée. Ils défendent l'idée qu'il n'existe pas de solution unilatéralement technique ou scientifique à des problèmes sociaux¹⁶. Une variante est celle d'une résistance contre une forme de technocratie par le biais de laquelle s'effectuerait l'exclusion croissante du citoyen et du politique au profit des scientifiques. Le combat contre la technocratie est donc une lutte pour conserver une liberté de choix et d'action. Il s'agit de refuser que « l'autorité scientifique des experts limite le fonctionnement démocratique des sociétés en limitant -parfois même en déniait- le droit des citoyens à juger et à décider de leur santé ou de leur avenir » (Bensaude-Vincent, 2003 : 217).

La résistance peut se dresser contre la localisation (phénomène « *NIMBY* »¹⁷ par exemple) des laboratoires et autres sites de développement tels des usines. On verra plus tard qu'un des groupes de résistants argumente régulièrement contre l'ouverture d'un pôle de recherche en nanotechnologies dans leur région. Ils font à la fois usage du critère de la localisation (le pôle va créer des embouteillages, provoque une flambée des prix dans l'immobilier, etc.) et en même temps se battent pour que soient reconnus les risques attendant aux nanotechnologies. En réalité, on verra que ce critère de localisation s'apparente davantage à une plus-value servant à renforcer l'argumentaire de ce groupe plutôt qu'à un argument fondamental : ce groupe ne veut pas de nanotechnologies « dans son jardin », mais l'analyse de leurs textes montrera qu'ils n'en veulent pas ailleurs non plus.

16 Bernadette Bensaude-Vincent sur la RTBF (La Première), émission « Semence de curieux », 16 avril 2006.

17 « *Not in my backyard* », littéralement : « pas dans mon jardin » : les *nimbys* sont des individus qui protestent contre un projet parce qu'il doit s'établir près de chez eux.

Les objets « *in se* » peuvent être l'objet de la résistance. Les applications potentielles des nanotechnologies ne font pas figure d'exception, avec cependant la particularité que des applications dont le développement est techniquement (à l'heure actuelle du moins) irréalisable sont aussi à la base de discours de résistance. Si les applications de papier ou les applications fantasmées donnent lieu à des réactions d'enthousiasme chez les promoteurs des nanotechnologies, elles sont aussi un mobile de résistance. Sans sauter des étapes, il est important de souligner déjà que l'on retrouve des arguments fondés sur ces concrétisations expérimentales et sur les « potentialités » chez les différents groupes, tant en faveur que contre les nanotechnologies.

Résistance et risque

Globalement, la résistance traduit des inquiétudes liées à des risques, qu'ils soient incriminables au produit, aux applications, au mode de production ou aux conséquences. La distinction entre résistance au matériel ou aux conséquences n'est autorisée que dans la théorie. Dans la pratique, il n'est pas pertinent de séparer l'idée (le concept si l'on préfère) de l'usage, l'usage n'étant que l'idée située spatio-temporellement (Bauer, 1997 : 19). La résistance vise à prévenir la « mauvaise » utilisation des savoirs et des pratiques liées à ces savoirs, à mettre en garde contre des risques, voir simplement à attirer l'attention sur des zones jugées floues. La notion de risque englobe tout un champ de notions connexes et peut elle-même être envisagée à partir de plusieurs « angles d'attaque » : d'un point de vue éthique, à partir de considérations politiques, sociales, écologiques ou encore économiques. La liste reste ouverte. Toutefois, il n'y a pas lieu d'opérer une fracture nette entre ces « critères » sur lesquels se fonde la critique dénonciatrice de risque car ils peuvent s'imbriquer les uns dans les autres.

Je ne contredirai pas Ulrich Beck en ces lignes quand il écrit que « lorsqu'il s'agit de définir les risques, la science perd le *monopole de la rationalité*¹⁸ » (Beck, 2001 : 52). Un des points essentiels de ce mémoire consistera à présenter la rationalité propre à chaque groupe et à ne pas opposer la rationalité des uns à l'irrationalité des autres, en accord avec la posture symétrique à laquelle je souscris. « Il faut avoir adopté une perspective qui intègre des critères *de valeur* pour pouvoir parler des risques de façon convaincante [...] Rationalité scientifique et rationalité sociale divergent peut-être, mais elles n'en demeurent pas moins imbriquées et dépendantes l'une de l'autre à bien des égards. [...] Sans la rationalité sociale, la rationalité scientifique reste *vide*, sans la rationalité scientifique, la rationalité sociale reste *aveugle*. » (Beck, 2001 : 53-55) Ces critères de

18 Dans cet extrait et les suivants, c'est Beck qui souligne.

valeurs et ce mélange des rationalités, on les rencontrera au fil des argumentaires, aussi bien ceux des résistants que ceux des scientifiques, d'abord plus intuitivement dans les descriptions et de façon plus aboutie dans l'analyse de celles-ci.

Principe de précaution, résistance et responsabilité

Aborder la résistance sous l'angle du risque ouvre également la voie sur la notion de précaution puisqu'il est question de savoir jusqu'où on peut agir contre des risques qui ne sont pas encore identifiés (Ewald, 2001 : 7). L'identification des risques en tant que tels est à la base de bien des batailles entre ceux qui les rejettent parce qu'ils les relaient au niveau du délire et du fantasme et ceux qui veulent y accorder au moins un minimum de crédit. Derrière ce débat entre ce qui est réputé possible et ce qui ne l'est pas stagne le problème de la prise de décision en l'absence de connaissances nécessaires, problème rencontré avec les nanotechnologies.

Ceci étant, on relèvera avec Ewald que « le principe de précaution fait partie d'une batterie de principes qui s'entresignent et dont on peut se demander si on peut les interpréter isolément » (Ewald, 2001 : 23). C'est pour cette raison que j'aborderai plus volontiers la question sous l'angle de l'éthique de précaution. « C'est une éthique, au sens où, indépendamment des partages juridiques entre permis et défendu, elle invite à ne pas faire tout ce qui est permis parce que c'est permis, tout en demandant à réfléchir à la manière dont on ne doit pas faire ce qui est interdit. [...] La philosophie de la précaution ne prône pas l'abstention. Elle ne condamne pas la puissance technologique [...], n'est pas antitechnologique. » (Ewald, 2001 : 35). L'analyse des groupes montrera que les attitudes adoptées sont variées et qu'elles se situent, selon les acteurs et selon les objets de la résistance, sur différents points de l'axe allant de l'abstention à l'acceptation. Et pour se situer de l'autre côté de la barrière, on pourra se demander avec le groupe de scientifiques si la précaution n'est pas source de blocage et d'inhibition de l'innovation...

L'aspect éthique du principe de précaution ouvre encore une piste d'investigation si l'on s'intéresse à la notion de responsabilité. L'éthique de précaution est en effet un rappel de la responsabilité de l'homme, garant de la Terre (Ewald, 2001 : 43). Dans ce mouvement de responsabilisation, on pourrait se demander à qui incombe la charge de la preuve du risque ? Cette question me semble des plus intéressantes dans le cadre de ce mémoire dans la mesure où je vais être amené à placer côte à côte des discours de résistants et des discours de scientifiques promoteurs des nanotechnologies. Isabelle Stengers pose la même question : « les contestataires doivent-ils

prouver qu'il y a risque, ou bien ne serait-ce pas plutôt à ceux qui proposent [une innovation] de prouver qu'il n'y a pas de risque ? Et dans ce cas, industries et administrations reconnaissent soudain avec éloquence la difficulté de prouver : l'exigence d'une telle preuve, affirment-elles, ruinerait l'innovation et bloquerait donc le progrès. » (Stengers, 2002 : 39) Je laisse ici sa réponse car nous verrons, en temps voulu, qu'elle trouve des échos plus ou moins favorables dans les argumentaires de ceux qui souhaitent suspendre l'innovation, de ceux qui tentent de la freiner et ceux qui la veulent débridée.

Résistance et visions du monde

En définitive, la motivation à résister est ce qui pousse à agir face à un « obstacle » et à rester vigilant en l'absence de problèmes concrets/objectivés. (Bauer, 1997 : 21) Les résistants tentent de rester constamment dans un état de veille. Sans cette présence au monde permanente, ils risquent soit l'excès d'imagination qui provoque l'anxiété ou, à l'opposé, l'excès d'indifférence qui plonge dans un état d'inattention (Chateauraynaud & Torny, 1999 : 39). On reviendra après la présentation des trois groupes d'acteurs sur l'imagination des résistants.

Tout ceci m'amène à un point essentiel, résumé dans les phrases suivantes : « **la résistance révèle souvent des visions du monde en compétition. Les images et visions du futur sont des motivations à la fois pour les développeurs de technologies et pour les résistants.** » (Bauer, 1997 : 21) L'étude de la confrontation entre ces visions du monde constituera le socle de mon analyse. Pas plus loin que dans la prochaine section, je commencerai à en rendre compte en exposant les positionnements des différents groupes d'acteurs face aux nanotechnologies. La comparaison entre les résistants et les promoteurs, mais également entre les groupes de résistants, ne se fera pas dans le cadre d'une opposition entre discours rationnels et irrationnels, mais bien dans l'optique de rendre compte de la rationalité intrinsèque à chaque argumentaire. Tâche dont je ne pourrais m'acquitter dans un univers lissé par un consensus généralisé et permanent. À ce titre, on notera que la défiance des résistants face aux promoteurs des nanotechnologies offre un laboratoire propice à l'observation et à l'étude de visions du monde concurrentes.

Les acteurs de la résistance

Dans ce chapitre, je vais présenter deux groupes de résistants aux nanotechnologies. J'exposerai certains de leurs arguments et à travers ceux-ci la façon dont ils perçoivent les nanotechnologies, mais aussi la science et le monde de la recherche. Le premier groupe dont je parlerai est « Pièces et Main d'Œuvre », du nom du site qui héberge leurs documents. Les rédacteurs des articles se présentent comme un groupe d'« opposants aux nanotechnologies ». Le second groupe, que je nommerai « Vivant », propose des « réflexions sur les enjeux de la science du vivant ». Ces deux groupes agissent principalement via Internet. C'est donc sur cette tribune que j'ai collecté les données.

Les groupes ont été sélectionnés après de nombreuses séances de butinage sur la toile. Peut-être me reprochera-t-on l'apparente partialité qui a gouverné à la sélection de ces deux groupes. Je pense que les quelques lignes qui suivent suffiront à éclairer le lecteur sur mes choix. J'ai choisi ces sites en vertu de leur activité et de leur caractère fortement orienté vers les nanotechnologies. J'ai privilégié des sites qui dédient une grande partie de leur contenu spécifiquement à la thématique des nanotechnologies plutôt qu'un site orienté « nouvelles technologies » et qui publie des articles à propos des nanotechnologies de façon sporadique. J'ai aussi accordé ma préférence à des sites qui témoignaient d'une certaine « vie », c'est à dire des sites régulièrement enrichis par de nouveaux articles. Ces deux critères me paraissaient importants dans le sens où ils attestent d'une implication et d'une réflexion suivie et évolutive du « problème ». Concrètement, Pièces et Main d'Œuvre avait mis en ligne plus de 25 articles liés aux nanotechnologies lorsque j'ai décidé d'arrêter la collecte d'informations, mon but n'étant pas une présentation exhaustive des critères de résistance aux nanotechnologies. Ces publications s'étalent sur une période de deux ans et demi environ. Quant à Vivant, c'est à travers pas moins d'une quinzaine d'articles (dont plus de la moitié entre janvier et mai 2006) que j'ai navigué afin de recueillir leurs arguments.

Pièces et Main d'Œuvre

« Nous n'avons jamais considéré les nanotechnologies comme un problème scientifique, mais comme un problème politique,

social, environnemental, voire philosophique. »¹⁹

« Arrêtez la recherche ! Fermez les laboratoires ! »²⁰

Le site du collectif grenoblois « Pièces et Main d'Œuvre » (PMO) a été mis en ligne en 2002. Depuis, ses membres y publient des articles, lesquels sont souvent distribués en version papier par leurs soins lors de vernissages, inaugurations, congrès politiques, conférences scientifiques, etc. Ils se présentent comme un « site de bricolage pour la construction d'un esprit critique grenoblois » et qui « expose des contributions locales aux débats sur des questions globales »²¹. Un de leur leitmotiv est d'empêcher l'ouverture d'un pôle scientifique de recherche sur les nanotechnologies (et les biotechnologies) dans la région de Grenoble : le pôle Minatec²². Minatec est un projet d'envergure assez importante : il emploie (selon des informations communiquées par son site²³) 3.500 ingénieurs, chercheurs et universitaires sur site, 400 millions ont été investis entre 2002 et 2006 pour financer ses infrastructures. Sur ce site est également justifié le choix de la région grenobloise pour l'implantation de ce centre de recherches : elle est présentée comme le centre nerveux français de la technologie « de pointe ». Le projet Minatec vise ouvertement à concurrencer les États Unis et le Japon. Face à ce projet, le but ultime de PMO est l'arrêt définitif de la recherche scientifique sur les nanotechnologies et la fermeture des laboratoires. À la fin de leurs articles, PMO scande régulièrement : « Fermez Minatec ! Videz les laboratoires ! ».

Les auteurs des articles dénoncent les dérives et les risques liés au nucléaire, aux biotechnologies, aux nanotechnologies et aux technologies convergentes. Les articles sont toujours rédigés de façon anonyme et signés « Simples Citoyens »²⁴. Début 2006, un sous-groupe dénommé « Opposition Grenobloise aux Nérotechnologies » (OGN) s'est créé son propre site²⁵, mais pour des raisons de simplicité, je traiterai du groupe dans son ensemble et sous le nom de PMO. Par ailleurs, les documents disponibles sur le site de l'OGN sont identiques à ceux hébergés sur le site de PMO... Notons que, quelques mois à peine après sa création, le groupe OGN a été dissout volontairement dans les jours qui suivirent l'inauguration de Minatec, conformément à son statut de

19 PMO, « Pourquoi nous n'irons pas au "Téléphone Sonne" » http://pmo.erreur404.org/Le_Telephone_sonne.pdf

20 « Slogan » de Pièces et Main d'Œuvre, repris sur leur site et dans de nombreux documents.

21 <http://pmo.erreur404.org>

22 « Pôle d'innovation en micro- et nanotechnologies », Minatec a été inauguré le 2 juin 2006.

23 <http://www.minatec.com>

24 Comme en atteste cet extrait d'une correspondance avec une journaliste de la radio « France Inter » : « D'autre part, simples citoyens, nous nous en tenons à ce même anonymat qui frappe « le Français moyen », « l'homme de la rue », « l'individu lambda », « l'homme quelconque » [...] Nous fournissons souvent de la documentation aux journalistes, plutôt que de jouer les vedettes dans les médias. »

25 <http://ogn.ouvaton.org/>

« comité à durée déterminée ».

« Nécrotechnologies » : premier regard de PMO sur les nanotechnologies

Mot-valise forgé pour l'occasion, il constitue la première image que PMO renvoie à propos des nanotechnologies (mais aussi des biotechnologies, mais je n'en parlerai pas ou peu). Le site de PMO possède une rubrique éponyme où sont amassés tous les articles argumentant contre les (nano)technologies. Le jeu de mot porte sur l'aspect dangereux -mortel- des technologies, qu'il soit question de nanotechnologies, de biotechnologies, des technologies de l'information et de la communication ou la combinaison de celles-ci. Cette expression revient régulièrement dans leurs articles et possède une valeur symbolique forte, elle traduit des idées telles que : « les nanos ça sert à faire la guerre [...] il n'y a pas de technologie civile. Rien que des degrés dans la malfeasance, civile ou militaire, qu'elle peut déployer. »²⁶ Du point de vue de PMO, ces technologies sont intrinsèquement néfastes, elles mettent toutes en péril l'homme. Elles menacent sa liberté, son environnement, sa vie.

Plus que la simple dénonciation de la contribution des nanotechnologies au domaine militaire, cette critique vise à soulever le caractère dual de toute innovation technologique. En plus de la création d'armes ou de leur amélioration, PMO insiste sur le fait que toute technologie civile est susceptible d'être intégrée pour des applications militaires. Par conséquent, aux dangers de la technologie civile, il faut y ajouter ceux d'une application dans le cadre d'un conflit, à l'usage de la police ou de l'armée. Les articles de PMO répertorient bon nombre d'utilisations potentielles (en cours de recherche ou non) des nanotechnologies dans le domaine militaire. Leur peur est encore accrue par la réduction de coût que permet l'usage des nanotechnologies. « Le super-tueur de 2008 devra beaucoup aux nanotechnologies : son uniforme [...] ses capteurs chimiques/biologiques [...] pour détecter les attaques N[eurotoxiques] B[actériologiques] C[himiques] [...] son énergie : microbatteries, piles à combustible, cellules photovoltaïques. [...] Sans oublier ses armes à visée infrarouge. [...] Voir ses nanocapsules chimiques ou biologiques [...] »²⁷ L'exemple donné par les batteries est sans doute celui illustrant le mieux leur propos. Dit d'une façon un peu grossière : si les nanotechnologies permettent d'accroître la longévité et la miniaturisation des batteries d'ordinateurs personnels, elles en font autant pour les ordinateurs de l'armée.

Pour PMO, la question ne se pose pas de savoir comment contrôler ce que l'on serait tenté de

26 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #2 », <http://pmo.erreur404.org/Aujourd'hui02.htm>

27 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #11 » http://pmo.erreur404.org/Aujourd'hui_le_nanomonde_11.pdf

voir comme une « dérive » de l'usage d'une technologie. Elle n'est pas contrôlable et leur fait dire, une fois encore qu'il faut stopper toute recherche en la matière. Pour deux raisons : d'abord parce qu'aucun contrôle totalement efficace ne pourra jamais être mis en place ; ensuite parce que, selon PMO toujours, les preneurs de décisions en la matière sont les premiers à être intéressés par un usage militaire en raison des connivences entre les sphères politique, militaire et scientifique.

Outre l'espionnage à visées militaires, PMO décèle des possibilités de suivre les consommateurs à la trace encore plus facilement et plus insidieusement à l'aide de technologies miniaturisées. Selon eux, les nanotechnologies sont un outil qui sert une société totalitaire. « [...] elles favorisent un contrôle social croissant (traçabilité des individus via les puces omniprésentes) »²⁸ Ils parlent d'un projet de « contrôle social, à l'œuvre derrière ces technologies convergentes (bio et nanotechnologies, technologies de l'information, sciences cognitives) »²⁹

Sous cet angle d'attaque, la technologie *RFID* (*Radio Frequency Identification*) est la première victime. L'identification par radiofréquence est une méthode *pour* stocker et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « Tag *RFID* ». Les Tags *RFID* sont de petits objets, tels que des étiquettes autoadhésives, qui peuvent être collées ou incorporées dans des produits. Les *tags* (ou étiquettes) *RFID* comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permettent de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur³⁰. Les nanotechnologies ne sont pas une composante nécessaire des *RFID*. Cependant, les nouveaux procédés de fabrication permettent de produire des composants électroniques du même type à l'échelle nanométrique. De là, la crainte de PMO de voir ces dispositifs envahir un nombre croissant d'objets qui deviennent, par l'adjonction de ces puces, des objets « communicants » ou « intelligents ». « [...] dans quatre ans, sauf révolte, les mouchards électroniques infesteront 30 milliards d'objets – cinq par être humain. [...] que chacun de vos déplacements soit enregistré – date, heure, trajet, temps de parcours, etc. - c'est l'intérêt principal des *RFID* pour leurs utilisateurs : recueillir et stocker des millions de données [...] Invisible, indétectable, sauf par la machine et ceux qui pilotent la machine »³¹ Des objets aux animaux, il n'y a qu'un pas qui est déjà franchi : il est possible de doter son animal de compagnie de ce genre de puce. De l'animal à l'humain, il n'y a pas long à en croire PMO, que ce soit sous forme de tatouage ou de puce sous-cutanée. Des projets pour remplacer les bracelets que portent les prisonniers surveillés électroniquement à domicile par des

28 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #3 », <http://pmo.erreur404.org/Aujourd'hui03.htm>

29 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #8 – Spécial : Première pierre de Minatoc » <http://pmo.erreur404.org/nanomonde8.htm>

30 http://fr.wikipedia.org/wiki/Identification_par_radiofr%C3%A9quence Les *RFID* sont utilisées, par exemple, dans des cartes de transport en commun, lesquelles sont « pointées » automatiquement lors du passage d'un portail spécial, sans qu'il soit nécessaire de la sortir de sa poche.

31 PMO, « *RFID* : La police totale », http://pmo.erreur404.org/RFID-la_police_totale.pdf

puces seraient testés en ce moment, alors que des sociétés proposent d'injecter ces puces aux enfants et à certains malades pour pouvoir les retrouver plus facilement.

À vrai dire, certains pourront arguer que ces risques ne sont pas directement liés à la nanotechnologie (mais plutôt à la microtechnologie). Toutefois, la nanotechnologie augmente le caractère insidieux de la « menace » tout en diminuant le coût de sa mise en œuvre. « Ces mouchards technologiques, qui font de nous des "cyborgs" pistés, tracés, fichés, accoucheront peut-être d'un monde plus sûr (argument majeur des défenseurs des puces sous-cutanées) mais aussi d'un monde où le droit à la protection de sa vie privée deviendra de plus en plus incertain... »³² En définitive, sous la plume de PMO, les nanotechnologies ont de quoi faire pâlir le « désuet *panoptikon* »³³ de Foucault.

Collusions et technocratie

J'ai déjà évoqué le lien qu'établissent les auteurs de PMO entre le « monde de la recherche scientifique » et le domaine militaire. Une autre liaison tripartite entre les scientifiques, l'industrie et les instances politiques est le fruit de critiques et de dénonciations. Dans ses articles, PMO proteste non seulement contre une convergence d'intérêts, mais aussi contre le fait que certains élus et responsables de collectivités portent la double casquette : jadis cadres dans des entreprises, ceux-ci conserveraient des intérêts pour les secteurs d'où ils sont issus. Ce qui revient à dire que des anciens cadres ou dirigeants d'entreprises de microélectronique (et d'autres) contribuent à l'implantation du pôle technologique par intérêt et conviction personnels. « [...] comme des dizaines d'autres technarques noyautent les collectivités et les institutions locales, ce qui leur permet de "prendre des risques", qui pour Sofradir, qui pour Minatec, Crolles 2, Biopolis etc. Et de parachever la technification de la cuvette [grenobloise]. »³⁴ Sans entrer dans le détail, PMO étant basé en France (Grenoble) leur critique porte aussi sur des acteurs³⁵ dont le parcours les a menés de l'industrie à l'arène politique. PMO voit en eux des personnes plus soucieuses de leurs intérêts personnels que de ceux des citoyens-électeurs, notamment parce qu'ils auraient toujours des œufs dans le panier industriel.

Le thème de l'absence de législation est aussi abordé à travers ces dénonciations récurrentes des connivences entre acteurs publics et acteurs privés. Lesquels profitent d'un vide législatif dont

32 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #8 »

33 PMO, « Nanotechnologies / maxiservitudes », <http://pmo.erreur404.org/Maxiservitude.htm>

34 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #6-7 », <http://pmo.erreur404.org/Aujourd'hui0607.htm>

35 Je n'estime pas nécessaire d'insister sur leur identité, les curieux se rendront sur le site de PMO.

ils contribuent au maintien. « Il n'existe aucune législation sur le thème des nanotechnologies et la santé hormis quelques mesures d'autorégulation mises en place par les chercheurs eux-mêmes. »³⁶ PMO les assimile à des manipulateurs travaillant dans le secret pour mieux confronter les « simples citoyens » au fait accompli. Pour ce faire, langue de bois et langue scientifique seraient utilisées pour troubler les esprits. « Ce techno-jargon avec ses compressions de mots, ses périphrases euphémistiques et ses pléthores de sigles américains, a d'abord pour but de décourager la curiosité du quidam et de camoufler d'un nuage verbal la réalité de ses activités. [...] un intense bombardement communicationnel, accompagné du fait accompli, devrait comme d'habitude faciliter "l'acceptabilité" de ces microrobots [...] »³⁷ À partir de ces quelques éléments, je me propose de mettre en avant un autre argument utilisé par PMO contre les nanotechnologies : celui qui dénonce la technocratie.

Dans leur réquisitoire antinanotechnologie, PMO fait couramment l'usage des mots tels que « Technoservitude », « Technocratie », « Technification totalitaire ». Derrière ces termes, on peut distinguer deux critiques entremêlées. La première concerne l'emprise croissante qu'aurait la technologie sur les individus, lesquels seraient esclaves des outils modernes (comme le GSM ou Internet par exemple). La deuxième critique assimile cette dépendance technologique à une dépendance vis-à-vis des concepteurs et des producteurs de ces technologies. « [Les] nanotechnologies, nouveau degré dans la technification totalitaire »³⁸ nous dit-on sur PMO. Il y a donc d'une part l'idée d'une invasion qui « dénature » le monde et le pollue écologiquement, moralement et politiquement. La pollution écologique est celle engendrée par les déchets et la (sur)consommation des outils et gadgets technologiques ainsi que la consommation des ressources naturelles dans les processus de production. Au niveau moral, elle concerne la perversion des mentalités par les appareils médiatiques (presse, télévision, radio mais aussi discours d'autorités publiques et de représentants d'arènes institutionnelles) qui joueraient un rôle de prophètes annonçant le messie technologique à chaque innovation. De ce fait, l'engouement pour des objets que PMO juge superflus est maintenu à un haut niveau et les secteurs de la production et de la recherche bénéficient de la consommation qui leur permet de poursuivre leurs activités. On pourrait parler d'inspiration romantique. Les publications de PMO font souvent allusion à une disparition de la nature au profit d'une invasion tentaculaire des technologies et de l'artificiel. Omniprésentes et rendues indispensables, elles contribuent à créer un monde de machines dans lequel l'homme devient lui-même une composante mécanique. Cette idée n'est pas indépendante de celle d'un système totalitaire dont les nanotechnologies forment le dernier outil chronologiquement parlant.

36 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #1 », <http://pmo.erreur404.org/Aujourd'hui01.htm>

37 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #6-7 »

38 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #2 »

« Ils produisent un monde (artificiel), en détruisant un autre monde (naturel). Ils produisent la machine dont nous ne sommes plus que des composants. »³⁹ C'est là le troisième type de pollution : la démocratie se meurt sous les effets toxiques d'un système se basant sur l'autorité et les choix d'une poignée d'initiés.

Cette critique de la logique et de la mentalité protechnologique (pro-nanotechnologique en l'occurrence) traduit le soupçon d'une forte rupture entre l'utilité présumée et le caractère nécessaire des nanotechnologies. Le collectif PMO veut attirer l'attention sur la différence qui pourrait exister entre promesses et réalité. Pour ce faire, il accuse les médias et les acteurs de la scène politique (entres autres) de manipuler l'opinion et s'insurge contre ce qu'il décrit en termes d'endoctrinement, de conformisme, voire de laxisme intellectuel : « il serait intéressant de voir ce que la suppression des appareils d'hypnotisme (com', pub, mass media, sans parler des institutions anciennes), pourrait réveiller de pensée »⁴⁰. La dénonciation porte surtout sur le fait que l'accent est souvent placé sur le caractère inévitable et indispensable de ce que d'aucuns nomment la « révolution des nanotechnologies ». Selon ses rédacteurs, d'une part, les « miracles » ne surviendront pas, d'autre part, la tendance générale semble être à la sous-évaluation des coûts (économique, écologique et autres). Dès lors, PMO conteste une vision qu'il juge empreinte de trop d'optimisme et la logique qui consiste à voir dans les nano une solution ultime. La logique qui sous-tend le raisonnement de PMO est que l'on ne peut pas soigner le mal par le mal. Plutôt que de chercher à combattre les cancers à l'aide de médicaments utilisant la nanotechnologie, PMO réclame que l'on s'attaque à la cause de ces cancers -principalement imputables à notre mode de vie. « Et puis, à quoi bon s'attaquer aux causes environnementales du cancer, si on peut le soigner par quelques volées de nanoparticules ? [...] le choix d'une médecine high-tech dans une société morbide plutôt qu'une prévention naturelle dans un milieu salubre [...] »⁴¹ Ici encore, le potentiel destructeur que recèlent les nanotechnologies renforce leur argument : quel remède faudra-t-il inventer pour prévenir les torts causés par elles ?⁴²

L'argument de la dualité des technologies (à la fois remède et poison) a déjà été évoqué. La part de responsabilité de la science dans les problèmes (qui ne sont pas uniquement des accidents) auxquels font face nos sociétés, post-industrielles ou non, est un critère suffisant pour que PMO réclame un arrêt définitif et généralisé des recherches. Par contre, la reconnaissance de la dualité (c'est à dire du positif et du négatif) est peut être la seule trace d'appréhension teintée d'une note positive que l'on rencontrera parmi tous les écrits de PMO si on choisit d'y voir une concession du

39 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #6-7 »

40 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #2 »

41 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #1 »

42 On relèvera ici que PMO affectionne l'hypothèse d'une théorie du complot.

bout des lèvres... Concession qui ne change en rien leur opinion puisque, selon eux, les avantages sont nanométriques face à l'immensité des inconvénients et des risques.

Dans l'ensemble, c'est une critique de la logique d'expansion capitaliste qui miroite dans les propos de PMO ainsi que de la société de (sur)consommation. « On ne peut matériellement poursuivre une croissance infinie dans un monde fini. L'épuisement des ressources et l'accumulation des déchets, directement proportionnels au taux de croissance, sont des contraintes que nos "inventeurs du futur" feignent d'ignorer. Ou croient pouvoir dominer grâce à la course à l'innovation - chacune générant de nouvelles nuisances en prétendant corriger celles de la précédente. »⁴³ Les chercheurs et scientifiques des laboratoires sont associés à cette critique et sont décrits comme des « mercenaires, les commandos de choc du technocapitalisme. »⁴⁴ Le monde de la recherche en général est considéré comme soumis aux besoins et exigences de grandes multinationales. La barrière entre recherche fondamentale et recherche appliquée est, selon PMO, fictive. « La recherche industrielle avec ses usines-laboratoires et ses chercheurs à la chaîne ne peut plus être que l'employée de ses commanditaires, publics et privés, civils et militaires. [...] illusion d'activités désintéressées. [...] Chacun sait pourtant que sans ces promesses d'applications, nul pouvoir n'entreprendrait d'appareil scientifique, avec ses équipements et son personnel, aux coûts exorbitants. »⁴⁵ Ceci n'étant pas sans rappeler les paragraphes précédents à propos des relations étroites entre industrie, politique et science.

La recherche scientifique et la science vues par PMO

Après ce qui vient d'être dit, je vais ici tenter de rendre compte de la façon dont PMO appréhende la science d'une manière générale au sein de ses publications. Évidemment, certains éléments transpirent déjà dans les paragraphes précédents.

La première image que les membres de PMO donnent de la science est celle du scientifique « touche-à-tout », découvrant et inventant au hasard de manœuvres erratiques et autres procédés tâtonnants. « Au petit bonheur, la chance » auraient-ils sûrement écrit s'ils avaient eu quelque pensée positive sur le sujet, ce qui n'est visiblement pas le cas. Ils seraient plus enclins à dire « au grand malheur, la catastrophe ». Dans de nombreux articles de PMO, l'activité au sein des laboratoires est décrite comme une progression par essais-erreurs. Les chercheurs manipulent des

43 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #3 »

44 PMO, « Nanotechnologies / maxiservitudes »

45 PMO, « Le Monde *daubé* ? - Encore une face cachée du Monde ? » http://pmo.erreur404.org/Le_Monde_daube.pdf

éléments auxquels ils n'entendent pas grand chose et leurs résultats sont plus tributaires de leur chance que de leurs compétences et de leurs connaissances. Avec tous les risques que cela implique : PMO craint qu'à agir sans savoir, la recherche dérive vers des effets d'autant plus néfastes qu'ils surviendront fortuitement et imprévisiblement, rendant impossibles les moindres mesures qui pourraient être prises en matière de risque. «[...] comment concevoir et produire des nanodispositifs, sachant l'imprévisibilité des objets à l'échelle nanométrique ? Réponse : il n'y aura pas de conception. Rien que des tentatives jusqu'au succès aléatoire. » Plus loin, on trouve la phrase suivante : « Certes, la technologie fera toujours mieux dans sa fuite en avant pour prévenir les catastrophes que cette fuite crée au fur et à mesure. »⁴⁶ A l'idée de fuite en avant s'ajoute celle de contingence : « Quant aux "effets pervers" des biopuces, nul doute qu'une prochaine génération de chercheurs n'arrive à extorquer les crédits, les postes, les équipements, pour en mettre au point la parade. »⁴⁷

Pourtant, les textes de PMO tendent à décrire en même temps la science comme sachant précisément où elle va, et atteignant imperturbablement ses objectifs. La situation peut paraître paradoxale au premier abord. PMO présente en effet les recherches en nanotechnologies comme allant déboucher, sans doute possible, sur des applications aux conséquences néfastes en même temps qu'ils accusent les scientifiques de progresser en aveugle et de ne pas savoir ce qu'ils font. Toutefois, ces deux points de vue ne sont pas totalement incompatibles. Si on suit les raisonnements de PMO, il y aurait d'une part une démarche scientifique dont le cours ne peut être modifié et qui réalise des innovations qu'elle impose à la société sans que rien ne puisse ébranler sa progression ; d'autre part, un pan entier de la recherche « bricole » dangereusement, se livre à des activités aux conséquences imprévisibles et avance au gré du hasard. PMO fait de l'incertitude une urgence et proscrit l'irrésolution (Ewald, 2001 : 26).

Face à la question de l'incertitude de la production scientifique, on peut faire un détour par le thème de la science fiction. Les nanotechnologies se retrouvent fréquemment au cœur de récits de science fiction, notamment des suites des écrits de Eric Drexler et de ses théories concernant la manufacture moléculaire mentionnées *supra* dans le paragraphe expliquant l'hypothèse de la gelée grise. Pourtant, les risques généralement admis comme appartenant au domaine de la science fiction ne sont pas une composante majeure des articles disponibles sur le site de PMO. On n'y retrouve pas de longues dissertations sur le risque de gelée grise (la crainte est évoquée dans un des premiers articles mais avec beaucoup de précautions). On retrouvera par contre des critiques à l'égard de la science fiction qui « attire l'attention sur de réelles menaces, mais souvent pour en désamorcer

46 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #1 »

47 PMO, « La véritable histoire de NanoBio », <http://pmo.erreur404.org/veritablenanobio.htm>

l'urgence et les déréaliser. Ce n'est qu'un livre, qu'un film, dit-on au lecteur ou au spectateur. Vous faites de la science-fiction, dit-on au critique du nucléaire, de l'informatique, des OGM, de la science guerrière et policière. »⁴⁸ « La science-fiction n'est pas loin »⁴⁹, d'après PMO. Mais où est la frontière ?

Une solution unique

Cela a déjà été dit, PMO milite pour la fermeture de tout ce qui peut avoir l'air, de près ou de loin, d'un laboratoire ou un centre de recherche. Contrairement à ce que l'on verra avec le groupe « Vivant » que je présenterai dans le chapitre suivant, aucune initiative, quelle qu'elle soit, ne peut, selon PMO, assurer un développement sûr et contrôlé des nanotechnologies. La méfiance vis-à-vis du monde politique -régional ou national- et des médias est élargie à toute forme d'initiative qui sera systématiquement assimilée à une tentative de corruption des esprits.

C'est dans cet ordre d'idées qu'est évoqué *IDEA's Lab*, acronyme de *Interactive Devices for Emerging Applications and Services Laboratory*. Ce centre est un *think tank* au service des différentes entreprises que regroupe le pôle Minatec, il accueille différentes professions : des chercheurs en sciences humaines et sociales, des designers, des informaticiens, etc. Ce laboratoire a pour mission de réfléchir aux nouvelles applications à développer, de générer de nouveaux projets et d'orienter les départements « recherche et développement » des entreprises. Sur le site de PMO, on parle d'activités propagandistes⁵⁰. Les sciences humaines sont utilisées pour « manipuler »⁵¹ et la notion d'acceptabilité sociale revêt ses plus sombres atours pour ne plus être autre chose qu'une façon de présenter une innovation technologique (qui sera de toute façon imposée) sous son jour le plus favorable de façon à ne pas rencontrer (trop) d'échos défavorables.

PMO a aussi la dent dure contre les comités d'éthique et autres initiatives de réflexion sur les nanotechnologies et leur impact. Ces institutions ne seraient rien d'autre que des leurrex servant d'alibis pour dédouaner les chercheurs, les industriels et toutes les personnes impliquées dans le développement des nano. Ici encore, les écrits de PMO rapportent des filiations entre les protagonistes, l'ensemble de ceux-ci œuvrant, *in fine*, en faveur des nanotechnologies ou n'étant, dans le meilleur des cas, d'aucune utilité. « Ces comités d'éthique destinés à montrer que les scientifiques ont aussi une conscience, et la superfluité de tout contrôle de leurs activités, ne rendent

48 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #2 »

49 PMO, « Vers l'infiniment dangereux » - http://ogn.ouvaton.org/dcroissance31-nano_def.html

50 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #3 »

51 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #3 »

que des avis et des recommandations. [...] une tierce instance de pure forme. »⁵²

Un point intéressant à relever est l'antipathie témoignée dans certains textes à « Sciences Citoyennes », une fondation qui 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 commun⁵³. Le site de Sciences Citoyennes dédie un espace aux nanotechnologies et l'on pourrait attendre de la part de PMO un certain enthousiasme face à des projets de cette nature qui pourraient sensibiliser les « simples citoyens » aux questions qui gravitent autour des nanotechnologies. Pourtant l'extrait suivant laisse peu de doute sur la position de PMO :

« [...]Dorothée Benoit-Browaeyns et André Cicollela président fondateur de Sciences Citoyennes⁵⁴. Trouver le moyen terme entre les malfaiteurs et leurs victimes, voilà leur vocation. Leur programme : l'accompagnement du désastre et surtout pas son éradication, qui les priverait de leur statut d'arbitre et de leurs sièges. [...] Où l'on voit la fusion de la sociologie de l'acceptabilité (P. B. Joly, M. Callon) et de la science citoyenne. Étiquettes interchangeable : les représentants de la première pourraient adhérer à Sciences Citoyennes, quand ceux de la seconde pourraient se voir confier par La Métro[pole grenobloise] une "mission de diagnostic et de recommandation". »⁵⁵

À travers cette longue citation, on voit que l'initiative est loin d'enchanter PMO. Alors qu'on s'attendait à ce qu'il fasse un écho favorable à cette alternative aux solutions politiques qui risquaient de ne jamais aboutir en raison des liens entre la recherche et l'administration, c'est tout le contraire. PMO est une fois de plus « sur la défensive » et continue à défendre une théorie du complot. Pour PMO, les sciences humaines sont un outil (supplémentaire) à la solde de la recherche scientifique, elles ne sont rien d'autre qu'une machine à rendre les produits de laboratoires « acceptables », c'est à dire à les imposer insidieusement, bref à faire passer la pilule. Cette position n'est pas celle défendue par Vivant, le groupe de résistants que je vais présenter dès maintenant.

52 PMO, « Aujourd'hui le nanomonde #12 », http://pmo.erreur404.org/Aujourd_hui_le_nanomonde_12.pdf

53 http://sciencescitoyennes.org/rubrique.php3?id_rubrique=1

54 Dorothée Benoit-Browaeyns est aussi à l'initiative du « Projet Vivant » dont je parlerai plus loin.

55 PMO, « La part du feu », <http://pmo.erreur404.org/La%20part%20du%20feu-1.pdf>

Vivant

« Cet homme futur que les savants produiront comme un ouvrage de leurs propres mains paraît en proie à la révolte contre l'existence humaine telle qu'elle est donnée (...) La seule question est de savoir si nous souhaitons employer dans ce sens nos nouvelles connaissances scientifiques et techniques, et l'on ne saurait en décider par des méthodes scientifiques. »

Hannah Arendt⁵⁶

« VivantInfo est un site indépendant d'information et de réflexion sur les enjeux des sciences du vivant, de la santé et de l'environnement. » Voilà comment est défini d'entrée de jeu ce site dédié à « l'actualité des sciences et débats sur le vivant ». Mais avant d'être un site Internet, Vivant⁵⁷ est un projet indépendant fondé en 2002 par trois journalistes et un scientifique. Leur objectif était la création d'un magazine disponible en kiosque, et consacré aux enjeux des sciences du vivant, de la santé et de l'environnement. Ce projet s'appuie sur une charte (disponible sur le site) dans laquelle sont définis ses objectifs :

- discerner les « mutations émergentes » liées aux développements scientifiques et techniques ;
- favoriser l'implication de tous et contribuer au renouvellement des modes d'expertise.

Vivant est une initiative de science citoyenne. Ils ont la volonté de rassembler des acteurs autour de questions scientifiques ou technologiques, en mixant volontairement les milieux d'origines, c'est à dire en mélangeant profanes -les fameux « citoyens »-, scientifiques et spécialistes en sciences humaines et sociales⁵⁸.

Ce méli-mélo bien sympathique est constitué pour examiner l'impact de la science sur la société. La pluridisciplinarité mise en branle a pour but de varier les points de vue et d'étudier les

56 « La crise de la culture, rééd. 1989 Folio Gallimard » in Vivant, « Les transhumains s'emparent des nanotechs », http://www.vivantinfo.com/uploads/media/Nanotechnologies_transhumanisme.pdf

57 J'utiliserai « Vivant » pour désigner les membres rédacteurs du site www.vivantinfo.com dans le reste du travail.

58 Ne perdons pas de vue toutefois que scientifiques et spécialistes de tous horizons sont aussi des citoyens et que, bien qu'ils soient sollicités pour leur expertise respective, ils n'en restent pas moins « humains ».

problèmes potentiels liés à l'introduction d'une nouvelle technologie dans l'usage quotidien. L'idée de départ est que les réflexions émanant de personnes aux *background* différents permettront d'envisager l'avènement des nanotechnologies dans une situation proche de la réalité. Autrement dit, ce ne sont pas seulement les questions « de laboratoire » qui doivent être prises en considération. D'où la place au sein de telles initiatives d'acteurs ayant des centres de préoccupations différemment agencées et des réflexions nuancées de par cette multiplicité de centres d'intérêts.

Dans la pratique, le projet Vivant a débouché sur deux concrétisations. La création d'une association, VivAgora, dont le but est de « mettre en œuvre des espaces de débats, permettre une appropriation des questions biotechniques par tout citoyen et mobiliser une force de proposition politique »⁵⁹. VivAgora est à la source de cycles de débats, co-organisés par la Cité Internationale Universitaire de Paris. Le cycle 2006 de ces débats est intitulé : « Aux manettes de l'infiniment petit. Nanomonde : quels choix technologiques pour quelle société ? »⁶⁰ La seconde initiative engendrée par le projet Vivant est la création du site Internet « vivantinfo.com », lequel est « consacré à la diffusion d'articles de réflexion et d'enquêtes »⁶¹.

Le site n'est pas entièrement dédié aux nanotechnologies, il est divisé en 3 espaces. Le premier est consacré à « La revue » et traite des relations entre science, politique et société. Le deuxième espace est dévolu à la cause des nanotechnologies qu'il aspire à rendre plus accessibles et plus compréhensibles. Le dernier espace, baptisé « Espace Pro » propose de « l'information approfondie ». Je me suis uniquement intéressé à l'« Espace Nano ». On y retrouve des articles qui comptent en moyenne une dizaine de pages et sont illustrés par diverses images (des images de nanoparticules ou de nanostructures, des affiches de films et des couvertures de livres de science-fiction, etc.). Les articles sont tous signés, que ce soit par un journaliste, un chercheur en sciences sociales ou un scientifique⁶², alors que ceux de PMO sont clos par une signature collective. Voici, selon les membres du projet, à quoi est destiné l'« espace nano » :

« Cet espace francophone consacré aux nanosciences est conçu pour informer, soutenir la réflexion sur les enjeux et les finalités des nanosciences. Il proposera à terme cinq rubriques, ainsi qu'un agenda : Convergences, Innovations, Questions éthiques et risques, Législation, Nanopolitique. »⁶³

59 <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=23>

60 Programme disponible sur le site de vivagora : <http://www.vivagora.org/sommaire.php3>

61 <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=23>

62 Je ne distinguerai pas ces différents auteurs, j'estime qu'ils écrivent tous « au nom de » Vivant.

63 <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=148>

Bien que les cinq rubriques n'existent pas telles quelles, on retrouve les thèmes évoqués au sein des articles. L'agenda, quant à lui, a visiblement été déplacé sur le site de VivAgora. La création d'un espace dont les articles gravitent uniquement autour de la thématique « nano » est justifiée par l'importance et la vitesse de développement des nanotechnologies, ainsi que les enjeux de celles-ci.

A quoi résistent les rédacteurs de Vivant ?

L'étendue que je donne au sens du mot « résistance » a ici une importance particulière. En effet, contrairement à ce qui a été dit avec PMO, Vivant n'est pas contre les nanotechnologies. Vivant résiste, certes, mais à autre chose que PMO (ou différemment). Avec PMO, la technologie elle-même est malsaine et exige des mesures fortes pour stopper définitivement sa progression. Pour Vivant, c'est contre les abus et le caractère hermétique de la science qu'il faut lutter. Vivant n'est pas anti-nano, pour le dire crûment, il aurait même tendance à être pro-nano. Et c'est parce que les nanotechnologies sont, selon eux, incontournables qu'il faut contribuer à un développement contrôlé et à une « veille citoyenne » pour les paraphraser. Pour présenter le point de vue de Vivant sur les nanotechnologies, je propose de commencer par le sujet abordé dans leur premier article : le transhumanisme et ses implications éthiques.

Premier regard...

Le premier article de Vivant se consacre à la thématique du transhumanisme. Le transhumanisme est une philosophie qui analyse et encourage l'usage de certaines technologies pour améliorer la condition humaine, au-delà des contraintes de l'évolution biologique. Cette mouvance prend racine avec la naissance du génie génétique, voir même avant, lorsque celui-ci était plus théorique que pratique. Le transhumain « d'aujourd'hui » bénéficie des nanotechnologies pour accroître ses performances. Deux techniques fondamentales sont suggérées pour produire ce surhomme : l'ajout de composants électroniques de taille nanométrique (micropuce ou microprocesseur par exemple) et la création d'hybrides machine-vivant à l'échelle nanométrique -donc à l'échelle des briques élémentaires du vivant. Qu'on l'appelle cyborg, homme bionique, posthumain ou transhumain, l'idée demeure la même : celle de la modification du corps biologique pour compenser ses « faiblesses » ou réparer ses détériorations de façon inédite⁶⁴.

⁶⁴ Le débat sur le transhumain soulève une réflexion éthique et ontologique : à partir de quand la technologie intégrée à l'homme le destitue-t-elle de son humanité ? De la prothèse ayant uniquement un rôle de substitution à

Comme pour les autres thèmes débattus sur le site de Vivant, c'est la question de l'acceptabilité qui est l'objet principal de l'article. Faut-il encourager ou freiner des manipulations de ce type ? Les textes de Vivant font preuve d'une relative neutralité en comparaison avec ceux de PMO. Cependant, on perçoit assez vite que le transhumain est un sujet qui laisse plutôt froid les rédacteurs de Vivant (tout comme ceux de PMO, soit dit en passant). Ils parlent d'idéologie -au sens négatif du terme-, de doctrine et même de messianisme. « Des mouvements "transhumanistes" infiltrent les nanosciences avec un impératif : doper les humains en intégrant les technologies disponibles, piloter les états mentaux et les foules. [...] L'enjeu de la discussion démocratique s'impose ici d'autant plus que le pouvoir scientifique et technique est de plus en plus relayé par un noyautage idéologique puissant, celui de la doctrine transhumaniste. »⁶⁵ Vivant n'insiste cependant pas sur ce *lobbying*, surtout présent outre-atlantique. L'argumentation est moins ciblée que celle de PMO qui retrace les parcours biographiques de certains acteurs clefs (industriels, hommes et femmes politiques, etc.) ayant influencé la construction de Minatec.

Pourtant, en s'attaquant au transhumanisme, Vivant rejoint indirectement certaines critiques de PMO : « La nouvelle – ou ancienne – utopie de la convergence NBIC est que l'amélioration de l'individu pourrait conduire à une amélioration sociale. »⁶⁶ La question est la suivante : nos problèmes doivent-ils (ou mieux : peuvent-ils) trouver une réponse dans le progrès technologique ? L'avis des auteurs de Vivant est certes plus en demi-teinte que celui des « Simples Citoyens » qui signent les documents de PMO (ils répondent par la négative à coup sûr). Vivant suggère l'idée que les avancées dans le domaine médical que permettent (et permettront) les nanotechnologies méritent une attention particulière pour en augmenter les bénéfices tout en évitant ou réduisant les coûts et désavantages.

Vivant invite également à réfléchir sur ce que signifie « amélioration ». Pour autant que les nanotechnologies, seules ou au sein du projet NBIC, en arrivent aux effets que prévoient les transhumanistes, il reste à savoir ce qui peut être considéré comme une amélioration. Si l'on reprend l'argument souvent mis en avant par PMO du caractère nécessairement dual de toute innovation technologique, on voit que ce qui pourrait représenter une amélioration pour un individu, pourrait être source de détérioration et d'amointrissement pour un autre. Le problème peut être abordé par un autre versant : si une innovation technologique en adéquation avec les théories transhumanistes s'avère être une réelle amélioration, elle risque de créer un clivage entre ceux qui y auront accès et

l'augmentation du potentiel de base d'un corps biologique, la plage de variation est vaste.

65 Vivant, « Les transhumains s'emparent des nanotechs »

66 Vivant, « La singularité technologique : un chemin vers le posthumain ? »,

<http://www.vivantinfo.com/index.php?id=141>

ceux qui en seront privés (pour des critères économiques par exemple).

En même temps qu'ils prennent la « menace transhumaniste » au sérieux, les rédacteurs de Vivant tiennent à recentrer le débat sur les nanotechnologies. Loin de nier l'importance de s'interroger sur les implications du transhumanisme, ils ne manquent pas pour autant de mettre en contraste les prétentions et la réalité. A l'instar de nombreuses promesses faites par les « nanoptimistes », le transhumanisme stagne à un niveau théorique⁶⁷. Dès lors, sans refuser toute forme de discussion sur le sujet, Vivant suggère de renvoyer à des proportions moindres pour se concentrer sur des phénomènes dont la menace est plus immédiate. Et d'une façon assez amusante, on pourrait dire qu'en relayant le problème au niveau -même si cela est provisoire- de la science fiction, Vivant tombe dans ce que PMO dénonce comme un travers : ils écartent un problème en le catégorisant comme pur produit de spéculation. On achèvera ce paragraphe sur le transhumanisme à l'aide d'une conclusion prudente mais réaliste issue d'un autre article de Vivant évoquant le transhumanisme : « Que de telles options de recherche soient explorées et politiquement encouragées est pour le moins questionnable, mais il importe avant tout de savoir si cette convergence est réelle, ce qui n'est pas démontré. Peut-on théoriquement entrevoir de telles percées techniques, une intégration si poussée du vivant à la machine ? Et quelles en sont les finalités ? »⁶⁸

Science tâtonnante

La conclusion de l'article de Vivant qui vient d'être citée va me servir à introduire le point suivant, que l'on retrouve d'ailleurs chez PMO. La confusion qui règne sur les nanotechnologies en raison du mélange entre réalité et potentialité tend à renforcer l'image d'une science qui progresse à l'aveuglette et fait des découvertes de façon tout à fait fortuite. A ce sujet, un article de Vivant cite le philosophe Jean-Pierre Dupuy : « La technoscience qui se profile à l'horizon vise précisément à la non-maîtrise [...] L'ingénieur de demain ne sera pas un apprenti sorcier par négligence ou incompetence mais par finalité (...). Ses succès se mesureront plus à l'aune de créations qui le surprendront lui-même que par la conformité de ses réalisations à des cahiers de charge préétablis.»⁶⁹ Cette « non-maîtrise », ce « bricolage » a le don d'inquiéter Vivant qui se demande dès lors comment, en agissant de la sorte, on pourra contrôler de manière adéquate le développement

67 Une fois de plus, il faut ici réfléchir à la question ontologique proposée plus haut : quelle est la limite, si elle existe, entre l'humain et le transhumain ? Un *pacemaker* transforme-t-il l'humain en transhumain ?

68 Vivant, « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur ? », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=137>

69 Dupuy Jean-Pierre, 2004, « Pour une évaluation normative du programme nanotechnologique », Annales des Mines, Coll. Réalités industrielles, in, Vivant « Pour une géopolitique des nanosciences », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=121>

des nanotechnologies. Qui plus est, les propriétés inédites à l'échelle du nanomètre sont, à elles seules, déjà une source d'inquiétude quant à la mise en place de dispositifs sécuritaires. Il y a donc un réel problème car, selon Vivant, le discours de maîtrise des scientifiques ne correspond pas à leurs pratiques. « Cette situation où l'on "apprend en faisant" ne laisse malheureusement pas beaucoup de marge de sécurité, ni de possibilité de retour en arrière en cas d'apparition d'un problème de santé ou d'environnement majeur. »⁷⁰

Ensuite, toujours en relation avec la difficulté de distinguer les fantasmes des réalités, Vivant imagine que certains représentants du monde de la recherche sont pris dans la logique des promesses (meilleurs produits, meilleures thérapies, créations d'emplois, etc.), espérant drainer un maximum d'argent pour développer leurs travaux⁷¹. Le maintien d'un climat de *hype*, c'est à dire d'un fort battage médiatique et de promesses mirobolantes, entretient également la confusion au sein du public, qui ne sait à quoi s'en tenir. L'un dans l'autre, ces deux phénomènes épaississent un peu plus la nappe de brouillard qui englobe les nanotechnologies et empêchent d'établir des priorités en matière de réglementation et de contrôle. Vivant souhaite sensibiliser la « société civile » aux enjeux des nanosciences et impliquer les citoyens dans la recherche. Ces objectifs sont rendus plus difficiles à atteindre par le flou qui masque les nanotechnologies, tout en rendant encore plus nécessaire leur démarche : expliquer quels sont les risques qu'ils estiment les plus probants et quelles questions soulever plutôt qu'une autre. Cette participation citoyenne au débat si cher à Vivant est cependant gênée par une forme de scientisme dont je vais parler dans le prochain point.

Vivant contre l'omniScience

Dans les articles de Vivant, une problématique souvent abordée est celle du caractère limité du champ d'action des sciences dites « dures ». Sans nier leur utilité et leur pertinence, Vivant insiste pour que les disciplines scientifiques « classiques » ne soient pas les seules à être écoutées, ce qui équivaut parfois à dire : qu'elles ne soient pas les seules à être autorisées à parler ! Les nanotechnologies étant transdisciplinaires et leur potentielle intégration à des objets allant du maillot de bain au missile nucléaire, Vivant insiste pour que les interrogations qui sont liées à leur développement dépassent les questionnements de laboratoire. Vivant proteste contre une forme généralisée de scientisme qui tend à évincer toute critique qui serait formulée par quelqu'un d'autre qu'un « honorable scientifique ». Pour Vivant, les sciences sociales ont un rôle indéniable à jouer autant que tout acteur se prononçant en vertu de sa citoyenneté. C'est dans ce sens que j'use de

⁷⁰ « Les dangers toxiques des nanoparticules », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=144>

⁷¹ Vivant, « Débattre des nanotechnologies : il y a urgence ! », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=139>

l'expression « contre l'omniScience » : contre l'idée d'une Science omnipotente, incarnée par les disciplines scientifiques « traditionnelles ».

A la différence de PMO, Vivant ne souhaite pas bannir toute science et « arrêter la recherche » comme le réclament les premiers. Le refus d'une technocratie se fait de nouveau jour ici, mais Vivant n'envoie pas les chercheurs sur le bûcher pour la peine. L'organisation d'une discussion sociale sur les applications des nanotechnologies ne doit pas s'arrêter à la prise en compte des analyses et des rapports scientifiques. Elle doit mobiliser les sciences humaines et sociales sans lesquelles les scientifiques pourraient se laisser dépasser s'ils se retrouvent livrés à eux-mêmes. « Avec le foisonnement d'applications qui se profile, il serait dangereux de laisser les scientifiques, préoccupés de connaissance et de performance, se laisser déborder [...]. Pour piloter ces affaires, où sont les philosophes, sociologues, historiens, citoyens, capables de peser dans le bras de fer redoutable qui s'amorce ? »⁷²

Vivant estime qu'il est nécessaire, face à ces hommes et femmes aux préoccupations peu philanthropiques, que soient alignées des troupes pour défendre le citoyen en posant les questions dont la science semble ne pas s'inquiéter. « [...] interroger aussi les sciences économiques sur les investissements nécessaires et les coûts dérivés [...] interroger les sciences humaines et sociales car, appliquées dans le champ de la santé, les nanosciences et le progrès médical laissent entrevoir un type d'homme différent - soigné, réparé, télécommandé, augmenté - à confronter à notre conception de l'homme libre... »⁷³

Plus qu'autre chose, c'est l'opacité du travail en laboratoire et l'hermétisme des chercheurs que combat Vivant. Quand PMO scande « fermez les laboratoires », Vivant clamerait plutôt : « ouvrez-les... qu'on voit ce qui s'y passe » ! La « façon » de faire de la science doit être revisitée et repensée, surtout si l'on s'intéresse aux nanotechnologies qui sont intrinsèquement transdisciplinaires. La recherche scientifique est présentée sous les traits d'une « boîte noire qui n'admet le dialogue qu'en aval de ses productions. »⁷⁴ Quand dialogue il y a... Car, celui-ci est bien l'exception, pour Vivant, et l'absence de démocratie la norme en ce qui concerne les choix scientifiques et technologiques. Les décisions en la matière sont peu transparentes alors que leurs incidences sociales sont considérables⁷⁵. L'expertise scientifique qui a déjà montré sa faillibilité ne

72 Vivant, « Les transhumains s'emparent des nanotechs »

73 Vivant, « Diagnostic et thérapie : la révolution des nanotechnologies », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=97>

74 Vivant, « Pour une géopolitique des nanosciences »

75 Vivant, « Débattre des nanotechnologies : il y a urgence ! »

suffit plus⁷⁶ et les rédacteurs de Vivant craignent que se reproduise « le "désastre démocratique" des biotechnologies, sans aucune anticipation en matière d'information, de concertation, de participation citoyenne »⁷⁷. Pour éviter une rechute, Vivant compte s'appuyer sur deux piliers : les sciences humaines et le monde politique.

Place des sciences-humaines et rôle du monde politique

Dans le *continuum* de ce qui vient d'être dit, on peut s'intéresser à la place donnée par Vivant aux sciences humaines. Non seulement elles sont indispensables aux sciences dures qu'elles peuvent assister dans leur façon d'œuvrer à travers des démarches réflexives, mais elles peuvent aussi servir d'intermédiaire entre la science et le profane. Toutefois, l'attitude de Vivant est partagée. En effet, à l'instar de PMO, les rédacteurs de Vivant soutiennent occasionnellement que les outils fournis par les sciences humaines peuvent être détournés et utilisés contre le citoyen, pour manipuler l'opinion ou pour mieux anticiper d'éventuelles contestations de la société civile⁷⁸. Vivant pense que l'on ne peut exclure de tels usages au vu de l'implication de chercheurs en sciences humaines (et plus particulièrement des sciences cognitives) dans la promotion des technosciences.

Comme je l'ai mentionné plus haut, Vivant manifeste en faveur de l'implication citoyenne dans la démarche d'innovation technologique. Ce qu'ils nomment la société civile, autrement dit la « communauté profane », doit avoir droit de cité, droit qui lui est trop rarement accordé. PMO ne dénonce rien d'autre lorsque ses textes parlent de technoservitude et de technocratie. Tous deux combattent une science trônant sur un piédestal et des chercheurs tirant leur pouvoir de leur savoir et de leur compétence technique. Ils refusent « l'apothéose de l'impérialisme technique »⁷⁹.

Outre l'importance d'impliquer la société civile et les sciences humaines, le monde politique doit également contribuer à un développement intelligent des nanotechnologies. Vivant élargit alors son champ de vision pour franchir les limites de l'Hexagone et s'intéresser à ce qui se fait ailleurs (généralement pour dénoncer le retard français). Les initiatives qui aspirent à impliquer davantage les citoyens, les « non-scientifiques », dans le débat sur les nanosciences et les nanotechnologies sont rapportées et leur efficacité évaluée. D'une manière générale, c'est la déception qui transparaît : de bonnes idées au départ, mais qui ne rencontrent jamais les attentes *in fine*, que ce soit parce

76 *Idem*

77 *Ibidem*

78 Vivant, « Les transhumains s'emparent des nanotechs »

79 *Idem*

qu'elles ne débouchent sur rien du tout ou bien que les promesses faites restent en suspens.

Parmi les comparaisons avec les autres nations dont les initiatives devraient inspirer la France, Vivant distingue surtout les budgets et les incitations à la prise de parole de la société civile. Concernant le budget, la France semble en retard tellement les sommes engagées sont dérisoires. Quant aux incitations qui sont censées prendre en compte l'avis du public dans les choix technologiques, elles sont saluées même si Vivant n'a pas encore trouvé le parangon en la matière, les initiatives du genre tenant rarement leurs promesses. L'exemple cité par Vivant est celui du Nanojury⁸⁰ britannique qui, après avoir débattu des risques et enjeux des nanotechnologies, avait émis une vingtaine de propositions que le gouvernement avait préalablement accepté de prendre en considération -ou du moins les consulter. Mais la promesse ne fût pas tenue, les « porteurs de recommandations » n'obtinrent « aucune réponse concrète»⁸¹.

Pour clore ce paragraphe sur les suggestions politiques (qui sont en fait des critiques des lacunes de la situation actuelle), on notera que Vivant est partisan de la mise en place de mouvements de dimension internationale (mondiale ou européenne). L'objectif est toujours un développement plus sûr et bien encadré, permettant à la recherche et à la production industrielle de travailler dans un cadre normé, garant d'un seuil de sécurité suffisant pour l'ensemble des citoyens. Vivant rapporte une idée déjà formulée par l'*ETC Group*⁸² qui suggère la création d'une convention sous l'autorité des Nations Unies afin d'établir « un cadre intergouvernemental qui permettrait le contrôle et l'évaluation des nouvelles technologies au fur et à mesure de leur évolution, depuis la découverte scientifique initiale jusqu'à la commercialisation éventuelle. Une convention générique, transparente pourrait gagner la confiance des gouvernements et de la société de même que celle de la communauté scientifique, et pourrait réduire les positionnements improductifs et les polémiques. »⁸³

L'espoir que Vivant place dans ces institutions confirme le souhait de voir poursuivies les recherches dans le domaine de la nanotechnologie mais dans des conditions particulières qui permettront d'éviter (ou au moins de limiter) les impacts négatifs et les risques. Ces conditions ont aussi pour objectif d'autoriser une production à l'échelle industrielle. Cependant, les contours imprécis de la nanotechnologie posent des problèmes au monde politique lorsqu'il s'agit de les normer, de les encadrer et de les protéger. C'est là le majeur problème lié à ce que l'on nomme

80 <http://www.nanojury.org/>

81 Vivant, « Débattre des nanotechnologies : il y a urgence ! »

82 *Action group on Erosion, Technology and Concentration* – <http://www.etcgroup.org>

83 Vivant, « Pour une convention internationale sur l'évaluation des nouvelles technologies », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=136>

couramment l'effet *hype* des nanotechnologies : elles suscitent un fort battage médiatique et attirent les investisseurs, mais ces déclarations, ouvrages et rapports sur les promesses de cette convergence technologique n'auraient en fin de compte pour objectif que de rallier à la cause les disciples en tous genres et les capital-risqueurs⁸⁴.

Vivant voit donc la nanotechnologie comme « un domaine de connaissances riche de promesses et dont les applications potentielles sont si nombreuses que ses contours sont toujours imprécis. »⁸⁵ D'ailleurs, ses rédacteurs reconnaissent qu'il est difficile « de se repérer dans ces "incarnations nanotechnologiques" disparates tantôt fantasmées, tantôt réelles ou potentielles »⁸⁶ prouvant par là qu'ils ont conscience de la variété de discours entourant les nano.

Dans ses articles, il importe à Vivant de prendre en compte l'imaginaire qui entoure les nanotechnologies. La science fiction n'est plus uniquement un style littéraire, elle a aussi la capacité de « construire des mondes sociologiquement et politiquement cohérents. [Elle] joue un rôle fondamental dans l'imagination des "mondes possibles" dans lesquels se projette la réflexion éthique, sociologique et parfois même scientifique. »⁸⁷ Les anticipations qui foisonnent dans le genre ont un double effet. D'une part, elles peuvent anticiper des développements technologiques suite à un processus dialogique d'interactions, d'échanges de concepts entre science et fiction. « Après tout, beaucoup d'auteurs de science-fiction sont des scientifiques, et vice-versa. [...] Les récits de science-fiction [...] tentent de donner un sens aux transformations en cours, sur lesquelles on n'a souvent que peu d'information ou peu de recul, et par là-même ils sont producteurs de savoirs. »⁸⁸ D'autre part, elles renvoient à l'imaginaire social contemporain sur les craintes et les attentes des citoyens vis-à-vis d'une technologie. En parallèle à cet effet de « transposition », la science-fiction est aussi une porte d'entrée dans la « science-réalité ». Elle permet de mettre un premier pied dans l'arène. Les nanotechnologies ont pu « profiter » des théories de Drexler qui, malgré ou grâce à la controverse scientifique sur le bien-fondé de sa vision, ont contribué à ouvrir le débat au public⁸⁹.

84 Vivant, « Diagnostic et thérapie : la révolution des nanotechnologies »

85 *Idem*

86 Vivant, « Pour une géopolitique des nanosciences »

87 Vivant, « Le pouvoir de la fiction, ou comment les nanotechnologies sont entrées en débat », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=140>

88 Vivant, « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur ? », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=137>

89 Vivant, « Le pouvoir de la fiction, ou comment les nanotechnologies sont entrées en débat »

Les trois chercheurs

« Je ne vais pas dire que la recherche doit être illimitée, mais c'est quand même ça qui fait progresser. [...] Évidemment, quand on est scientifique, on se dit que ça vaut toujours la peine. »⁹⁰

« [Un comité de science citoyenne] n'offre aucun intérêt parce que ce n'est pas un problème social, c'est un problème technique. Il faut être très compétent pour savoir ce qu'il faut faire. Ce n'est pas juste avoir ou ne pas avoir envie. »⁹¹

Note méthodologique

Après avoir présenté deux groupes de résistants aux nanotechnologies, je vais consacrer ce chapitre à trois scientifiques impliqués dans ce domaine de recherche. Une précision s'impose avant d'aller plus loin. Le regroupement des trois chercheurs dans ce chapitre est méthodologique. J'ai procédé à cette association afin de constituer un groupe d'acteurs, comparable à Vivant et PMO. À la différence près que dans les faits, ces trois scientifiques ne travaillent pas ensemble, ils occupent chacun une place dans un laboratoire ou un centre de recherche différents des deux autres. Mais ils ont en commun, fait non-négligeable, d'être des scientifiques de formation et de profession. Je pars donc du présupposé que ce trait commun est suffisant pour justifier un rassemblement tel que je me l'autorise. Je construirai dans les prochains paragraphes une esquisse de leur approche des nanotechnologies en tant que scientifiques. Les trois entretiens que j'ai menés avec ces chercheurs ne vont pas toujours dans le même sens et les opinions sont tantôt divergentes, tantôt convergentes. Je ferai mon possible pour rendre visible ces deux situations, qui ne sont pas le privilège du trio de chercheurs puisque des phénomènes similaires ont été observés dans l'étude des documents des deux groupes de résistants.

90 Extrait d'un entretien avec une chimiste-organicienne.

91 Extrait d'un entretien avec un astrophysicien.

Un astrophysicien et deux chimistes

Il est temps de faire les présentations. Le premier chercheur (par ordre chronologique de passation des entretiens) est ingénieur physicien de formation. Docteur en astrophysique, il travaille en tant qu'ingénieur-physicien spécialisé en technique spatiale au Centre Spatial de Liège. Au sein de ce centre sont utilisés des nanotubes de carbone, principalement sous forme de matériau de structure (c'est à dire sous forme *déjà* agglomérée et non à l'état de poudre). Ces matériaux sont utilisés en aéronautique pour leurs propriétés et la qualité de ces propriétés : conductivité, résistance mécanique, etc.

Le deuxième chercheur est chimiste de formation, spécialisé dans les céramiques supraconductrices. Il travaille dans un laboratoire dont les recherches portent sur ces céramiques et dont l'activité a évolué vers les électrocéramiques au fil des ans. Électrocéramiques qui ont un rôle important dans la micro-électronique. Le laboratoire planche sur trois axes de recherche liés aux nanotechnologies : la photocatalyse ; le contrôle et la gestion du stockage et de la distribution de l'énergie dans les batteries lithium-ion ; les matériaux vitreux. Ces champs d'application sont abordés en étroite collaboration avec des industries et le laboratoire revendique son intérêt pour le domaine de la recherche appliquée.

La troisième chercheuse est également chimiste. Elle officie dans un laboratoire dont la tâche consiste -principalement- à synthétiser des objets nanométriques et qui sont utilisés ultérieurement dans des *devices* plus compliqués. Le laboratoire emploie principalement des polyméristes, des chimistes organiciens axés « matériau ». Autrement dit, le laboratoire se situe en amont dans la chaîne de production des nanotechnologies, à la phase même de synthèse des nanoparticules mais dans des quantités très faibles en comparaison avec ce qui peut se faire dans un cadre industriel⁹². En comparaison avec l'autre chimiste, on peut dire que les recherches de ce laboratoire s'apparentent plus à la recherche fondamentale qu'à la recherche appliquée (sans que soit ignorée cette dernière).

La science comme métier

Être scientifique exige de rencontrer un certain nombre de conditions. Il faut une formation

⁹² *In fine*, ces nanoparticules seront peut-être synthétisées pour être utilisées à plus grande échelle mais le laboratoire se cantonne à des quantités très faibles. Ses objectifs premiers ne sont pas la production en masse.

-physicien, chimiste- et un diplômé. Ce n'est pas tellement ce qui nous intéresse ici, même si la formation joue un rôle important dans l'approche que les scientifiques ont de la science⁹³. Ces scientifiques partagent quelque chose de plus important -ou en tout cas qui est plus intéressant dans le cadre de ce mémoire-, à savoir leur emploi. Bien sûr, la recherche est souvent considérée autant comme une passion que comme un emploi (et il n'est pas interdit d'aimer son travail), mais elle n'est pas moins soumise à certaines influences et contraintes. Des influences dont on verra qu'elles marquent les visions du monde de nos trois chercheurs. Voyons une de ces influences dont la place est primordiale : l'exigence de compétitivité.

Compétitivité

Pourquoi parler d'influence ? J'ai mentionné au côté du terme « influence » celui de contrainte, mais pour conserver une certaine neutralité, je préférerai le premier. Selon un dictionnaire général⁹⁴, l'influence est l'« action d'une personne, d'une circonstance ou d'une chose qui influe sur une autre ». Le système économique dans lequel se mettent en place les activités de recherche est un système qui favorise et encourage la concurrence. L'émulation suscitée par cette mise en compétition des laboratoires et autres instituts est à la source d'une quasi-norme, explicitement formulée par nos trois chercheurs : « si nous ne le faisons pas d'autres le feront »⁹⁵. Attitude qui est renforcée par la « facilité » de procéder à ces expériences puisque les moyens techniques pour les réaliser sont disponibles. Il faut souligner l'importance du contexte socio-économique dans la prépondérance accordée à la compétition. Car, le chercheur est porté par cet élan de compétitivité internationale, renforcée institutionnellement, même si, en tant que citoyen, il n'y adhère pas individuellement.

Selon ce principe, puisque toute expérience ou recherche sera toujours menée, autant qu'elle le soit dans des conditions propices à sa bonne tenue. Attitude qui atteste d'une conscience des risques liés à une technologie émergente et qui n'est que partiellement maîtrisée. Selon eux, la maîtrise pourra s'acquérir au fur et à mesure, en même temps que la recherche progressera. Car les trois chercheurs sont d'accord sur ce point : les nanotechnologies sont sources de progrès et de risques. Quand ils abordent un de ces deux points, il est fréquemment tempéré par sa contrepartie.

93 La question mériterait d'être approfondie, mais déborde le cadre de ce mémoire.

94 Logiciel « Antidote ».

95 Notons qu'il ne s'agit pas exclusivement de la compétition entre les laboratoires. Le docteur en astrophysique suggérait qu'il était plus sage de produire des nanopoudres en laboratoire, dans des conditions contrôlées pour en étudier les propriétés au maximum plutôt que d'interdire des expériences de ce type et risquer de voir des terroristes prendre le relais.

Source de progrès, source de risque

La métaphore la plus communément utilisée est celle de la balance. Ce modèle suggère une équivalence entre les avantages et les inconvénients dans le pire des cas, le plateau des bienfaits apportés par l'innovation technologique étant appelé à devenir le plus lourd, tôt ou tard. Les nanotechnologies sont considérées ici comme porteuses de grandes espérances et les trois chercheurs en attendent beaucoup, même s'ils ont pleinement à l'esprit le caractère dual de toute innovation. Malgré les risques -et surtout malgré les incertitudes liées à une maîtrise très restreinte-, il n'est pas question de « jeter le bébé avec l'eau du bain »⁹⁶.

Les risques qui ont été le plus souvent évoqués au cours de ces entretiens sont ceux liés à l'utilisation de nanopoudres, qui est une des formes sous laquelle on peut trouver des nanomatériaux (ils peuvent aussi être encapsulés dans des solutions ou assemblés en fibres, etc.) Cet état poudreux inquiète plus que les autres parce que les poussières de taille nanométrique sont très difficiles à détecter (et il est donc difficile de contrôler une éventuelle fuite hors d'un laboratoire ou d'une usine) mais surtout parce qu'elles peuvent pénétrer un organisme plus aisément (par inhalation, voie cutanée ou encore ingestion). La crainte la plus répandue est celle d'effets identiques à ceux liés à l'utilisation de l'asbeste⁹⁷. Cependant, le trio scientifique s'entend encore une fois sur la possibilité de prévenir des accidents et des mésusages (dans la mesure du possible), mais je reviendrai sur cet aspect un peu plus loin.

L'ambivalence technologique n'est en rien singulière et elle est même inévitable. Elle est un phénomène historique d'après les trois chercheurs. Les exemples cités pour illustrer la situation sont extrêmement variés : la domestication du feu, l'automobile, les satellites, Internet, etc. De tous temps, l'homme a créé des inventions qui sont autant de médailles possédant un revers. On trouve sur Internet des choses qui ne devraient pas s'y trouver, mais personne n'envisage de revenir à une époque sans Internet ; la voiture polluée, mais il est impensable de s'en passer ; les satellites nous permettent de communiquer mais ils sont aussi capables de prendre des photos de nous dans notre jardin ; etc. « Les nouvelles technologies sont toujours dangereuses ». Il n'est donc pas surprenant que les nanotechnologies soient elles aussi à double tranchant. Comme il est normal que les effets

⁹⁶ Extrait d'un entretien avec un astrophysicien

⁹⁷ L'asbeste ou amiante utilisée en construction, notamment dans le cadre de dispositifs anti-feu, peut provoquer des cancers broncho-pulmonaires. Ces cancers sont causés par l'inhalation de poussières et sont dus à la forme des particules d'amiante (des petites aiguilles ou bâtonnets).

positifs dépasseront (et justifieront) une dose de risques et d'effets néfastes. Mais comment ces scientifiques répondent-ils aux risques ? Que proposent-ils ?

Face aux risques

Un élément remarquable dans ces trois entretiens est que chaque chercheur a spontanément tenu un discours rassurant quant à la sécurité de leur lieu de travail en particulier, et des laboratoires en règle générale. Pas que l'on s'attende à une dépréciation de leur part, mais on s'interroge sur la spontanéité de cette tendance à réduire les risques attendant à l'activité de recherche à la portion congrue. Plusieurs éléments sont présentés en ce sens. D'abord chacun a reconnu qu'il restait des zones d'incertitudes, des éléments dont on ne connaissait pas les réactions, des problèmes à confiner les nanoparticules⁹⁸, etc. Toutefois, ce problème n'est qu'un détail dans la mesure où il ne concerne (théoriquement) que les poudres, pas les solutions qui ne sont « dangereuses que si on les boit ». Qui plus est, les quantités manipulées sont suffisamment faibles pour que, avec l'aide de la rigueur et de la prudence du personnel, soient minimisés les risques. Enfin, quand un des chercheurs en arriva à me parler des risques, il me confia qu'il allait « faire l'avocat du diable ».

L'élément de comparaison en ce qui concerne les dangers de produire des nanosubstances (en poudre ou non) est l'industrie. Tous sont d'avis de dire que celle-ci représente un plus grand danger en raison des quantités produites : le risque, c'est la concentration. Ce faisant, ils sont malgré tout convaincus que l'industrie est mieux encadrée et soumise à plus de contrôles, rendant, *in fine*, ce contexte de fabrication moins redoutable qu'à première vue. Finalement, ils reconnaissent que le laboratoire comporte un danger non-négligeable : le « savant fou », même si l'un d'entre eux répugna à user de cette caricature, tout en marquant son accord sur le fond. Ce que nos trois chercheurs dénoncent ici, c'est la tentation de procéder les yeux bandés et dans toutes les directions, littéralement « faire n'importe quoi ». Ce qui a déjà été fait, et semble tout aussi inévitable que les dérives liées à une innovation technologique. « On faisait des grenouilles avec 7 doigts, 6 doigts, 8 doigts... par manipulation génétique. On a fait ça dans les tous premiers temps avec une technologie parce qu'on ne savait pas du tout si ça donnait même un effet. Mais dès qu'on a vu ça, on s'est arrêté et on a commencé à faire ça intelligemment. »⁹⁹ Il y a donc une manière de procéder « intelligemment » pour mener à bien des recherches. Alors qu'ils admettent que le scientifique ne

98 « On travaille dans des salles propres où l'on maîtrise des particules jusqu'à une certaine taille, mais jusqu'à une taille de 500 nanomètres. Donc dans les salles en question, les particules de taille nano se promènent en liberté. Elles ne sont absolument pas contrôlées. Nous sommes tout à fait sensible à ce problème-la. » Extrait d'un entretien avec un astrophysicien.

99 Extrait d'un entretien avec un astrophysicien

peut pas toujours se rendre compte de l'ampleur des débouchés de ses travaux, ils présentent le phénomène comme grisant et rendant la recherche passionnante.

Un autre élément primordial pour contenir les risques est l'établissement d'un cadre normatif régissant les pratiques. Ce dispositif normatif requiert une institutionnalisation et n'atteindra un niveau d'efficacité satisfaisant que s'il peut se faire à grande échelle, européenne ou mondiale. Des dimensions aussi conséquentes sont rendues nécessaires par la concurrence et la compétitivité dont il a été fait mention en ces lignes. Bien que le problème soit aussi à prendre en considération au niveau national, la coordination à un niveau international est garante de plus de sécurité : pour éviter les activités clandestines ou les délocalisations. Comme le soulignent les chercheurs, il est plus intelligent de contrôler que d'interdire car, une fois encore, les moyens étant disponibles, il est impensable que personne ne les mettent en œuvre, interdiction ou pas.

Les acteurs mobilisés dans ces institutions doivent être issus du monde politique mais aussi du monde de la recherche. Il est en effet indispensable pour les trois chercheurs que des scientifiques mettent à profit leur expertise pour cerner au plus près les risques. Le monde politique, lui, a pour mission de gérer la situation, mais il faut impérativement qu'il consulte l'avis des résultats expérimentaux obtenus par les scientifiques. Les considérations sont parfois plus pragmatiques lorsqu'ils soulignent que le rôle du politique passe par une allocation des ressources dans laquelle est prise en ligne de compte la nécessité de financer les programmes de prévention. Le politique doit se charger de mettre sur pied des organismes de contrôle et de prévention, bref de ne pas autoriser tout et n'importe quoi.

Par contre, le recours à un moratoire n'est pas envisageable. Les limites posées *a priori* ne sont pas acceptables, mais les restrictions qui suivent des études, toxicologiques par exemple, doivent être respectées. Agir avec prudence est préconisé et considéré comme plus pertinent et efficace qu'une suspension des activités de recherche. En outre, les trois chercheurs insistent à nouveau sur leur appréciation des risques qui sont infimes au niveau des laboratoires. Des restrictions à la recherche « ne se justifient pas » car elles constitueraient un « frein au progrès »¹⁰⁰.

Face au progrès

Bien entendu, nos trois chercheurs ne considèrent pas les nanotechnologies que comme une source

¹⁰⁰Extrait d'un entretien avec une chimiste organicienne.

de risques. Unanimement, ils associent les nanotechnologies au progrès. Elles en sont une composante indéniable et incontournable. Le progrès est vu sous différents angles (non-exclusifs) : le développement durable, l'amélioration dans le domaine de la santé et l'augmentation du confort personnel. « Que ça nous apporte beaucoup de bénéfices, ça ne fait pas de doute. Je parle de bénéfices, pas de monnaie. Je parle d'amélioration dans la vie. C'est à peu près certain. »¹⁰¹ Je propose un passage en revue de ce qu'ils ont à dire sur ces trois « améliorations ».

- Du point de vue du développement durable, les nanotechnologies sont présentées comme une alternative écologique et économique aux matériaux et techniques utilisées à l'heure actuelle. Faire mieux avec moins, voilà quel est le credo des trois scientifiques. Le chimiste spécialiste en céramiques expose son point de vue à l'aide d'une comparaison dans le domaine de l'énergie. Citant en exemple les cellules photovoltaïques utilisées dans les panneaux solaires, il fait remarquer que pour combler les besoins de la planète en matière d'énergie à l'aide de ceux-ci, la technologie disponible à l'heure actuelle nécessiterait de consommer l'entièreté du stock de silicium disponible sur la terre. Dès lors, grâce aux recherches en nanotechnologies appliquées au secteur de la photocatalyse (dans lesquelles il est impliqué), une nouvelle génération de panneaux solaires est en passe d'être produite et de répondre à ce problème...¹⁰²
- Le deuxième « critère » de progrès englobe le domaine du médical. « En médecine, les nanomatériaux sont probablement des voies qui risquent de donner des méthodes thérapeutiques nouvelles et beaucoup plus efficaces que certaines méthodes actuelles » selon l'un des chercheurs. Un autre travaillant sur des nanotraceurs pour cibler des organes malades « avec une plus grande précision » abonde en ce sens.
- Enfin, rendre la vie plus confortable. Ce point n'est pas en opposition avec les précédents et contribuer au développement durable n'est pas antinomique avec plus de confort. Simplement, il s'agit ici d'améliorations sur un plan plus individuel, moins civique si l'on peut dire. Et le champ des possibles en la matière est vaste. Principaux atouts de ce point de vue : la miniaturisation des appareils électroniques et la réduction de leur coût.

Les risques dus au caractère émergent des nanotechnologies ont leurs pendants en termes

¹⁰¹Extrait d'un entretien avec un astrophysicien

¹⁰²Il est intéressant de noter que les scientifiques déploient une argumentation en faveur du principe d'action préventive qui veut que les nanotechnologies répondent aux besoins en matière de dépollution alors que PMO invoque le principe de précaution pour la pollution qu'engendrent (et que vont engendrer) les nanotechnologies (Ewald, 2001 : 22).

d'avantages. Chaque chercheur a l'intime conviction que « on n'en est qu'au début » et que, par conséquent, il est difficile d'imaginer tout ce qu'on pourra en faire. « Si on croit aux nanotechnologies, en tant que chercheur, c'est qu'on s' imagine quelque part qu'on est au bas de l'échelle mais que ça peut ouvrir énormément de portes. »¹⁰³ L'emploi du verbe « croire » est loin d'être un détail, mais j'y reviendrai en temps voulu.

Limites des nanotechnologies

Les espoirs et les attentes des trois chercheurs ne sont pas illimités. Si on ne mesure pas encore toutes les possibilités et toutes les « avancées » que les nanotechnologies permettront d'atteindre, ils tiennent à souligner qu'il existe des limites. Les nanotechnologies ne feront pas ce qu'aucune technologie n'a jamais pu faire : résoudre tous les problèmes. Si on peut faire beaucoup, cela ne signifie pas tout. Les personnes qui pensent qu'on peut tout faire sont comparées à celles qui estiment qu'il ne faut pas les utiliser : ces « utopistes [...] sont aussi irresponsables les uns que les autres ». Le potentiel est énorme, oui, et inspecter un maximum de voies est une chose qui enthousiasme nos trois chercheurs. Malgré cela, il est impératif de distinguer parmi les possibilités ce qui est techniquement faisable et ce qui l'est en pratique. « Techniquement faisable mais pratiquement non-réaliste », comme fabriquer un pont atome par atome : « *a priori*, vous pouvez tout faire »¹⁰⁴.

Vers l'avant

Les nanotechnologies, avec leurs lots de risques et d'avantages, déjà accomplis ou à venir, sont devenues un point de passage obligé. Aucun des chercheurs ne voit les choses autrement : quoiqu'il arrive, le monde de demain devra compter sur les nanos. Lentement ou rapidement, elles seront développées. À ce sujet, le docteur en astrophysique nous confie sa théorie : « La bonne façon, c'est d'aller calmement de l'avant, sans se précipiter et pour ça, évidemment, comme nous sommes des gens irraisonnables, on a besoin à la fois d'enthousiastes pour aller de l'avant et de gens effrayés pour freiner les premiers. [...] On a peur de nos inventions et puis il y a une espèce de balance qui se fait entre ceux qui veulent avancer et ceux qui freinent. »

Nos scientifiques développent donc un argumentaire de l'inéluctable : l'avenir passe par ces

¹⁰³Extrait d'un entretien avec une chimiste organicienne.

¹⁰⁴Extraits d'un entretien avec un astrophysicien.

technologies, elles sont désormais incontournables, même si elles présentent des limites qui ne sont pas encore clairement identifiables. Les bénéfices escomptés sont tels que l'un des deux chimistes déclarera : « l'avenir est aux nanotechnologies [...] il serait illusoire de penser qu'on va laisser tomber les nanotechnologies dans 10 ans. » Et non seulement on ne va pas les laisser tomber, mais les activités de recherche vont se multiplier et les secteurs concernés également. Les nanotechnologies s'imposeront et seront acceptées, même si des personnes s'y opposent. Car après tout, « il y a toujours des gens pour faire des croisades »¹⁰⁵.

La résistance : une « croisade »

Lors des entretiens, j'ai demandé à ces trois acteurs issus de la communauté scientifique leur opinion sur les acteurs qui « résistent » aux nanotechnologies, qu'ils les refusent ou qu'ils témoignent « simplement » d'une certaine méfiance. Le verdict global est qu'ils ont à la fois tort et raison. Raison d'avoir des craintes, tort d'accorder à ces craintes une place prépondérante. Quoiqu'il en soit, les résistants sont vus en quelques sortes comme les Sisyphes modernes : leur tâche est sans fin (elle se répète à chaque innovation technologique) et d'une utilité nulle ou à peu près (puisque les technologies s'imposent malgré tout). Résistance ou pas, opposition ou non, « le jour où des gens auront intérêt à ce que ça passe, ça passera. Et ça passera à travers tout. » Notre astrophysicien préféré, quand il affirmait qu'il existerait toujours des gens pour faire des croisades observait que cela était tout à fait classique, et n'était en rien lié au fait que la technologie soit « nano ». « Une technologie ne débouche qu'après 40 ans. Elle n'est vraiment admise par la population, elle ne fait vraiment partie de la vie des gens qu'après deux générations. Il n'y a pas de raison que ça soit différent aujourd'hui. Ça a toujours été comme ça. » Peu importe donc les mouvements contestataires. Le progrès est en marche et on ne le stoppe pas, selon un adage bien connu.

Parlant de progrès, la remise en question de la nécessité et de l'intérêt des nanotechnologies est identifiée comme un refus de celui-ci. Pour les trois chercheurs, les résistants ont raison d'observer que des risques existent et qu'ils doivent être prévenus et contenus au maximum. Cependant, si on prend en compte la composante risque qu'induit la nouveauté, ces technologies émergentes ne se différencient pas des autres technologies ayant émergé au cours de l'histoire de l'humanité. À mettre trop en évidence les risques, ils négligent (voire n'ont pas conscience) de l'impact que les nanotechnologies vont avoir sur le développement de la société. Pour le chimiste spécialisé en céramiques, cet impact positif est le progrès. « Et s'ils résistent, c'est peut-être qu'ils

¹⁰⁵Extrait d'un entretien avec un astrophysicien.

sont anti-progressistes et que... c'est une position qu'ils ont le droit de défendre, mais je pense que ça ne se justifie pas dans le sens d'aller vers le développement durable. » En définitive, ces résistants qui prétendent agir pour le bien de la planète et de ses habitants freinent le progrès et retardent la distribution de ses bienfaits. « C'est clair qu'il y a des gens qui ont peur des nanotechnologies, mais d'un autre côté, si on veut continuer à évoluer, je vais pas dire que c'est un passage obligé... mais c'est quand même un potentiel extrêmement important. »

Pour nos chercheurs, les solutions envisagées pour affronter les risques créés par les nanotechnologies passent, on l'a vu, par des solutions techniques et politiques. D'un côté, l'expertise et le savoir-faire scientifique ont les outils pour y parvenir. D'un autre côté, le monde politique a le devoir d'inciter à une utilisation en ce sens du savoir et des moyens scientifiques. Dans le cas contraire, il a également le pouvoir d'imposer des contrôles et des dispositifs normatifs contraignants pour prévenir les nuisances. Dans le débat sur les nanotechnologies, les trois chercheurs ne considèrent pas que le public puisse être considéré comme un acteur. Le problème est vu comme exclusivement technique et les non-scientifiques sont, par définition, inaptes à se prononcer sur le sujet. « Il faut être très compétent pour savoir ce qu'il faut faire. Ce n'est pas juste avoir ou ne pas avoir envie. [...] Ici, c'est un problème purement technique. » Créer des comités n'est pas une solution adaptée au problème : « Le comité de citoyens, il décide rien sur rien. Il peut décider : je veux une route, je veux une piste cyclable, je veux un truc... oui, ça oui. C'est leur affaire. Mais pas des choses aussi technologiques que ça. » En outre, les citoyens qui visent à se regrouper sont « *a priori* contre », mais certainement pas des idiots, explique l'astrophysicien pour qui ces contestataires ont le défaut de ne pas arriver « tellement ils sont contre, à réfléchir correctement sur un sujet ». Peine perdue, selon lui, le seul moyen efficace est *donc* d'employer des experts possédant les aptitudes requises.

Analyse : les trois groupes face aux nanotechnologies

Les trois chapitres qui précèdent se sont enchaînés assez abruptement. Le lecteur a été contraint de sauter d'un groupe à l'autre et arrive, enfin, à ce nouveau chapitre et se demande, bon sang, à quoi rime la présentation de ces trois groupes gravitant tels des électrons autour de l'atome « nanotechnologies ». La métaphore est cependant trompeuse. Contrairement à des électrons gravitant autour d'un atome dans un ballet harmonieux, nos trois groupes se croisent **et se rencontrent**. Mais n'allons pas trop vite, nous aborderons ces rencontres bien assez tôt.

Trois groupes, donc, avec un « centre d'intérêt » commun, à savoir les nanotechnologies mais qu'ils n'appréhendent pas d'une seule et même façon. Les avis se rencontrent sur certains points et divergent sur d'autres. En revanche, ce que ces groupes partagent, c'est la cohérence de leurs argumentaires respectifs. L'argumentation de « Pièce et Main d'Œuvre » n'est ni plus, ni moins adéquate que celle du trio de scientifiques ou de Vivant, même s'ils sont en désaccord. Et réciproquement.

Ce constat appelle deux remarques. La première porte sur la cohérence, la seconde sur les désaccords. Je les traiterai séparément pour des raisons de clarté, mais on se rendra compte au fur et à mesure qu'elles sont liées l'une à l'autre.

Cohérence

Dans les argumentaires, on a rencontré à la fois des contempteurs et des disciples des nanotechnologies. Le but n'était pas de présenter les résistants comme des obscurantistes à l'esprit étrié et partisans d'un retour au néolithique ou, à l'opposé, de décrire la communauté scientifique comme une secte de dévots prêts à sacrifier l'humanité sur l'autel de l'innovation technologique ou encore les deux à la fois. Conformément à ma volonté d'adopter une démarche symétrique telle que décrite dans l'introduction de ce travail, je ne cherche pas à distribuer de blâme : ni récompense, ni punition. Au contraire, j'aspire à mettre en exergue comment les arguments font corps, se tiennent les uns aux autres et soutiennent autant qu'ils fabriquent la logique de chaque groupe. Quels sont-elles ?

Pièces et Main d'Œuvre milite contre les nanotechnologies sous toutes leurs formes. Il reproche aux scientifiques de faire courir à la société dans son ensemble des risques dont la portée ne peut être estimée, mais dont on sait que s'ils passaient de l'hypothétique au réel, l'impact en serait catastrophique. Face à des dangers plus ou moins identifiés, PMO implore que soient fermés les laboratoires et que la recherche soit stoppée tout aussi net, mesures radicales invoquées au nom du principe de précaution mais aussi compte tenu d'informations très précises. Vivant n'est pas purement et simplement « contre ». On pourrait même considérer qu'il est plutôt favorable, mais tant que le développement technologique se fait dans un cadre restreint. Les nanotechnologies peuvent engendrer le pire et le meilleur. Selon Vivant, la régulation de la recherche scientifique exige une implication du monde scientifique et des profanes dans la prise de décision des choix technologiques. Cette solution passe par des dispositifs **socio-politiques**. Enfin, le trio de chercheurs, microcosme de la Communauté Scientifique, est tout à fait favorable au développement des nanotechnologies. Impliqués au premier chef, ils ne démentent pas l'existence de risques, mais ils ne justifient en rien de tourner le dos à cette source de progrès au potentiel immense. Les compétences des experts encadrées par des mesures normatives sont les seuls éléments requis pour gérer les risques. Une solution **politico-technique** est la seule qu'il faille mettre en œuvre.

Discours technique et source de (dés)accord

On le voit, bien qu'ils possèdent tous une argumentation cohérente, les trois groupes ont des opinions divergentes, entre autres sur la façon de résoudre les « problèmes » liés à l'émergence des nanotechnologies. Pourtant, ils ont recours à des discours techniques similaires, substituables les uns aux autres. Illustration :

- « Un matériau comme les nanotubes de carbone, composé de fibres rigides, sur lequel sont fondés de grands espoirs, a les mêmes propriétés physiques que l'amiante, et peut donc provoquer le même type de cancer. »

- « Chaque type de nanoparticule est une entité particulière, avec un comportement physicochimique, toxicologique et environnemental spécifique, pour lequel il faut trouver et mettre en œuvre des moyens de contrôle et de protection adaptés. »

- « [...] dans des salles propres, on maîtrise des particules jusqu'à une certaine taille, mais jusqu'à une taille de 500 nano. Donc, dans les salles en question, les particules de taille nano

se promènent en liberté, elles ne sont absolument pas contrôlées. »

Il paraît difficile d'attribuer un auteur à chacun de ces extraits. Qui se cache derrière ces descriptions purement factuelles ? On pourrait les attribuer, dans l'état, à n'importe lequel des trois protagonistes qui nous occupent¹⁰⁶. Évidemment, des phrases sorties de leur contexte peuvent (presque) être replacées dans la bouche du premier quidam venu. Mais ce qu'il faut noter ici, c'est que la communauté scientifique n'a pas, loin s'en faut, le monopole du registre argumentaire technique. De plus, sur ces points, le consensus est, la plupart du temps, général. On n'est pas confronté ici à des querelles techniques, des disputes « de scientifiques » sur la pertinence d'une théorie ou sur la recevabilité des résultats d'une expérience. Certes, il est possible de rencontrer dans certains articles des querelles de cet ordre, mais les cas sont rares. Si ce genre de débat contribue à opposer les différents groupes, il n'est pas le centre nerveux des antagonismes. En outre, ce que l'on pourrait être tenté de voir comme des descriptions purement factuelles des propriétés des nanotechnologies renvoie en réalité à des visions du monde particulières. Un constat neutre et objectif tel que « les nanotechnologies permettent de réduire la taille des composants électroniques » signifie pour les uns un accroissement des performances, et, pour les autres un envahissement pernicieux de l'électronique. Les deux ne sont pas incompatibles et une position intermédiaire est défendable. Cependant, les trois groupes d'acteurs tendent à privilégier l'une ou l'autre facette. Les acteurs défendent chacun une vision du monde qui leur est propre. Parfois, une vision du monde entre en contradiction (voire en compétition) avec celle d'autrui, et les acteurs s'opposent en défendant la leur. Sur ces oppositions, le sociologue ne peut trancher : elles sont du ressort du dialogue entre les acteurs, eux seuls sont autorisés à les argumenter.

Vision(s) du monde¹⁰⁷

Avant d'aller plus loin, je tiens à répondre (ou du moins tenter de répondre) à une critique que l'on m'a judicieusement formulée¹⁰⁸. En sociologie, le concept de « vision du monde » est parfois discuté pour être utilisé dans une perspective relativiste. Dans une telle approche, il **légitimerait** tous les points de vue sous couvert d'une politique du « tout est bon ». Loin de moi l'idée d'en faire un tel usage. Je tiens bien à rendre compte de discours articulés qui sont porteurs de sens pour les acteurs qui les tiennent mais sans pour autant admettre qu'ils se valent tous.

106La première est issue d'un texte de PMO, la deuxième d'un document de Vivant et la troisième est extraite d'un entretien avec un astrophysicien.

107Les paragraphes qui suivent doivent beaucoup à http://en.wikipedia.org/wiki/World_view, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Weltanschauung> et <http://pespmc1.vub.ac.be/WORLVIEW.html>.

108Merci à M. Christophe Lejeune.

Une deuxième précision doit être placée ici. Le terme vision du monde a été préféré à celui d'idéologie qui est souvent connoté péjorativement. On se rendra compte pourtant qu'elles sont substituables l'une à l'autre si l'on accepte une définition de l'idéologie comme aidant non seulement à comprendre la réalité qui entoure les individus et leur permettant de s'orienter dans cette réalité en leur proposant des solutions par rapport aux différents choix qui se présentent à eux. Ce qui revient à dire : considérer l'idéologie comme une grille de lecture. (Grenade, 2005 : 24).

« Vision du monde » est la traduction littérale du mot allemand « *weltanschauung* ». Ce concept philosophique désigne la conception du monde de chacun selon sa sensibilité particulière. Une vision du monde peut être considérée comme un cadre de perception à travers lequel un acteur analyse son environnement et qui est en même temps un produit de cet environnement. Elle est un schème cohérent qui génère et oriente les connaissances. Elle lie les expériences et les perceptions pour former une matrice qui guide les choix mais surtout, elle nous permet de faire face à la complexité du monde et au changement.

Elle nous permet de comprendre comment le monde fonctionne et est structuré. Il s'agit du monde dans sa totalité : l'univers physique, mais aussi la vie, la société ou encore la culture. Elle fournit des explications ou du moins des interprétations pour rendre compte de l'agencement du monde et des raisons qui font que le présent est tel qu'il est. Cette compréhension du passé et du présent rend possible des extrapolations, elle propose une liste des évolutions possibles de la situation présente. Ce faisant, elle soulève la question du choix des futurs : vers quel futur allons-nous ? Cette question n'est pas à envisager exclusivement en termes de probabilité et de factualité des objets (vers quelles réalisations factuelles tendons-nous de la manière la plus vraisemblable ?) mais aussi dans une optique volontaire et engagée (où *voulons-nous* aller, quels desseins nourrissent ces réalisations factuelles ?). A l'aide de sa vision du monde, un acteur choisit de s'engager dans une voie plutôt qu'une autre conformément à ce qu'il estime être le plus en harmonie avec ses valeurs. « Nous ne pouvons rien percevoir sans projeter en même temps un ensemble de formes (*patterns*), un réseau, dirait Geertz, de matrices et de cadres à travers lesquels nous articulons notre expérience. » (Ricoeur, 1997 : 30)

Les valeurs véhiculées au sein d'une vision du monde particulière comprennent des considérations morales et éthiques s'organisant en système de règles. Lesquelles dictent aux acteurs quel choix opérer afin d'atteindre des objectifs concordants avec ses valeurs. Une vision du monde fournit donc les motifs mais aussi les moyens d'atteindre les buts fixés par les idéaux. L'analogie

entre les cartes routières et l'idéologie utilisée par Boudon peut aider à comprendre cette fonction normative des visions du monde. Non seulement les visions du monde dessinent les routes qui existent mais elles indiquent la route à suivre (Doutrelepont, 2002 : 15). Une vision du monde soumet aux acteurs une variété de comportements envisageables et plus ou moins en adéquation avec ses valeurs. Le choix d'un comportement dépendra donc autant de données objectives que d'une vision du monde particulière. Ceci étant, la « réalité objective », le donné physique, est perçu à travers la vision du monde en tant qu'elle est un schème qui structure la réalité.

Une vision du monde est modelée par le milieu dans lequel évoluent les acteurs qui la développent en fonction de la cohérence qu'elle peut donner au monde qui les entoure. C'est pour cela qu'il existe une telle adéquation entre elle et le milieu, car ils se façonnent l'un l'autre de façon dynamique et permanente. Les visions du monde sont formées de fragments fournis par l'expérience tout en contribuant à celle-ci : elles sont donc structurées par un environnement qu'elles contribuent à structurer. Elles influent à la fois sur les comportements, les connaissances, les perceptions tout autant que ces éléments contribuent à les définir.

Pour rendre compte des différentes visions du monde, je vais distinguer trois registres argumentaires : un registre réaliste, un registre utopiste et un registre de la prophétie de malheur. La façon dont ces registres sont exploités par les acteurs correspond à une vision du monde particulière. La distinction des registres répond plus à des nécessités didactiques qu'à la réalité empirique, les trois étant articulés et imbriqués de façon systémique. Je tâcherai de mettre en évidence ces articulations et chevauchements. Plutôt que de disserter longuement sur chacun, j'en proposerai des approches assez concises. La terminologie me semble suffisamment évocatrice pour que de longues digressions théoriques ne soient pas nécessaires pour s'en faire une idée acceptable dans ce contexte.

Registres argumentaires

Registre utopiste

Pour parler du registre utopiste, je vais faire un court détour par l'étymologie. *Utopia* est un néologisme grec forgé par Thomas More en 1516 pour désigner la société idéale qu'il décrit dans son oeuvre *Utopia*. Ce terme est composé du préfixe privatif « *u* » et du mot « *topos* » qui signifie « lieu ». Le sens d'utopie est donc, approximativement, "sans lieu", "qui ne se trouve nulle part". Mais on rencontre (notamment dans l'oeuvre de More) le terme d'*Eutopia* pour désigner le lieu imaginaire qu'il a conçu. Ce second néologisme ne repose plus sur le suffixe privatif « *u* » mais sur le suffixe « *eu* » qui signifie « bon ». Eutopie signifie donc "le bon lieu".¹⁰⁹

En l'occurrence, le terme « utopie » englobe les deux acceptions (qui sont complémentaires). L'utopie incarne un idéal inaccessible (préfixe privatif « *u* ») mais vers lequel tendent les acteurs (préfixe « *eu* »). À travers les arguments mobilisés, les acteurs peuvent avoir tendance à se référer, plus ou moins ouvertement, à une société idéale qui n'aurait pas les défauts de celle dans laquelle ils vivent. Ce projet sert autant à dénoncer les imperfections de l'état actuel qu'à suggérer la direction à prendre pour atteindre un monde meilleur. Cette notion de projet est essentielle car elle est le noyau de ce registre. Enfin, « utopie » n'est pas utilisé ici dans le sens péjoratif que l'usage peut lui octroyer. Ce registre ne me sert pas à disqualifier des acteurs en les considérant comme des rêveurs, des êtres sans prise sur la réalité. En revanche, les acteurs chercheront parfois à se discréditer les uns les autres de la sorte.

L'utopie nanotechnologique fabrique un monde parfait grâce à cette technologie. Elle est l'outil ultime qui apporte une solution aux problèmes auxquels doivent faire face nos sociétés contemporaines. Leurs bienfaits émaneraient principalement de l'établissement d'un système ignorant la pénurie et qui supprimerait toutes les formes d'inégalités¹¹⁰. À l'extrême opposé, on trouve l'utopie d'un monde sans « technologie » (encore faudrait-il la définir), et à tout le moins sans nanotechnologie.

¹⁰⁹<http://fr.wikipedia.org/wiki/Utopie>

¹¹⁰Il n'y a pas lieu de présenter en ces pages une description détaillée de l'utopie nanotechnologique.

Si on ne retrouve dans les groupes présentés précédemment que des traces de ce registre utopiste, elles sont malgré tout une composante importante des argumentaires. Elles peuvent être décelées au détour d'une phrase, par des propos timidement avancés et souvent aussitôt nuancés. On peut en trouver l'une ou l'autre illustrations chez le petit groupe de scientifiques. Comme la chimiste qui « croit » aux nanotechnologies, l'astrophysicien estime qu'elles apporteront, sans l'ombre d'un doute, « beaucoup de bénéfiques [...] d'amélioration dans la vie. C'est à peu près certain. » Cette citation déjà reprise *supra* dénote des *espoirs* fondés dans les nanotechnologies et du fait qu'elles vont rendre la vie meilleure dans l'absolu.

Chez Vivant, des signes de ce registre utopiste percolent plus rarement à travers la trame argumentaire, même s'il y en a des éléments. L'usage du terme « révolution », que l'on retrouve notamment dans le titre de l'article « Diagnostic et thérapie : la révolution des nanotechnologies », insinue qu'un changement drastique est proche et que le monde va subir un remaniement profond. Malgré les craintes soulevées, Vivant s'enthousiasme de cette « révolution qui est en marche » et va nous conduire vers le « nanomonde »¹¹¹, expression qui suggère elle aussi l'avènement d'une nouvelle ère.

L'idéal de retour à la nature véhiculé dans les textes de PMO est la forme la plus marquée de mobilisation du registre argumentaire utopiste. Bien que cette utopie soit à l'extrême opposé de l'utopie nanotechnologique, elle traduit aussi le rêve d'un idéal radical inaccessible mais dont les acteurs cherchent à se rapprocher le plus possible. Chaque évocation de la destruction du monde naturel à travers la création d'un monde artificiel en est une marque. C'est sans doute dans le combat contre ce que PMO nomme « technoservitude » que la notion de résistance atteint ses extrêmes puisque l'objectif visé est l'éradication pure et simple de la technologie (nanotechnologie dans le cas présent, même si PMO étend ses revendications à d'autres secteurs comme les biotechnologies).

Registre réaliste

Loin d'être expert en la matière, je suggère de partir du mouvement artistique réaliste pour esquisser les contours de ce registre. En peinture, ce courant du 19^{ème} siècle s'oppose au néoclassicisme qui se réfère à la pensée antique d'un idéal parfait. Le réalisme veut montrer ce qu'il perçoit de manière objective.¹¹² Dans ce registre entrent donc toutes les considérations techniques et données objectives (ou plutôt accréditées comme telles) concernant les nanotechnologies. Les expériences rapportées

111 Vivant, « Vertige et frénésie », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=99>

112 http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9alisme_%28peinture%29

dans des documents officiels (revues scientifiques, études, enquêtes, etc.) en sont des exemples banals. D'une façon globale, ce registre concerne tout ce qui est factuel, voir conceptuel, et qui est étayé par des données techniques ou des fondements théoriques rigoureux. Ces arguments sont en rapport avec une réalité sujette à controverse. L'opposition réalité-fantasme est l'élément principal distinguant ce registre des deux autres. Dans ce registre, la « preuve », comme dans l'expression « il a été prouvé (scientifiquement) que... », est très importante. Sa construction est soumise à des conditions et des contraintes, et sera l'objet de l'argumentation.

Le registre réaliste n'est pas plus facile à circonscrire que le précédent. Des faits, même admis comme des réalités indiscutables, prêtent à des interprétations qui, elles, sont discutables. Le transport se fait dès lors d'un registre réaliste à un registre de la prophétie de malheur ou de l'utopie. Ce registre argumentaire est convoité car il est considéré comme légitime parce que généralement associé au discours et à la raison scientifiques. Pourtant les scientifiques n'ont pas l'exclusivité en la matière, pas plus qu'ils ne peuvent éviter les autres registres. La mobilisation du registre réaliste rend le discours des acteurs consistant aux yeux d'autrui et occupe à ce titre une place prépondérante dans l'épreuve de vérité, c'est-à-dire dans l'effort fourni par les acteurs pour lutter contre la délégitimation et l'infériorisation desdits discours : il s'agit pour les résistants d'obtenir un gain de crédibilité technique (Chateauraynaud & Tornay, 1999 : 47).

Le registre réaliste est celui au niveau duquel on situera généralement une querelle d'experts. Il pourra s'agir d'un débat portant sur les résultats d'une expérience ne faisant pas l'unanimité. La controverse se soldera soit par une mise en accord et son objet deviendra un fait objectif, inattaquable en tant que tel à un niveau de connaissance donné. La suspension des hostilités pourra n'être que temporaire, par exemple jusqu'à ce que des éléments nouveaux étayent les arguments de l'une ou l'autre partie et relancent la polémique.

Les profanes sont, par définition, exclus du débat, en vertu de leur « incompetence ». Ceci étant, ils peuvent acquérir des compétences, même si elles ne sont pas l'équivalent (car de nature différente) des compétences des experts. Ils développent leur propre expertise et perdent, si l'on veut, leur statut de profane (au sens de « non-initié »). Ce fut le cas avec les malades du sida qui refusèrent d'être traités comme des objets et qui devinrent des acteurs essentiels dans les recherches par les contributions qu'ils apportèrent. Ils passèrent du statut de corps malades inertes à celui de corps malades pensants et actifs, ils se sont rendus « capables de ne pas subir en victime ce qui les atteignait mais de le transformer en problème général posé au corps médical et à la société »

(Stengers, 2002 : 103)¹¹³. Ce refus de subir, on le retrouve chez les résistants qui élèvent la voix et font l'acquisition de connaissances poussées pour être entendus.

Le registre réaliste dépasse le « simple » cadre de l'argumentation technique. On peut se trouver en présence d'artefacts qui servent de base à une argumentation qui ne concerne plus les objets *per se*. Ce ne sont plus les caractéristiques de l'objet qui sont discutées, mais l'interprétation de ces caractéristiques. Le cas des études de toxicologie sur les fullerènes (une variété particulière de nanoparticules) peut illustrer la situation.

Les fullerènes sont une variété de nanoparticules de carbone de forme sphérique. Elles sont considérées comme un matériau très important en nanotechnologie. Toutefois, des études ont pu montrer qu'elles pouvaient entraîner des lésions cérébrales et des mutations génétiques au niveau du foie chez des poissons¹¹⁴. Ces études font autorité en la matière et personne n'en conteste les résultats. En revanche, toute une série de controverses apparaissent à un autre niveau : comment passer de l'étude sur l'animal à l'impact sur l'homme ; les chiffres sont-ils significatifs ; les bénéfices des fullerènes compensent-ils les risques ; quel degré de risque est acceptable ; etc. On le voit, à ce stade, la question n'est plus uniquement aux mains des experts. Une fois arrêté le degré de toxicité des nanoparticules, les profanes s'emparent des résultats et prennent la parole pour débattre de questions d'acceptabilité (quel degré de toxicité sont-ils prêts à accepter ?) et d'interprétation. On se trouve dès lors à la limite entre les registres utopistes et réalistes, car les objets pénètrent la sphère de la pensée futurible qui renvoie auxdits registres.

Les exemples sont légions puisque, comme je l'ai souligné, ce registre se voit accorder un maximum de crédibilité. Prenons le cas des *RFID*. Le fait que les nanotechnologies permettent de réduire la taille et le coût de production de ces étiquettes n'est contesté par aucun des trois groupes observés. Cependant, les effets sont envisagés différemment : glissement sécuritaire pour PMO, augmentation généralisée du confort pour les trois scientifiques. PMO s'interroge sur les ondes radio utilisées par les *RFID* et leur impact sur l'organisme, sur la pollution des sols et des nappes phréatiques à cause des déchets contenant des composants électroniques ou encore sur la « servitude électronique » qu'impose cette technologie de « surveillance ubiquitaire »¹¹⁵.

113À ce sujet, lire « Les nouveaux Frankenstein » de Harry Collins et Trevor Pinch, pages 181 à 215. Référence complète dans la bibliographie.

114*The New York Times*, 29 mars 2004,

<http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?sec=health&res=9E06E7DD1E30F93AA15750C0A9629C8B63> On trouve des études similaires portant sur l'effet de nanotubes de carbone sur les poumons des rats, avec les mêmes constats : lésions et mutation génétiques.

115PMO, « *RFID* : La police totale »

Toujours concernant les *RFID*, Vivant s'efforce de présenter les deux aspects, à la fois le « service rendu » et le « prix à payer », conformément à leur souhait de contribuer au « bon » développement des nouvelles technologies : « sources de productivité en milieu industriel [...] ces outils sont toutefois synonymes de moyens de surveillance et de contrôle des personnes »¹¹⁶.

Registre de la prophétie de malheur

C'est dans les travaux du sociologue Francis Chateauraynaud que je vais puiser des éléments pour décrire ce registre. Dans « Les sombres précurseurs », Francis Chateauraynaud et Didier Torny proposent une sociologie pragmatique de l'alerte. Ils définissent le lanceur d'alerte comme occupant « une position intermédiaire entre les deux états limites que forment le capteur technique (réglé par référence à un espace de calcul) et le prophète de malheur (ouvrant sur une infinité de rapprochements possibles). [...] Le prophète de malheur [se livre à une] activité visionnaire qui, de l'annonce de troubles ou d'accidents inévitables à l'Apocalypse, cherche à convaincre l'humanité entière qu'une ère de grands malheurs est ouverte. » (Chateauraynaud & Torny, 1999 : 36-37) On remarque que l'on se rapproche des caractéristiques du registre utopiste dans sa dimension prospective, mais aussi sur un point essentiel : la rationalité. Le prophète de malheur et l'utopiste ne doivent pas être discrédités lorsqu'ils mobilisent des arguments appartenant à ces registres pour cause d'irrationalisme. Au contraire, avec PMO et Vivant, on rencontrera par moment ce que Chateauraynaud appelle des « prophéties de malheur rationalistes » qui se font sur « un mode neutre, presque détaché, comme le récit d'une finalité établie scientifiquement : le caractère inéluctable des phénomènes est incorporé à une démonstration scientifique et technique et il y a très peu de marques de dramatisation. » (Chateauraynaud & Torny, 1999 : 58)

On renoue ici avec la notion de résistance présentée en première partie. Le continuum allant du capteur technique au prophète de malheur tel que décrit par Chateauraynaud peut être utile pour analyser la situation de risque et d'alerte dans le domaine des nanotechnologies. Chaque groupe se déplace sans cesse sur cet axe, complétant par moment les signaux limités des rares capteurs techniques existants, et s'adonnant parfois à une activité prophétique. L'activité prophétique, loin de devoir être appréhendée comme du délire ou de la paranoïa, fait appel à l'imagination qui est indispensable à toute tentative d'anticipation de risques. L'activité de résistance exige des acteurs qu'ils soient à la fois attentifs aux indicateurs techniques mais aussi capables de projeter ces données avec d'autres dans des modèles de prévision.

¹¹⁶Vivant, « Biométrie, radio-identification : les libertés publiques menacées », <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=145>

Procédons à un passage en revue des groupes. PMO aurait tendance à se retrouver fréquemment au plus proche du pôle de la prophétie de malheur. Il s'éloigne (sans jamais le quitter totalement) du caractère technique de son cri d'alerte pour interpeller le monde à l'aide de considérations éthiques et politiques. Les pages entières dédiées à démontrer les liens entre les acteurs impliqués dans le domaine des nanotechnologies en sont autant de témoins. Chaque fois que PMO dénonce des collusions, des alliances, des mariages d'intérêt, c'est pour refuser la vision d'un nanomonde imposée par tous ces acteurs complices et, partant, faire valoir leur projet. Les « simples citoyens » de PMO expriment-ils autre chose lorsqu'ils écrivent n'avoir « jamais considéré les nanotechnologies comme un problème scientifique, mais comme un problème politique, social »¹¹⁷ ?

Les rédacteurs de Vivant demeurent plus « centrés » sur l'axe de la nature de l'alerte et se rapprochent davantage de la figure du lanceur d'alerte que de celle du prophète de malheur. Vivant s'efforce de prendre parti le moins souvent possible, ou en tout cas de présenter les nanotechnologies avec un maximum de nuances. Ce qui répond sans doute à son désir de voir ses lecteurs se forger une opinion par eux-mêmes. Néanmoins, Vivant pose le pied dans le territoire de la vision prophétique en redoutant les affres d'une technocratie. Son projet de veille citoyenne pour instaurer plus de démocratie dans les sciences est le moyen qu'il emploie pour tenter d'éviter de se diriger vers un avenir où l'emprise des experts techniciens sur la société dépasserait les limites acceptables.

Chez les trois scientifiques, l'extrême que constitue la prophétie de malheur sur l'axe n'est jamais atteint. Leur attitude flegmatique n'est pas le signe qu'ils ignorent les risques. Au contraire, aucun d'entre eux ne prétend que la situation est sous contrôle et/ou sans danger. Pourtant, ils n'envisagent pas de catastrophe, pas plus qu'ils n'identifient de risque majeur. De leur propre aveu, il y aura des accidents, mais ils sont tous trois étrangers à une vision d'un futur dans lequel les nanotechnologies provoqueraient des dommages tels qu'il serait préférable d'y renoncer dès aujourd'hui. En réalité, on peut relever dans le discours du groupe de scientifiques un « cas » de prophétie de malheur. L'hypothèse catastrophique est soumise avec le plus grand sang-froid et trouve une réponse aussitôt. La particularité est que tous les propos portent sur des risques inhérents à autre chose que des nanotechnologies. « Il y a eu un Tchernobyl, il y aura peut être encore des problèmes de centrales nucléaires, de moins en moins certainement. Et de moins en moins en proportion du nombre de centrales qu'il y aura. Il y a des fusées qui éclatent en démarrant. Il y en a

117PMO, « Pourquoi nous n'irons pas au "Téléphone Sonne" »

de moins en moins, mais il y en a toujours. Il y a des avions qui s'écrasent [...] » Cet étalage, mêlant le dramatique et la banalité, dessert l'idée suivante : « il faut simplement, raisonnablement contrôler les choses ». Le fait qu'aucune supposition de cet ordre ne soit fait concernant les nanotechnologies est difficile à interpréter. Dans un sens, on ne peut nier que les scientifiques soient attentifs aux risques et que la volonté de les prévenir soit réelle. Mais le manque flagrant d'anticipation laisse perplexe quant aux moyens auxquels ils envisagent de recourir.

Il me semble qu'une note finale soit nécessaire avant de clôturer ces paragraphes consacrés au registre de la prophétie de malheur. La situation est telle avec les nanotechnologies qu'aucun des risques évoqués ne s'est encore réellement produit (des séries de cancers imputables à des nanopoudres par exemple). Sans ces réalisations, l'argumentation pourra être aussi bien conçue qu'on puisse l'imaginer, elle sera toujours livrée à de pures conjectures. Des actes antérieurs sont une ressource centrale pour motiver des actes de précaution. (Chateauraynaud & Torny, 1999 : 49) Bien sûr, il y a toujours une part d'inédit dans les alertes, mais elles exigent souvent de faire appel à des comparaisons. On comprendra mieux dès lors que les acteurs se réfèrent à d'autres technologies et tentent d'établir un pont, de construire des risques en mêlant les expériences passées. PMO et Vivant entrevoient déjà que le débat autour des nanotechnologies va « reproduire le désastre démocratique des biotechnologies, sans aucune anticipation en matière d'information, de concertation, de participation citoyenne »¹¹⁸. Qui plus est, les nanotechnologies se combinant à des technologies et des disciplines scientifiques existantes, la résistance gagne à construire des comparaisons avec des modèles préexistants (même s'ils sont contestés).

Retour sur les visions du monde

Comme je l'avais noté avant de les présenter, les registres sont exploités de façon plus ou moins intense par les groupes d'acteurs. Les argumentaires sont composés en puisant dans ces trois registres. Ils constituent une vision du monde propre à chaque groupe en même temps qu'ils sont conditionnés par elle. Je n'ai pas l'intention de créer une typologie des visions du monde, ce qui aurait pour effet de me faire dépasser l'espace qui m'est alloué. Je me contenterai de reprendre l'analogie des cartes routières mentionnée précédemment avant de conclure.

PMO, Vivant et le trio de scientifiques possèdent une carte identique à quelques détails près. Elle est une représentation de la réalité sur laquelle chaque groupe appose un transparent sur lequel

¹¹⁸Vivant, « Débattre des nanotechnologies, il y a urgence ! »

est imprimé un itinéraire qui doit les mener à une société meilleure ou du moins leur permettre de contourner certaines situations. Les scientifiques ont en leur possession l'itinéraire vers la ville « plus de confort sur nanos », mais elle emprunte la voie « plus de danger ». Forts de ces indications, les scientifiques revendiquent la supériorité de leur plan sur celui des autres car ils vont agir en connaissance de cause, limiter leur vitesse, être vigilants, etc. Vivant dispose d'une carte légèrement différente. Elle mène aussi à « plus de confort sur nanos », mais emprunte une route « interdite à la technocratie » alors que la voie « plus de danger » dans laquelle veut s'engager la petite communauté scientifique est en « circulation locale » et seuls les scientifiques et quelques politiques sont autorisés à y circuler. Quant à PMO, il ne souhaite pas se rendre à « plus de confort sur nanos » car selon lui la réputation du lieu est surfaite. Il veut se rendre à « plus de confort sans nanos », un village de l'autre côté de la carte. Le trajet de PMO passe uniquement par des chemins interdits aux véhicules transportant des nanotechnologies.

En outre, on remarque que chaque acteur possède plusieurs « transparents » de natures particulières : l'un reprend un itinéraire qui répond à des contraintes techniques, l'autre un parcours prenant en compte des exigences démocratiques, un troisième est établi en fonction de considérations écologiques, etc. Les groupes s'opposent parce qu'ils ne sont pas d'accord sur les choix à faire, sur les directions à prendre à certains carrefours et parfois sur l'endroit où aller. Mais s'ils peuvent s'opposer les uns les autres, c'est parce qu'ils « jouent sur le même terrain », non pas par le simple fait de s'intéresser au même « objet » mais parce qu'ils partagent les trois registres argumentaires et défendent des positions (et des combinaisons de positions) qui leur sont propres.

On ne peut pas distinguer parmi les argumentaires ceux qui seraient *a priori* « raisonnables » ou « déraisonnables », pas plus qu'on ne pourrait les démarquer uniquement à l'aide de canons scientifiques ou techniques de rationalité. C'est le rapport d'adéquation à une forme de vie organisée, à une expérience commune du monde sensible fournissant des prises collectives, qui décide *in fine* de leur pertinence. Chaque argumentaire défend une vision du monde particulière au sein d'une épreuve qui vise à répondre à des doutes et des interrogations qui font sens pour l'organisation de la vie quotidienne (Chateauraynaud & Torny, 2000 : 28).

Conclusion

« Il ne s'agit pas de prétendre que tous les savoirs se valent, ni que l'expert n'est pas plus compétent que l'usager, mais de reconnaître que la qualité d'usager donne une autre forme de savoir, une prudence, *phronêsis*, qui est susceptible de fournir des réponses à des questions que la science ne pose pas et qu'elle ne peut résoudre. Bref, de redonner au citoyen la puissance de décider des questions qui le concernent. [...] La science n'a pas le monopole de l'esprit critique. »

Bernadette Bensaude-Vincent¹¹⁹

Ce qu'on retiendra de ce mémoire, je l'espère, est que les acteurs ont toujours, de leur point de vue, de bonnes raisons d'agir comme ils le font. Leurs logiques et leurs « visions du monde », même lorsqu'elles ne sont pas scientifiques, sont *a priori* légitimes. Une telle approche admet l'existence de rationalités plurielles dans la société, rationalités dont j'ai essayé de rendre compte. Ce faisant, j'ai voulu rompre avec le présupposé qui suggère que les scientifiques ont le privilège et l'exclusivité du discours rationnel. J'ai pu montrer, ou du moins je l'espère, que les résistants et les scientifiques partagent des registres argumentaires et que ni les uns ni les autres n'ont le monopole du « bon sens » (ni d'un registre argumentaire) et que, malgré tout, chaque groupe d'acteurs que j'ai présenté produit des récits stables. L'agencement de ce mémoire a été conçu pour préserver les fluctuations de la réalité, montrer l'entrelacement permanent des prises de position sur la nature et sur la société (Callon, 1990 : 177). Je me suis attaché à montrer que la science n'était pas neutre en ceci que ses énoncés sont chargés de sens car ils engagent une vision du monde. Ceci n'étant pas dit pour amoindrir d'une quelconque façon les scientifiques, mais, au contraire, pour leur rendre une apparence humaine, pour cesser d'en faire des créatures vivant hors de la société.

Dans ces pages, je n'ai pas voulu mesurer les effets de la résistance, cette mission nécessiterait d'ailleurs un travail bien plus conséquent. On pourra cependant en deviner certains. Il serait d'ailleurs difficile d'estimer correctement leur impact car il ne fait pas de doute que la résistance ne détermine pas ses propres conséquences, que ses effets sont contingents. Cependant, il ne faut pas douter de l'importance et de la nécessité de ces actes de résistance. Face à la science, le citoyen peut décider de rester muet, spectateur, indifférent, « c'est un rôle qu'il a choisi d'assumer comme on peut choisir d'être un citoyen passif et silencieux (Bensaude-Vincent, 2003 : 273-274),

¹¹⁹Bensaude-Vincent, 2003 : 269

mais la défection n'est pas toujours un choix heureux.

D'un point de vue plus personnel, en tant que sociologue, la présentation de groupes convoquant la sociologie et portant un jugement sur celle-ci a suscité chez moi de nombreuses interrogations. On a vu, avec PMO principalement, que les sciences humaines peuvent endosser le « mauvais rôle » : que celui-ci lui soit attribué ou qu'elle le joue délibérément. Cette réflexion appelle donc, selon moi, à réfléchir sans cesse sur la place du sociologue, autant celle qu'il veut occuper que celle qu'on lui assigne. On se réjouira tout de même de voir qu'il est, lui aussi, considéré comme un membre important et partie prenante de la construction de la cité. Finalement, ce ne sont donc pas seulement les scientifiques que les résistants interpellent. S'ils veulent contraindre les scientifiques à adopter un regard réflexif sur leur discipline, ils s'adressent également à la société dans son ensemble, notamment à ceux qui tentent de la comprendre et de faire en sorte que chaque connaissance acquise sur celle-ci serve à la rendre plus compréhensible jour après jour.

Bibliographie

Toutes les adresses de sites Internet mentionnées dans la bibliographie et dans le mémoire ont été consultées pour la dernière fois le 12 août 2006.

- BAUER Martin, 1997, *Resistance to new technology and its effects on nuclear power, information technology and biotechnology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BECK Ulrich, 2001, *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*, Flammarion, Paris (première édition en allemand en 1986).
- BENSUADE-VINCENT Bernadette, 2003, *La science contre l'opinion. Histoire d'un divorce*, Seuil, Paris (Les Empêcheurs de penser en rond).
- BENSUADE-VINCENT Bernadette, 2004, *Se libérer de la matière ? Fantômes autour des nouvelles technologies*, Éditions de l'Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- CALLON Michel, 1990, « Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », in *Année Sociologique*, 1986, n°36, pp. 169-208.
- CHATEAURAYNAUD Francis & TORNÉY Didier, 1999, *Les sombres précurseurs. Une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris.
- COLLINS Harry & PINCH Trevor, 2001, *Les nouveaux Frankenstein. Quand la science nous trahit*, Flammarion, Paris (Nouvelle Bibliothèque Scientifique, première édition en anglais en 1998).
- DOUTRELEPONT René, année académique 2002-2003, *Cours de sociologie des idéologies*, Université de Liège.
- DREXLER K. Eric, 2005, *Engins de créations*, Vuibert, Paris (Machinations, première édition en anglais en 1986).
- EWALD François, 2001, « Philosophie politique du principe de précaution », in EWALD François, COLLIER Christian, DE SADELEER Nicolas, *Le principe de précaution*, Presses Universitaires de France, Paris (Que sais-je ?), pp. 6-74.
- FEIGENBAUM Dina, NSAMIRITZI Albert, SINCLAIR-DESGAGNÉ Bernard, 2004, *Les nanotechnologies : leurs bénéfiques et leurs risques potentiels*, Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations, Montréal. Consultable sur : <https://depot.erudit.org/id/000910dd>
- GRENADE Sophie, année académique 2003-2004, *Des images de la globalisation. Analyses des imaginaires de la globalisation au sein du MR et d'ATTAC*, Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de licenciée en sociologie, Université de Liège.
- RATNER Mark & RATNER Daniel, 2003, *Nanotechnologies : la révolution de demain*, CampusPress, Paris.

- RICOEUR Paul, 1997, *L'idéologie et l'utopie*, Seuil, Paris.
- STENGERS Isabelle, 2002, *Sciences et pouvoirs*, La Découverte, Paris.

Bibliographie annexe

Les références mentionnées ici renvoient à des articles ou des ouvrages qui ne sont pas cités dans le corps du texte mais qui ont cependant appuyé et guidé ma réflexion.

- CASTORIADIS Cornelius, 1975, *L'institution imaginaire de la société*, Seuil, Paris.
- CHATEAURAYNAUD Francis, 2005, *Nanosciences et technoprophéties. Le nanomonde dans la matrice des futurs*, GSPR - EHESS, Paris.
- KRIMSKY Sheldon, 1982, *Genetic Alchemy. The social history of the recombinant DNA controversy*, M.I.T. Press, Cambridge (Massachusetts).
- KUHN Thomas, 1983, *La structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, Paris (traduction de la nouvelle édition augmentée de 1970).
- LATOUR Bruno, 1996, *Petites leçons de sociologie des sciences*, La Découverte, Paris.
- LAURENT Louis & PETIT Jean-Claude, 2005, *Les nanotechnologies doivent-elles nous faire peur ?*, Le Pommier, Paris (Les petites pommes du savoir).
- PALERMINI Patricia, 2002, *Misères de la bioéthique*, Labor/Espace de Libertés, Bruxelles (Liberté j'écris ton nom).

Illustration de la couverture : représentation libre d'un engrenage d'un nanorobot.

© Anthonares

http://www.anthonares.net/molecular_machine-tm.jpg