

Les Nanotechnologies : un progrès ou un danger ?



Cédric BOUYRIE
Fouad EL HASNAOUI
Janis GLAMPORT
Thomas METTEY
Sylvain TAUZY

SOMMAIRE

Introduction

1. Présentation des nanotechnologies

- 1.1. Toxicité et effets sur la santé des nanotechnologies
- 1.2. Chronologie de l'évolution des nanotechnologies

2. Naissance et évolution de la controverse

- 2.1. Emergence des nanosciences
- 2.2. Une controverse « précoce »
- 2.3. Une controverse toujours active

3. Les acteurs de la controverse

- 3.1. La sociologie de la traduction
- 3.2. Cas de la controverse sur les nanotechnologies
- 3.3. Cartographie des acteurs
- 3.4. Présentation détaillée des acteurs

4. Dangers sociétaux

- 4.1. Quels dangers pour notre société ?
- 4.2. Les limites de la démocratie participative et des applications résultant des études sur les nanomatériaux
 - 4.2.1. Le risque de la perte de contrôle (« l'apocalypse »)
 - 4.2.2. Gelée grise
 - 4.2.3. Gelée verte
 - 4.2.4. Accentuation des problèmes géopolitiques
- 4.3. Le mauvais usage des découvertes (« L'apprenti sorcier »)
 - 4.3.1. Détournement d'usage
 - 4.3.2. Le non-respect de la liberté individuelle
- 4.4. La transgression d'un tabou (« L'arbre de la connaissance »)
 - 4.4.1. « Aller trop loin »
 - 4.4.2. Le transhumanisme

5. Les scènes de la controverse

- 5.1. Premier type de mise en scène : cas d'un débat
 - 5.1.1. Acteurs du débat
 - 5.1.2. Résumé et analyse du débat
 - 5.1.3. Sociologie de la traduction
- 5.2. Second type de mise en scène : Discussions par articles interposés
 - 5.2.1. Auteurs des articles impliqués
 - 5.2.2. Résumé des articles et des différents points de vue
 - 5.2.3. Analyse de ce second type de mise en scène

Conclusion

Introduction

De nos jours, les nanotechnologies peuvent jouer un rôle fondamental dans notre vie quotidienne. En effet, plus les années passent et plus la taille des équipements électroniques est minimisée : téléphones portables, ordinateurs portables, télévisions ultra-fines... Les scientifiques essaient sans cesse de repousser les limites de la science pour arriver à tout miniaturiser.

Les nanotechnologies sont ainsi présentes dans des domaines divers et variés : du multimédia à l'armement en passant par la médecine et pourront révolutionner la vie de l'Homme : création de nano-robots capables de rendre la vue à un aveugle, nanomédicaments qui pourront guérir du cancer et du SIDA, dépistages de maladies rendus plus aisés, etc. Mais tout cela a sûrement un prix : lequel ?

Dans un premier temps, tous ces avantages peuvent impressionner et attirer ainsi l'opinion publique. Cependant, comportent-ils des dangers, et si oui, lesquels ?

Le principal problème des nanotechnologies réside dans leur possible toxicité. En effet, elles peuvent être dangereuses à la fois pour l'Homme et son environnement. De plus, on peut mettre en évidence un paradoxe : les nanotechnologies sont essentiellement développées pour faire avancer la médecine – autrement dit pour améliorer et sauver des vies humaines – mais elles servent aussi dans le domaine de l'armement – à des fins bien différentes, on l'aura compris.

La principale barrière au développement des nanotechnologies est le risque lié aux effets de celles-ci sur la santé de l'homme et sur l'environnement.

Cela crée des problèmes ; quelle doit être l'importance du développement des nanotechnologies ? Devons-nous laisser la recherche manipuler librement les nanoparticules dans le but de faire avancer la médecine tout en sachant que les risques sont majeurs ? En effet, le patient peut être contaminé, et il en est de même pour l'environnement. Bien que toutes ces expériences puissent être très bénéfiques pour l'humanité, doit-on les interdire à cause des risques engendrés ?

Ce sont les questions fondamentales de la controverse qui font débat au sein de la communauté scientifique, des médias, de la scène politique et du public.

Toutefois, certains scientifiques peuvent remettre en question ces problèmes en prouvant que tous les arguments mis en avant par l'opposition sont infondés. Selon eux, les nanotechnologies ne représentent aucun danger et ils tentent alors de rendre légitimes les risques qu'ils prennent. D'où la naissance de cette controverse scientifique :

Les nanotechnologies constituent-elles un progrès ou un danger ?

L'étude de cette controverse se fera au travers de cinq parties distinctes. Nous présenterons tout d'abord brièvement ce que sont les nanotechnologies et ce que peuvent être leur impact sur la santé de l'Homme. Ensuite, nous étudierons la naissance et l'évolution de cette controverse au cours du temps puis nous nous pencherons sur ses acteurs. Enfin, nous exposerons les dangers possibles des nanotechnologies sur la société pour terminer sur une étude de deux types de mise en scène de la controverse.

1. Présentation des nanotechnologies

1.1. Toxicité des nanotechnologies et possibles effets sur la santé

En France, la fabrication de nombreux produits courants requière l'utilisation de nanotechnologies. Pourtant, l'étiquetage ne précise pas le recours à de tels procédés. Ainsi, dans un rapport publié fin 2008, l'Agence française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) juge que, compte tenu de sa jeunesse, la nanotoxicologie fournit "des résultats encore peu nombreux, disparates et parfois contradictoires". C'est d'ailleurs pour cette raison que la controverse fait rage : la toxicité des nanotechnologies est le point de passage obligé de la controverse scientifique (PPO).

Les scientifiques – et en particulier les toxicologues – s'attachent à étudier les quatre voies possibles d'exposition de l'Homme aux nanotechnologies : voies radiative, cutanée, digestive et respiratoire. Parmi les résultats les plus marquants des études scientifiques, le quotidien économique français *Les Echos* relève, en collaboration avec l'AFSSET, l'exposition par voie respiratoire : "*les nanoparticules pourraient traverser la barrière de l'épithélium pulmonaire pour atteindre la circulation sanguine et les ganglions lymphatiques et se répartir ensuite dans l'organisme, franchir la barrière placentaire*".

Et comme la plupart des polluants, ce sont généralement les femmes enceintes, les personnes âgées ainsi que les nourrissons qui sont les plus vulnérables aux nanotechnologies.

Nous savons que les nanoparticules peuvent franchir les barrières. Cependant faire passer la barrière cutanée à des nanotechnologies est-il bien neutre pour la santé ?

Les nanotechnologies sont récentes, leurs effets sur la santé ne sont pas bien connus puisque jusqu'à lors très peu d'études ont été effectuées sur le sujet. Certaines études ont néanmoins d'ores et déjà alerté la communauté scientifique quant à la probable toxicité de ces particules : des chercheurs américains ont mis en évidence les possibles dangers des nanoparticules (présentes notamment dans des crèmes solaires) pour les voies respiratoires, à l'intérieur desquelles leurs effets seraient comparables à ceux de l'amiante.

1.2. Chronologie de l'évolution des nanotechnologies

1948 : John von Neuman présente sa théorie sur l'autoreproduction possible d'automates.

1948 : invention du transistor, dispositif à trois électrodes ayant valu à John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley, des Laboratoires Bell, aux États-Unis, le prix Nobel de Physique en 1956, qui est à l'origine de la progression fulgurante de l'électronique.

1950 : le mathématicien Alan Turing prédit l'avènement des machines intelligentes.

1953 : première image d'un atome obtenue en microscopie ionique.

1959 : « There is plenty of room at the bottom » ("Il y a plein de place en bas"). C'est en ces termes sibyllins que Richard P.Feynman, lors de la conférence annuelle de l'American Physical Society au Caltech, annonce en quelques jours après Noël, la naissance symbolique du « nanomonde ».

1965 : Gordon Moore, cofondateur de la société Intel, avance que la taille des transistors, par unité de surface de silicium, sera réduite de moitié tous les 18 mois.

1974 : Eric Drexler popularise le terme de « nanotechnologie », après que le mot ait été forgé par Norio Taniguchi, de l'université des sciences de Tokyo.

1974 : les américains Arieh Aviram d'IBM et Mark Ratner de l'université de Northwestern exposent le principe d'un redresseur de courant électrique utilisant une seule molécule et le moins d'atomes possibles.

1981 : mise au point du microscope à effet tunnel (STM) par Gerd Bining et Heinrich Rohrer, du laboratoire IBM de Zurich, pour « voir » la forme des atomes. Cette invention vaudra à ses inventeurs le prix Nobel de physique en 1986.

1986 : dans un livre visionnaire, intitulé « Les moteurs de la création », Eric Drexler théorise la notion d'assembleur, un système, contrôlé par logiciel, censé permettre de combiner à volonté les atomes entre eux. Il fonde le Foresight Institute à Palo Alto.

1989 : découverte des « fullerènes » (minuscules molécules de carbone pur composés de 60 atomes) par Richard Smalley, Robert Curl et Harold Kroto

1990 : un chercheur d'IBM Donald Eigler parvient, à l'aide d'un STM, à déplacer un à un, comme des cubes de Lego, 35 atomes de xénon et à dessiner les initiales d'IBM en utilisant la pointe ultrafine du microscope à la façon d'une pince.

1991 : mise en évidence du nanotube de carbone par le physicien japonais Sumio Iijima, des Laboratoires NEC à Tusukuba.

1993 : première nanoexpérience réalisée par Donald Eigler. Assemblage de 48 atomes de fer en un tambour électronique.

1995 : première connection électrique sur une seule molécule, réalisé par Christian Joachim et Jim Gimzewski.

1996 : le physicien Richard Smalley, l'un des « seigneurs des nanos », reçoit le Prix Nobel pour sa découverte des fullerènes (les premiers nanomatériaux).

1996 : Premier transistor électronique unimoléculaire avec un nanotube de carbone.

1997 : premier amplificateur électromécanique à une seule molécule.

1997 : création de la société Zyvex dont l'ambition est précisément de créer le premier nano-assembleur.

1999 : Lancement en France du RMNT, Réseau de recherche en micro et nanotechnologies piloté par le Ministère de la recherche pour favoriser la coopération entre industrie et laboratoires publics.

2000 : Bill Joy, l'inventeur du langage informatique Java, s'inquiète publiquement de l'effet viral des nanotechnologies dont l'homme pourrait perdre le contrôle.

2001 : le marché mondial est évalué à environ 40 milliards de dollars.

2001 : Bill Clinton lance la National Nanosciences Initiative.

2002 : lancement du grand programme « Converging Technologies » par la National Science Foundation. Il ambitionne la convergence des biotechnologies, des technologies de l'information, des sciences cognitives.

Mars 2002 : fondation par l'US army et le MIT de l'Institute for soldiers nanotechnologies (ISN).

9 mai 2005 : Motorola annonce un premier prototype d'écran fabriqué à partir de nanotubes de carbone.

Avril 2005 : le programme Nanosafe2 financé par l'Union Européenne met au point une base de données sur les questions toxicologiques et environnementales liées aux nanoparticules.

2005 : l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) décide de collecter toutes les informations nécessaires pour mieux définir les risques et établir des règles de sécurité.

2006 : inauguration du Pôle Minatec, premier pôle européen pour les nanotechnologies.

2010 : la moitié des médicaments produits relèveront des nanotechnologies.

2012 : le marché des produits finis fabriqué avec des nanotechnologies représentera un marché de 1000 milliards de dollars.

2015 : il sera possible de mettre tout le fonds de la Bibliothèque nationale de France sur une seule puce.

2018 : stade ultime du développement de la miniaturisation des circuits par photolithographie et limite de la Loi de Gordon évalué à 5 nanomètres

2. Naissance et évolution de la controverse

Le cours porté sur l'étude des controverses scientifiques nous a amenés à étudier un texte de Michel Callon, Eléments pour une sociologie de la traduction – « *La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc* ». Nous avons retenu de ce texte que le mode opératoire utilisé par l'auteur pour étudier la controverse pouvait être appliqué à d'autres études de ce genre – et donc à celle qui est au centre de notre travail : la controverse sur les nanotechnologies. Nous allons donc, dans les paragraphes qui suivent, tenter d'aborder notre sujet selon le processus de *traduction* présenté par Michel Callon.

2.1. Emergences des nanosciences

A la fin du vingtième siècle, l'évolution des sciences et des techniques montre une croissance époustouflante. Le monde de l'échelle atomique a de moins en moins de secrets pour la communauté scientifique et l'infiniment petit, qui est à la base des nanosciences, devient un terrain d'étude pour des milliers de chercheurs partout dans le monde. Forts de ces avancées fulgurantes, les scientifiques entrevoient dès lors des progrès technologiques remarquables et s'apprêtent ainsi à parler de « révolution » plutôt que de simple « évolution ». Comme nous l'avons vu précédemment, de nombreux domaines pourraient être touchés par ces innovations spectaculaires : la médecine et la recherche militaire suscitent ainsi des investissements incommensurables qui se chiffrent en milliards d'euros, et ce principalement aux Etats-Unis, au Japon ou en Europe.

2.2. Une controverse « précoce »

Dès l'annonce de l'émergence de ces nanosciences, les hypothèses les plus folles sont formulées par certains scientifiques et analystes : on imagine déjà des systèmes doués d'une intelligence supérieure à celle du cerveau humain ou encore des machines autonomes et conscientes capables d'auto-amélioration. Certains pensent déjà également qu'il pourrait être possible dans un avenir proche d'optimiser le recyclage de la matière en récupérant tous les éléments atome par atome ce qui reviendrait à ne se nourrir que de l'énergie dont le corps a besoin et donc à recycler indéfiniment les ressources naturelles. Eric Drexler est celui qui a le plus écrit sur ces différentes inventions (encore théoriques bien entendu) en publiant notamment Engines of creation en 1986, livre dans lequel il s'attarde principalement sur ces nanomachines autonomes qui seraient capables de se construire elles-mêmes.

Ces différents exemples illustrent bien le côté précoce de la controverse sur les nanoparticules : avant même que les scientifiques aient réellement pu mesurer la portée de ces innovations, les pensées les plus folles font déjà le tour de la planète, laissant sans doute derrière elle des craintes et des méfiances à l'origine de la controverse telle qu'elle nous apparaît à l'heure actuelle.

2.3. Une controverse toujours active

Malgré ces quelques prophéties pour la plupart infondées, les nanosciences continuent leur essor alors que nous passons dans le 21^{ème} siècle. Leur développement est en constante expansion et ce principalement dans le domaine médical. Cet intérêt pour les nanoparticules suscite cependant plus de prudence qu'auparavant du fait d'une certaine tendance au catastrophisme que connaît notre société depuis quelques années : on se méfie – à tort ou à raison, là n'est pas le but de notre travail – de tout, et l'opinion publique, au travers des politiques, exerce de plus en plus de pression sur la communauté scientifique. Des études réalisées en 2003 montrent une possible toxicité des nanomatériaux sur la santé du fait de certaines propriétés liées à leur taille :

- Passage plus facile dans les différentes structures de l'organisme (pénétration dans les cellules et donc – de proche en proche – dans toutes les parties du corps
- Certaines nanoparticules possèdent une forme fibreuse et peuvent ainsi, à la manière de l'amiante, être à l'origine de fibrose pulmonaire

- La surface de certaines nanoparticules est capable de « capter » certaines molécules toxiques présentes dans l'environnement et ainsi de les faire pénétrer au sein de l'organisme (toxicité indirecte).

On constate donc que plus la méfiance vis-à-vis des nanosciences devient importante, plus la controverse s'amplifie et plus les avancées scientifiques sont ralenties : ces différents paramètres interagissent par voie de cause à effet.

Il convient donc à présent de s'intéresser aux différents acteurs de cette controverse et aux liens qui les unissent autour de ce sujet.

3. Les acteurs de la controverse

3.1. Emergences des nanosciences

La sociologie de la traduction telle qu'elle nous a été présentée au travers du texte de Michel Callon consiste en une étude approfondie des déplacements de situations au cours d'une controverse. Les acteurs s'efforcent de déplacer leurs alliés, de supprimer leurs opposants, et modifient au courant du temps leur position initiale.

Le processus de traduction repose sur quatre étapes fondamentales :

- La problématisation qui consiste à formuler les problèmes et à mobiliser des acteurs. Ceux-ci commencent par adopter une position au sein de la controverse (position différente selon le but initial de chaque acteur) puis sont ensuite confrontés à des obstacles ce qui les amène à se poser une question primordiale car nécessaire pour avancer dans la controverse : c'est ce que l'on appelle « point de passage obligé ».

- L'intéressement constitue la seconde étape du processus de traduction : il s'agit là pour chaque acteur de tenter de créer des alliances avec d'autres acteurs afin de stabiliser et de renforcer sa position

- L'enrôlement : cette étape permet d'expliquer le processus d'intéressement en décrivant les différentes alliances établies entre les acteurs. On se demande « pourquoi cette alliance » et « comment est-elle mise en œuvre » (quelles modalités pratiques). A ces deux questions, quatre réponses sont possibles :

- La transaction : un compromis a été trouvé
- La violence : un acteur dit « dominant » exerce une pression physique ou morale sur un ou plusieurs autre(s) acteur(s)
- Le consentement sans discussion : un acteur se soumet à la décision d'un autre acteur, dominant, sans qu'aucun débat ne soit nécessaire
- La séduction : un acteur tente d'amadouer un autre acteur

- La représentativité des porte-paroles : Il s'agit ici de se demander si les porte-paroles (élus ou non) sont légitimes et représentatifs du groupe ou s'ils ne représentent en réalité qu'une partie de leur groupe, faisant taire les autres opinions (ce qui amène parfois à la mutinerie).

3.2. Cas de la controverse sur les nanotechnologies

On se propose ici d'analyser les différents acteurs scientifiques selon les modalités de la sociologie de la traduction présentée ci-dessus.

Sous peine de se perdre dans la multitude des acteurs ayant pris part à cette controverse, nous avons décidé – conformément aux recommandations de Michel Callon – de simplifier la cartographie des acteurs en les regroupant dans des grandes entités qui partagent le même but. On se doit alors de trouver des porte-paroles pour chaque entité et d'étudier les liens entre ces différents groupes.

De plus, l'analyse de l'organisation des acteurs au sein de la controverse sur les nanotechnologies est encore plus complexe du fait des nombreux domaines concernés : le débat n'est pas que médical, mais il est aussi social, éthique, politique, militaire et économique. Michel Callon rappelle dans son texte que l'analyse d'une controverse ne peut être uniquement faite d'un point de vue scientifique mais se doit également de prendre en compte l'influence de la société sur les différents débats qui en découlent.

Parmi la communauté scientifique, deux grands groupes idéologiques s'affrontent au sujet des nanotechnologies : ceux qui privilégient leur aspect « révolutionnaire » et ceux qui privilégient leur potentielle toxicité (et qui sont donc plutôt contre la persistance de l'étude des nanosciences). Là est le cœur de la controverse, mais il faut y corroborer d'autres débats qui ont lieu dans les domaines cités précédemment et qui ne peuvent être séparés du débat scientifique.

On remarque alors que les « adversaires » des nanotechnologies essaient de rallier les pouvoirs publics à leur cause. Cela est tout à fait compréhensible puisque seul les pouvoirs publics pourraient contenir et limiter l'avancée des nanosciences. Cette méthode semble être pertinente puisque depuis 2006, l'Etat français et les institutions européennes s'intéressent de plus en plus à ce sujet, les premiers décrets visant à encadrer les nanosciences ayant vu le jour en 2007.

Dans le camp adverse (celui des « partisans » de la recherche sur les nanotechnologies), on s'empresse de multiplier les publications (articles scientifiques et vulgarisation) pour tenter de renverser la vapeur : le soutien de l'opinion publique permettrait d'influencer sur les pouvoirs publics et donc – à terme – de permettre un nouvel essor en matière de recherche scientifique sur les nanosciences.

L'Etat français ne ferme cependant pas la porte à de telles recherches puisque forcément concerné par les possibles avancées technologiques majeures (et retombées économiques que cela engendrerait forcément – cf. graphique ci-dessous). Ainsi, il continue d'apporter des financements à la communauté scientifique en restant tout de même prudent quand à l'encadrement des nanosciences de manière à ne pas froisser les « détracteurs » des nanomatériaux.



On remarque donc ici l'importance des interactions entre les différents domaines scientifique, éthique, politique et économique qui ne cessent d'interagir, influençant directement l'évolution des nanotechnologies de par le monde.

3.3. [Cartographie des acteurs](#)

→ VOIR ANNEXE « cartographie des acteurs.pdf »

3.4. Présentation détaillée des acteurs

❖ La recherche :

- **CNRS** : Centre National de Recherche Scientifique
- **Pôle MINATEC** de Grenoble.
- **CEA** : Commission à l'Energie Atomique
- **INSERM** : Institut National de la Santé et de Recherche Médicale.
- **CEREGE** : Centre de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement d'Aix-en-Provence.

❖ Les pouvoirs publics :

- **ANR** : Agence nationale de la recherche
- **Ministère de la santé**
- **Ministère de la défense**
- **Ministère du développement durable** : mise en place du Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP)
- **Ministère de la recherche**
- **CCNE** : Comité Consultatif National d'Ethique
- **Parlement**

❖ Les entreprises :

- **Arkéma**
- **Mécachrome**
- **BASF**
- **L'Oréal, Chanel, Dior et Lancôme**

4. Dangers sociétaux

4.1. Quels dangers pour notre société ?

L'impact des nanotechnologies sur notre vie quotidienne va être important. Les attitudes du grand public à l'égard des nanotechnologies balancent entre espoir d'amélioration des conditions de vie et crainte afférente à l'apparition de mécanismes dangereux et incontrôlables. Cette ambiguïté qui apparaît lors de toutes les grandes découvertes génère des peurs qui ne peuvent être résumées aisément car elles traduisent des préoccupations variées et impliquent de multiples acteurs mobilisant des arguments et des buts différents.

Si les nanotechnologies se présentaient comme des doublures artificielles de processus naturels, il n'y aurait pas lieu de s'inquiéter. En effet l'impact de ces objets sur la santé humaine peut être plus ou moins bien étudié.

Pour les nanotechnologies les principales craintes exprimées ne sont pas d'ordre sanitaire, mais plutôt d'ordres social et politique.

Dans un premier temps, nous étudierons donc les limites de la démocratie participative qui participent indirectement à la controverse, puis nous présenterons les principaux dangers pour la société. En effet, jusqu'à présent le grand public n'a jamais été consulté sur ces choix technologiques, qui doivent, selon les chercheurs et industriels, "révolutionner nos vies". Un bouleversement comparable, du point de vue historique, à l'introduction de l'électricité et de l'informatique ; et du point de vue de la menace, au nucléaire et aux OGM.

4.2. Les limites de la démocratie participative et des applications résultant des études sur les nanomatériaux.

L'enjeu des nanotechnologies dépasse tout ce que l'on a pu connaître auparavant. Une métaphore du pot de terre contre le pot de fer peut ici être employée. En effet l'implication des citoyens dans l'évolution des Nanosciences mettrait fin à ce qui est ressenti par certaines associations citoyennes comme la lutte du pot de "taire" (citoyens) contre le pot de "faire" (scientifiques). C'est dans cet optique que des débats nationaux ont été créés par la commission nationale du débat public (CNDP). La CNDP est une autorité administrative indépendante.

Cependant en y regardant de plus près on se rend vite compte que des problèmes existent. En effet cet organisme indépendant semble être sous le contrôle des politiques.

Les commissaires de la CNDP sont des parlementaires, des élus locaux, des membres de hautes juridictions (Conseil d'Etat, Cour de cassation, préfectures, tribunaux administratifs, etc) ou des représentants d'associations qui sont nommés par le président de la République, les présidents du Sénat et de l'Assemblée nationale, le Premier ministre sur proposition du ministre de l'Ecologie... De plus, la CNDP est financée et hébergée par le ministère de l'Ecologie.

Les débats achevés, à quoi servent les rapports de la CNDP ? "La loi ne confère à la CNDP aucun pouvoir juridique réglementaire ou de sanction". La Commission du débat public peut émettre tous les avis qu'elle juge utile, sans que rien n'impose aux autorités de les suivre. L'Etat a commandé un débat national sur les nanotechnologies, trois ans après l'inauguration à Grenoble de MINATEC, "premier pôle européen de nanotechnologies"...

Les gouvernements financent ces recherches, dont ils attendent un surcroît de puissance économique et militaire. Nicolas Sarkozy a lancé le plan NANO-INNOV' pour la France : un investissement de 70 millions d'euros pour 2009, qui s'ajoute au financement public de laboratoires et d'entreprises (CEA, STMicroelectronics ...).

4.2.1. Le risque de la perte de contrôle (« l'Apocalypse »)

Comme nous l'avons déjà vu, les nanotechnologies se conjuguent avec chaque domaine technologique qu'elles touchent. Elles vont ainsi complètement transformer l'ensemble des secteurs de production, de l'agriculture à l'industrie aéronautique ou automobile, en passant par l'industrie militaire, la sécurité civile, la pharmacie et la médecine.

Ce qu'il y a de nouveau, c'est une nouvelle possibilité de maîtriser le niveau élémentaire d'organisation de la matière (l'atome) qui semblait jusqu'alors échapper complètement à nos sens, notre compréhension et nos possibilités d'action.

Cet objectif affiché de contrôler la matière à l'échelle la plus fondamentale et d'instrumentaliser les atomes, que ce soit des molécules ou des entités macromoléculaires

vivantes, bouleverse complètement notre vision du monde. Cette démonstration de puissance réalisée par l'homme dans son rapport à la nature laisse penser qu'une perte de contrôle peut apparaître.

4.2.2. Gelée grise

La gelée grise est le nom d'un concept développé dans les années 80. Les nanotechnologies permettraient de construire " *atome par atome* " n'importe quel dispositif grâce à des bras. Cette technique permettrait de construire une première série de nanomachines. Celles-ci seraient alors capables de s'auto-répliquer et construiraient à leur tour facilement et en grande quantité toutes les nanomachines que l'on voudrait. Mais en s'autorépliquant, elle pourrait alors échapper à tout contrôle et se répandre sur la planète. Cette théorie a été écartée depuis.

4.2.3. Gelée verte

La gelée verte est semblable à la gelée grise, c'est une théorie qui indique que certaines combinaisons entre la biologie et la nanotechnologie présenteraient des risques importants.

4.2.3. Accentuation des problèmes géopolitiques

Le développement de l'usage des nanotechnologies et des nanomatériaux a des implications géopolitiques. L'usage et les impacts des nanomatériaux peuvent également accroître les déséquilibres dans le monde entier en particuliers dans les pays les plus défavorisés. Mal contrôlé, l'essor des nanomatériaux peut en effet accroître les écarts :

- Quelle autonomie sera laissée aux pays du sud pour leur recherche et leur développement économique ?
- Les brevets multiples déposés par certaines grandes firmes du Nord ne vont-ils pas encore accroître la dépendance financière des économies du sud vis à vis de celles du nord ?
- Les pays du sud pourront-ils suivre le rythme très rapides des changements au nord, pouvant avoir des impacts considérables pour leurs activités primaires (extraction) ou secondaire (transformation) ?

Toutes ces questions se posent et suivant les réponses données par les acteurs internationaux, il se peut que la goutte d'eau fasse déborder le vase !

4.3. Le mauvais usage des découvertes

4.3.1. Détournement d'usage

Les nanotechnologies pénètrent progressivement dans la société. Aujourd'hui plus de 1000 produits sont en vente sur le marché.

On peut donc penser que cette technologie relativement complexe au départ va devenir de plus en plus accessible. Ces prouesses technologiques acquises avec les nanotechnologies

risquent d'être utilisées à des fins de destruction ou à des fins terroristes à courte ou longue échéance.

Le secteur militaire est un des premiers domaines de recherches sur les nanotechnologies. On constate déjà que les applications militaires commencent à émerger et vont certainement se multiplier dans les années à venir.

Parmi les applications étudiées par l'armée française dans les années 2000 :

le programme FELIN d'équipement du fantassin, nano-capteurs, missiles " intelligents ", micro-drones, armes chimiques nano-encapsulées...

4.3.2. Le non-respect de la liberté individuelle

Les nanotechnologies présenteraient des dangers en matière de libertés publiques, renforçant les possibilités de contrôle et de surveillance. Qui dit surveiller dit observer, voir, transmettre. Si les nano-objets présentent un danger de ce côté, c'est parce qu'ils ont la possibilité de capter et de transmettre des informations, notamment par le biais du champ électromagnétique et des ondes utilisées.

Ces objets peuvent communiquer avec des dispositifs centraux, terminal informatique, système d'espionnage, centrale policière, ou alors entre eux. Nous sommes tous habitués aux étiquettes magnétiques déclenchant l'alarme en passant un portique si le produit n'a pas été démagnétisé en passant à la caisse ; par contre, l'idée de pouvoir implanter une puce émettrice dans un individu paraît choquer, bien que ce ne soit là qu'une version améliorée du bracelet électronique en usage dans le champ de l'application des peines.

Le respect de la dignité humaine et de la liberté individuelle intervient dans le débat sur les nanotechnologies car en implantant une puce sous la peau d'un individu on pourrait le repérer à l'aide de dispositifs RFID (Radio Frequency Identification).

Les RFID permettent à l'aide de dispositifs miniaturisés à l'extrême par l'intermédiaire des nanotechnologies de :

- conserver de l'information mais aussi de la communiquer,
- géolocaliser et/ou de suivre un individu
- tracer des parcours,
- diffuser du contenu publicitaire ciblé et localisé.

4.2. La transgression d'un tabou (« L'Arbre de la connaissance »)

4.4.1. « Aller trop loin »

Les nanosciences et l'utilisation des nanomatériaux nanotechnologies présentent deux développements qui conduiraient l'Homme à transgresser le tabou de la Vie.

Le premier concerne la capacité de transformer la matière vivante d'une manière inégalée pouvant aller jusqu'à la création d'hybrides, de monstres, de chimères ou d'autres êtres "contre-nature" à l'image de ce qu'on trouve dans le roman " la proie " de Crichton. Les biotechnologies classiques peuvent déjà le faire mais la nouveauté, imagine-t-on, proviendrait d'une démultiplication des possibilités humaines de manipulation.

Le second, plus grave encore, serait d'être capable de créer la Vie elle-même à partir de matière inanimée. L'Homme serait alors l'égal de Dieu.

Ainsi, même lorsque le danger potentiel n'est pas clairement identifié, ni la certitude d'aboutir acquise, la simple idée de transgresser l'interdit de la connaissance semble générer la peur.

4.4.2. Le transhumanisme

Les nanotechnologies ont aussi soulevé des questions philosophiques et éthiques liées au remplacement de l'homme par les robots, à la mutation de l'homme, à son hybridation avec la technique. On parle alors de transhumanisme. Le dépassement de l'Homme par une forme de vie et d'intelligence supérieure est envisagé par certains.

Les Nanotechnologies et leurs développements posent le problème du transhumanisme

Ces visions vont jusqu'à la notion de durée de vie infinie, la suppression des limites politiques, culturelles, biologiques et physiologiques en proposant de s'étendre dans l'univers et d'avancer sans fin en recherchant toutes augmentations biologique et neurologique. Ces conceptions appellent l'apparition de l'homme bionique, transcendant les limites naturelles de l'homme. Au travers de la nanotechnologie, des assembleurs moléculaires seraient capables d'assembler, atome par atome, n'importe quel objet.

5. Les scènes de la controverse

5.1. Premier type de mise en scène : cas d'un débat

5.1.1. Acteurs du débat

La controverse est mise en scène. Dans notre cas la mise en scène est effectuée lors d'un débat. Ce débat a eu lieu le 11 mai 2006 au Comité Universitaire d'Information Pédagogique (CUIP).

Patrick Couvreur est Professeur de Pharmacotechnie à l'Université Paris-Sud et directeur de l'UMR CNRS 8612. En 2000, il a créé l'Ecole Doctorale « Innovation Thérapeutique ». Reconnu au niveau international pour ses travaux pionniers dans le domaine de la vectorisation des médicaments, il a obtenu de nombreuses distinctions scientifiques en France (Prix Galien 2009) et à l'étranger (2004 Pharmaceutical Sciences World Congress Award, Host-Madsen Medal, 2007 et Marie-Maurice Janot Lecture 2008). Il est membre de l'Académie des Technologies, de l'Académie de Pharmacie et membre correspondant étranger de l'Académie Royale de Médecine (Belgique).

Jean Jacques Perrier : Journaliste expérimenté spécialisé en sciences du vivant, de la santé et de l'environnement (La Recherche, Biofutur...). Bonne expérience du multimédia et de l'Internet. Animateur de débats.

Coordinateur du site vivantinfo.com. Cofondateur de l'association VivAgora (www.vivagora.org), qui organise des débats sur les enjeux des sciences.

Nicolas : Simple citoyen intervenant, il milite activement contre les nanotechnologies. Cependant nous n'avons pas plus d'informations. Nous ne savons pas si il est membre d'une association. Si cela était le cas, le nom de cette dernière n'a pas été cité. De plus nous n'avons

pas son éventuelle fonction : président, secrétaire, porte-parole... Nous ne savons pas si cela a été volontaire ou pas.

Corinne Lepage est une avocate et femme politique française. Ancienne ministre de l'Environnement, fondatrice et présidente du parti écologiste Cap21 depuis 1996, cofondatrice et vice-présidente du Mouvement démocrate jusqu'en mars 2010 où elle annonce qu'elle quitte le mouvement, elle est députée au Parlement européen depuis 2009. Elle est également membre-fondatrice du Comité de recherche et d'information indépendantes sur le génie génétique (CRIIGEN), association d'étude de l'impact des techniques génétiques sur le vivant.

Dorothée Benoit Browaey est déléguée générale de VivAgora, association pour l'engagement citoyen dans la gouvernance des technologies. Journaliste scientifique, spécialisée dans les sciences du vivant, elle a notamment publié *Cerveau, sexe et pouvoir* (avec Catherine Vidal, Belin, 2005), *Alertes santé* (avec André Cicolella, Fayard, 2005), et *Des inconnus dans nos assiettes : les aliments transgénétiques* (Raymond Castells, 1998).

Autres Intervenants : leurs noms et leurs fonctions ne sont pas cités à l'instar de Nicolas nous n'avons aucune information sur eux. Cela influence peut-être le lecteur.

Jean-Marc Grognet est pharmacien (1980) et docteur es sciences pharmaceutiques (1984). Il est également diplômé de l'Institut d'administration des entreprises (Université Paris I Sorbonne). Après avoir dirigé le Laboratoire d'études du métabolisme des médicaments et le Groupe de pharmacologie clinique à la Direction des sciences du vivant du CEA, et avoir été professeur à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), il a rejoint la Direction de la recherche technologique du CEA dont il est le directeur scientifique depuis 2002. La Direction de la recherche technologique du CEA mène des travaux sur les puces à ADN depuis 1995 et a un important programme de recherche sur les nouvelles technologies pour la biologie et la santé.

André Cicolella est un chercheur français en santé environnementale, spécialiste de l'évaluation des risques sanitaires.

Engagé en 1971 par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), il y travailla notamment sur les effets des éthers de glycol sur la santé. Au début des années 1990, il met ainsi au point un programme de recherche sur huit ans et organise, pour le 16 avril 1994, un symposium international. Mais une semaine avant la tenue de ce symposium, son contrat de travail est rompu pour "faute grave" (arrêt de la Cour de cassation du 11 octobre 2000).

En octobre 2000, après six années de procédure, la Cour de cassation le rétablit dans ses droits en reconnaissant le caractère abusif de son licenciement et reconnaît pour la première fois dans son arrêt la nécessité de "l'indépendance due aux chercheurs", l'employeur devant "exercer son pouvoir hiérarchique dans le respect des responsabilités" qui leur sont confiées. André Cicolella entreprend alors de faire connaître la situation du lanceur d'alerte en proposant de lui accorder une protection juridique.

Il est aujourd'hui chercheur en évaluation des risques sanitaires à l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques), a présidé la Fondation Sciences citoyennes de sa création en 2002 à 2007 et responsable de la Commission santé des Verts.

André Cicolella est aussi à l'origine de la création de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement (AFSSE) avec le député vert André Aschieri.

Dominique Pestre (né en 1950) est un historien des sciences. Il est directeur d'étude à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS). Il est l'un des principaux représentants français de l'histoire sociale et culturelle des sciences.

Physicien de formation Dominique Pestre a dirigé le Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques de La Villette puis le Centre Alexandre Koyré (CNRS-EHESS). Ses travaux portent notamment sur l'histoire des sciences et technologies, les grands systèmes scientifiques du XXe siècle, le rapport entre les sciences et le monde militaire et l'étude des savoirs sur les sciences qui se sont développés depuis les années 1950 comme l'étude des controverses scientifiques, les Science Studies et la sociologie des sciences en général.

Il a été responsable de la rédaction de l'ouvrage *Science in the XXth Century* et conseiller scientifique du Dictionnaire culturel des sciences. Également auteur d'ouvrages sur la physique en France au XXe siècle (il s'est intéressé en particulier à Louis Néel), il est co-auteur d'une Histoire du Centre européen de la recherche nucléaire et il préside le Comité pour l'histoire de l'armement (CHARME).

Dans ses derniers travaux, il s'intéresse aux rapports entre politique, marchés et productions des savoirs.

5.1.2. Résumé et analyse du débat

Soulignons tout d'abord l'absence de Dominique Pestre qui a joué le rôle de Grand Témoin dans ce débat.

En ouvrant le débat, Patrick Couvreur met en avant l'avantage des nanotechnologies dans le domaine pharmaceutique : elles permettent d'obtenir des objets biologiquement actifs. Ensuite il affirme que la recherche doit démontrer l'efficacité des médicaments mais aussi leurs innocuités. Cependant cela nécessite beaucoup d'argent, de recherches, de développements et de surveillances toxicologiques.

Ensuite c'est là qu'entre en scène le fameux Nicola. Il remet le débat lui-même en question. De plus il rappelle aussi l'inauguration du pôle MINATEC à Grenoble qui aura lieu le 1^{er} Juin prochain. Selon lui cela n'est pas une bonne chose car l'Etat, les industries et la puissance financière que représentent les collectivités territoriales avancent main dans la main.

Ici on se rend compte que dès le début Nicolas ne veut rien entendre. Selon lui tous ce qui est dit est de la supercherie. De plus il utilise le terme nous : « Il est hors de question pour nous de rester dans le débat » ce qui laisse penser qu'il est le porte-parole d'une association. Jean Jacques Perrier souhaite retourner au débat cependant Nicolas s'y oppose fortement en déclarant : « on nous raconte qu'on va nous guérir du cancer grâce à des nanorobots, qu'on va tuer la cellule cancéreuse grâce à des nanomachines. C'est du pipeau ! Personne n'y croit. C'est le même pipeau que ce qu'on nous a raconté à propos du nucléaire. »

Bien que Nicolas ait remis le débat en question d'une manière assez brutale Jean Jacques Perrier semble garder son sang-froid et répond très bien à Nicolas : « C'est une opinion, elle n'est pas argumentée, mais à la limite, ce n'est pas important. On a le droit d'avoir une opinion. Cependant une discussion politique n'est possible qu'à condition impérative d'être construite et argumentée. ».

Après cette réplique, on n'entendra plus parler de Nicolas. Cela va causer un grave problème : selon Jean Jacques Perrier et ses collègues seul les personnes ayant un bagage scientifique important peuvent prendre part à la controverse. Cependant ici ils ne vont pas tenir compte du fait que des personnes peuvent participer à la controverse scientifique afin de défendre les intérêts de tout le monde. Par exemple on peut essayer de défendre l'éthique de

l'homme, sa santé, son environnement et ses fonds financiers sans pour autant être spécialisé dans les nanotechnologies.

Par la suite, le débat continue. La nouvelle question soulevée est celle de l'éventuelle toxicité des nanotechnologies. Que se passe-t-il dans l'environnement ? En effet, on peut stériliser toute une région à cause des effluents d'un hôpital. La structure et la taille des nanotechnologies permettent de franchir les barrières physiologiques. Le problème est que les études ont du mal à être comparées car les protocoles et les doses utilisées diffèrent. Voilà ce qui peut être la source d'une controverse. Illustrons cela par un exemple : un scientifique réalise une expérience à l'échelle humaine sur un rat, le rat meurt à partir d'une certaine dose de nanomédicaments administrée. Un second scientifique réalise une expérience à une échelle microscopique, il n'obtient pas les mêmes résultats.

C'est à ce moment-là que Corinne Lepage entre en scène. Elle déclare : « On recommence avec les nanotechnologies comme avec les OGM, mais à la puissance dix » Nicolas, lui avait comparé les nanotechnologies au nucléaire, Corinne Lepage, elle, les compare aux OGM. Ici on remarque le lien qu'il y a entre les nanotechnologies et les OGM. Jean Jacques Perrier voit Nicolas comme un vandale, cependant ce n'est pas forcément le cas (cf. Bruno Latour). Grâce à la notoriété de Corinne Lepage et à ses arguments très techniques, son discours est plus pris en compte. Et pour la première fois depuis le début du débat on parle des conséquences sociales.

Corinne Lepage continue dans son élan. Elle dénonce le fait que les industriels sont souvent les meilleurs connaisseurs. En effet, ils connaissent leurs produits, ils ont des études toxicologiques, et ils sont capables d'en parler. Les connaissances les plus pointues sont détenues par les industriels. De surcroît les quelques rares études qui sont faites ne sont pas publiées. Le secret industriel est le prétexte. Dès qu'une étude prouve la non toxicité des nanotechnologies elle est publiée en revanche si elle démontre le contraire les industries la garde secrètement. Bien que l'Etat essaie de mener ses études indépendamment, il n'est pas aussi compétent que les industries car ces dernières ont toujours une longueur d'avance. C'est ce qui se passe avec les produits dopants. De plus les industriels peuvent exercer une pression sur les politiques. Dès lors comment faire de la controverse scientifique ?

C'est maintenant que nous pouvons mettre en évidence les différentes interactions entre les acteurs. Les industries exercent une pression économique sur l'Etat. Et la population aussi en menaçant de ne pas réélire les personnes au pouvoir. Ainsi l'Etat est entre le marteau et l'enclume. Cependant la population peut avoir une influence directe sur les entreprises. En effet en tant que citoyen elle n'a pas trop d'influence cependant en tant que consommateur elle peut boycotter les produits des entreprises. Et inversement les entreprises peuvent menacer de délocaliser. Il y aura donc plus de travail pour la population locale, l'entreprise ne payera plus d'impôt, plus aucunes de taxes d'apprentissage. Par conséquent la population subira les conséquences de la délocalisation. On peut prendre un autre acteur en compte. Ce dernier va aussi interagir avec tous les autres acteurs. Ce sont les représentants religieux.

5.1.3. [Sociologie de la traduction](#)

C'est Patrick Coudreux qui s'occupe d'effectuer la problématisation. La problématisation consiste à formuler les problèmes et à mobiliser les acteurs. Au départ chacun adopte une position. Ensuite les acteurs sont confrontés à des obstacles, ainsi ils se

posent tous une question primordiale pour que la controverse puisse avancer. C'est le « point de passage obligé ». Le PPO est : « Les nanotechnologies sont-elles dangereuses ? »

L'intéressement est la seconde étape du processus de la traduction. Chaque acteur tente de créer des alliances avec d'autres acteurs. Par exemple, Patrick Couvreur est l'allié de Jean Jacques Perrier. Nicolas est celui de Corinne Lepage.

Ensuite il y a l'enrôlement, c'est à ce niveau que les alliances se justifient.

Puis pour finir il y a la représentativité des porte-paroles. En effet, les porte-paroles peuvent être élus, mais cela leur confère-t-il vraiment plus de légitimité ? En réalité, ils ne représentent qu'une partie de leur groupe. Le problème est qu'ils peuvent faire taire les opinions des autres.

En conclusion l'importance de la mise en scène de la controverse est mise en avant par la sociologie de la traduction.

5.2.1. [Auteurs des articles impliqués](#)

Louis LAURENT : Chef du Département de recherche sur l'état condensé, les atomes et les molécules (DRECAM) au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA). Recruté au CEA en 1978, Louis Laurent consacre la première partie de sa carrière à des recherches sur la fusion contrôlée par confinement magnétique, recherches fortement coordonnées au niveau Européen qui ont depuis, débouché sur le projet ITER. En 1995, il intègre un département du CEA situé à Saclay, dont il prend la direction en 2000. L'une des activités phares en est la recherche fondamentale dans le domaine des nanosciences. A partir de cette époque, Louis Laurent s'implique dans l'écriture de plusieurs articles et participe à de nombreux débats sur la question de l'impact de ces recherches sur la société. En 2005, il a été nommé responsable du secteur « Sciences et technologies de l'information et de la communication/nanotechnologies » à l'Agence Nationale pour la Recherche.

Jean Claude PETIT : Chef du Service de chimie moléculaire de la Drecam, et auteur d'articles variés sur la sociologie des sciences.

Julien COLIN, cinéaste et épistémologue, a réalisé un cyber-documentaire sur notre avenir technologique (« Le silence des nanos ») et écrit plusieurs articles pour l'association « Pièces et Main d'œuvre » (P.M.O.).

La controverse, ici, se situe après la publication en juillet 2004 de la réflexion des chercheurs du CEA sur les nanosciences et à la réplique d'une association grenobloise « Pièce et main d'œuvre ».

« Pièce et main d'œuvre » est une association de citoyens grenoblois qui expose des contributions locales aux débats sur des questions globales. Les informations et critiques qu'elle réunit proviennent d'individus ou de groupes divers qui ont pour la plupart été diffusées lors de vernissages, inaugurations, congrès politiques, conférences scientifiques, etc.

« Il n'y a aucune définition consensuelle sur les nanotechnologies ». On peut néanmoins les assimiler à l'étude, la fabrication et la manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle de l'infiniment petit, à savoir moins d'une quarantaine de nanomètres.

5.2.2. Résumé des articles et des différents points de vue

Le texte de la réflexion nous mène à réfléchir sur les enjeux associés aux nanosciences et aux nanotechnologies, sur les risques identifiés et sur les mesures qu'il conviendrait de prendre pour y parer. Il s'articule autour de trois grands thèmes :

- Progrès en procès : bilan de la position de la société face aux technologies nouvelles.
- Premiers questionnements : d'où vient la controverse ?
- Les peurs « sociétales » vis-à-vis des nanosciences et plus généralement face au progrès.

Tout d'abord, les auteurs s'efforcent de nous montrer que le progrès scientifique et technique est un facteur d'amélioration de la société en terme de qualité de vie. L'histoire a malmené le Progrès mais il leur paraît incontestable la contribution des sciences et des technologies dans le développement de notre société. De plus le Progrès est comme un moteur du développement et de la compétitivité des économies modernes. Les nanotechnologies se placent ainsi au cœur d'une nouvelle industrie à haute valeur ajoutée.

Ensuite les auteurs font un bref rappel de la chronologie qui les ont amenés à cette réflexion.

1986 : publication du livre « Engines of Creation » d'Eric DREXLER, évoque déjà les dangers potentiels des nanotechnologies : la Gelée grise.

Novembre 2002 : parution du roman de M. Chrichton « La proie », révélateur des inquiétudes à propos des nanosciences.

Janvier 2003 : publication de manifestes par group ETC mettant en garde contre les nanotechnologies.

Avril 2003 : le prince Charles s'interroge sur les « risques énormes pour l'environnement et la société » induits par les nanotechnologies et demande l'avis des scientifiques britanniques.

Juin 2003 : les élus du parlement européen s'interrogent sur le sujet. Journée spécifique à Bruxelles avec comme invités les associations ETC et Greenpeace.

De nombreuses références sont citées en exemple révélant que le questionnement et les craintes concernant les nanotechnologies ne datent pas d'aujourd'hui. Les auteurs expliquent les raisons de ces craintes et essaient de vulgariser les connaissances des scientifiques dans ces domaines. Ils expliquent ce qu'est la gelée grise (et verte), semblable à une apocalypse. Ils pointent aussi sur le fait que le monde nanométrique est bien plus présent autour de nous que nous ne le pensons. Ces éléments nanométriques existent en très grande quantité à l'état naturel.

La controverse se situe sur les problèmes de l'environnement, de la santé et des libertés créés par les nanotechnologies. Concernant l'environnement les auteurs excluent un scénario catastrophe au moins à moyen terme. Les recherches ne sont pas assez avancées, affirment ils. En ce qui concerne la santé, les auteurs évoquent les effets nocifs possibles. Ils évoquent à peine les tests sur le vivant. Ces tests révèlent malgré tout la nocivité des produits dérivés des nanotechnologies.

Enfin les auteurs analysent les différentes peurs « sociétales » engendrées par le progrès en science. Ils les décomposent en trois sortes de peurs :

- peur à cause de la **perte de contrôle**, trois cas se distinguent :

- 1) un phénomène brutal qui échappe à tout contrôle, *par exemple le nucléaire ou la physique des particules,*
- 2) un manque de moyen d'agir *par exemple les insecticides ou les OGM*
- 3) un effet à long terme *par exemple l'effet de serre*

- peur à cause d'un **mauvais usage** des technologies nouvelles, *notion d'apprenti sorcier*

- peur à cause des **transgressions**, *par exemple le clonage*

La controverse sur les nanotechnologies est précurseur dans les sciences et techniques. En effet, les préoccupations et les peurs se situent en amont du développement. La parole du scientifique semble inefficace et insuffisante à rassurer la société à cause des expériences passées (nucléaire, OGM, etc).

Les sociologues se sont déjà penchés sur la résolution des controverses. Le sociologue allemand BECK explique l'origine des controverses faces aux progrès des sciences et techniques, tandis que le sociologue français CALLON tente d'atténuer les effets de ces controverses. Pour le premier, la société donne un rôle central au risque et à sa gestion, le deuxième propose une solution pour lever les controverses actuelles et à venir : « les forums hybrides ».

Le texte signé par Thierry Morse « Réplique II » reprend les éléments de cette réflexion et en nuance la portée.

D'abord il met en avant le capital-risque concernant les nanotechnologies en montrant les enjeux pour chacun :

- Etat : perte de compétitivité industrielle et militaire.
- Entreprises : perte de compétitivité, développement d'un pôle nano, rachat de start-up.
- Investisseurs : crainte d'une bulle nano.

Le risque pour l'ensemble des acteurs est d'arriver dans la même situation que pour les OGM, c'est-à-dire le blocage du développement par l'opinion publique.

Ensuite l'auteur fait une analyse globale du texte. L'auteur reproche aux chercheurs de nous livrer **leur** réflexion, c'est-à-dire une interrogation sur le sens de la remise en cause de leur activité par d'autre et pas sur le sens de leur activité de chercheur. Le texte montre autant d'éléments qu'il veut en cacher : « *L'intéressant ce n'est ... pas tant ce qu'il y a dans ce texte que ce qui y manque.* »

Il poursuit ensuite par une analyse statistique. 36 est le nombre de fois qu'apparaissent les mots « nanosciences » et « nanotechnologies ». L'auteur rappelle le lien entre les nombres

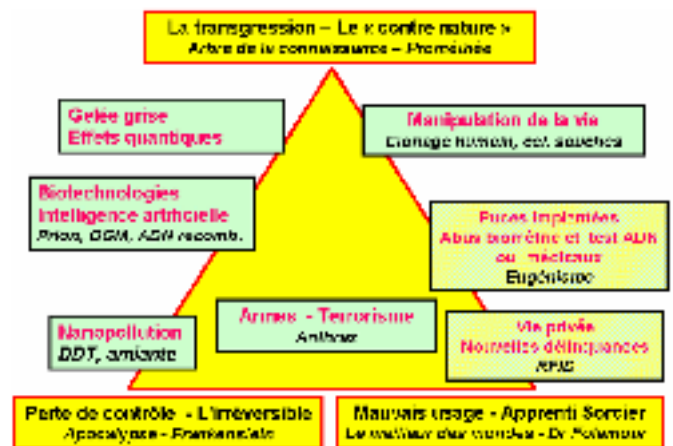


Figure 1 : Positionnement de quelques peurs ou interrogations soulevées par des technologies nouvelles en leur usage dans le triangle transgression - perte de contrôle - mauvais usage.

36 et 72 et l'apocalypse. Il énonce le nombre de fois que le terme est utilisé (par ordre décroissant) : social, société, environnement, médecine, médical et enfin militaire. L'auteur propose d'inverser cet ordre afin de connaître les véritables intentions des auteurs de la réflexion.

Il souligne aussi le rapport à la religion très important dans ce texte. Il note aussi que le texte peut être une contre-expertise face aux publications du philosophe Dupuy évoquant une querelle de polytechniciens MM Dupuy et Laurent.

Une autre partie de sa réflexion est consacrée à la science du complexe. Peut-on prévoir ce qu'un élément complexe, composé de plusieurs éléments simples, peut réaliser ? On n'a jamais pu modéliser le fonctionnement d'une cellule simple. Pour autant l'auteur cite Thom : « *prédire n'est pas expliquer.* » L'intérêt scientifique est de pouvoir étudier les interactions et le fonctionnement de ces éléments simples. Cependant l'auteur rappelle que le terrain d'expérimentation est le monde et qu'on n'a pas de modèle identique pour expérimenter en laboratoire. On en arrive à classer les chercheurs sur les nanotechnologies dans la catégorie des apprentis sorciers. On peut alors remettre en cause la typologie des peurs de la réflexion des chercheurs du texte précédent. Il reproche à ces derniers de minimiser les actions du groupe ETC. Ils ne font aucune allusion à la possibilité de créer des surhommes grâce aux recherches ayant permis de soigner les handicaps et autres maladies. Ils ne font non plus référence à la domination induite par cette recherche, ni aux dérives de scientifiques isolés.

Enfin l'auteur critique les solutions proposées par les chercheurs. Ainsi les forums hybrides proposés se révèle être des instances informatives et non décisionnaires, leurre pour la société. Il affirme que l'état à travers ces structures de recherche ne pourra jamais suivre les évolutions techniques (recherches et expérimentations). La société du risque est à rapprocher de la société de la peur. Les scientifiques peuvent détruire la Terre mais aussi la sauver, ainsi un parallèle est à réaliser entre clergé-religion et scientifique-technologie.

L'auteur termine par le fait que le niveau de connaissance actuel permet à l'homme de se détacher de la Nature et de créer sa propre « créature » mais s'interroge t il sur le choix d'utiliser nos connaissances scientifiques et techniques dans ce sens. A qui appartient ce choix ?

5.2.3. Analyse de ce second type de mise en scène

Les auteurs des textes se voient tour à tour porte-parole des différents acteurs suivant dans leur texte :

Les chercheurs de la DRECAM	Thierry Morse
scientifique & chercheur	opinion publique
opinion publique en parlant des peurs sociétales	Scientifique & chercheur en montrant que les chercheurs n'ont pas vu toutes les craintes du public, notamment la création d'un surhomme
Industriel à travers le procès du progrès	Sociologue en analysant les solutions proposées par les chercheurs

Chacun semble se positionner légitimement sur les fonctions que leur accorde la société, mais on voit bien qu'à travers leur pensée que le domaine dans lequel ils s'expriment débordent sur les autres acteurs cités ci-dessus.

Les chercheurs essaient de rassurer et d'expliquer pour réduire les effets de la controverse sur l'opinion publique. Ils estiment que plus de communication éviteraient de

plonger dans le même schéma que pour les ogm. Cependant l'auteur de Réplique II voit dans cette réflexion une manière de détourner l'attention de l'opinion publique vers les problèmes réels qu'engendreraient l'utilisation des nanotechnologies.

Conclusion :

Suite à la découverte des nanoparticules, les avancées médicales qu'elles sont susceptible d'apporter ont été immédiatement décelées. Malgré leur découverte assez précoce (dès 1960), le développement des nanoparticules n'évolue que depuis 10 ans. Suite à cela, la scène publique s'est empressée de débattre au sujet des dangers que peuvent apporter le développement des nanotechnologies, puisqu'il y a de nombreuses craintes quant à une possible toxicité et à une éventuelle atteinte à l'éthique. Les nanotechnologies apportent un engouement mais aussi une crainte immenses, c'est d'ailleurs de ce paradoxe omniprésent qu'est née la controverse : dans un camp, des scientifiques sont prêts à affronter les risques liés aux nanotechnologies puisque les avantages que l'Homme pourrait en tirer sont juger bien suffisant ; dans l'autre camp, d'autres scientifiques – approuvés par la scène publique et les associations sanitaires – craignent que ce développement technologique engendre un danger toxicologique qui fasse plus de mal que de bien.

La controverse perdure car la communauté scientifique n'arrive pas à s'entendre sur la légitimité d'une poursuite de l'utilisation et de l'amélioration des nanotechnologies car personne ne peut à l'heure actuelle dire si les risques encourus sont – ou non – justifiés par les bénéfices que l'Homme pourrait tirer de telles avancées techniques.

De tout temps, les avancées scientifiques ont suscité craintes et pessimisme, mais jamais l'Homme a décidé d'écarter une possible avancée majeure en mettant en avant le principe de précaution. Dès lors, on peut imaginer que les recherches concernant les nanotechnologies vont se poursuivre, que probablement quelques dangers seront mis à la lumière, mais que, globalement, la science saura agir avec conscience, sans quoi elle ne serait plus synonyme d'avancée bénéfique pour l'humanité.

« Science sans conscience n'est que ruine de l'âme »
nous prévenait déjà Rabelais au XVIème siècle...

