



HAL
open science

L'invention du risque nanotechnologique

Patrick Schmoll

► **To cite this version:**

Patrick Schmoll. L'invention du risque nanotechnologique. Revue des Sciences sociales, 2007, " Le risque. Entre fascination et précaution ", 38, pp.182-187. hal-01300743

HAL Id: hal-01300743

<https://hal.science/hal-01300743>

Submitted on 11 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PATRICK SCHMOLL

Laboratoire "Cultures et sociétés en Europe"
(UMR du CNRS n° 7043)
Université Marc Bloch, Strasbourg
<schmoll@umb.u-strasbg.fr>

L'invention du risque nanotechnologique

« Les nanotechnologies doivent-elles nous faire peur ? » Le petit ouvrage de Louis Laurent et Jean-Claude Petit annonce, dès son titre, qu'un exposé de synthèse sur ce domaine scientifique et technique nouveau que sont les nanotechnologies ne peut être présenté que comme l'objet d'un débat, alors même qu'il n'a fait que commencer à se constituer et est encore pratiquement inconnu du public. Le numéro de la revue *Quaderni* consacré à « la fabrique des nanotechnologies » confirme que tel est bien le cas : les nanotechnologies ont commencé à se faire connaître par des discours qui intriquent de manière ambiguë la liste illimitée de leurs applications révolutionnaires et les avertissements sur leur dangerosité. On peut se demander si cette façon de poser la question ne fait pas elle-même question : pourquoi présente-t-on les nanotechnologies comme d'emblée associées à un danger ou à un risque ? L'intérêt des articles de ce numéro de *Quaderni* est d'initier une déconstruction idéologique de l'objet « nano » : la notion de risque n'est pas liée qu'au danger objectif que présentent ces technologies ; elle est produite par un discours qui, en suscitant la peur tout en préconisant (mieux : en prédisant) les formes sociales qui permettraient de contrôler le risque, se présente comme un discours de pouvoir.

Les nanotechnologies sont un champ émergent, et les ouvrages de synthèse

lisibles par un grand public sont encore peu nombreux sur le sujet. Le public est peu informé d'un objet en cours d'élaboration et sur lequel les savoirs sont incertains. Virginie Tournay et Dominique Vinck, dans leur présentation du numéro de *Quaderni*, soulignent d'eux-mêmes quelques absences dans le traitement de ce dossier par les auteurs qu'ils ont réunis, notamment le fait qu'aucun d'eux n'étudie des situations concrètes en recourant aux outils classiques des sciences sociales que sont l'observation ou l'enquête par entretien ou questionnaire, auprès des chercheurs ou des usagers. Les analyses reposent sur des discours politiques, médiatiques, institutionnels et littéraires déjà produits. Il en est de même de l'ouvrage de Laurent et Petit. Mais à leur décharge à tous, cette limite est le fait même du contexte d'émergence de l'objet : les nanotechnologies, dont le (futur) usager lambda n'a pas grand chose à dire, ne sont pas encore un fait social saisissable. A contrario, cette désinformation du public et l'incertitude des savoirs est le terreau de la formation des inquiétudes et des opinions, qui nourrissent débats publics et controverses scientifiques. L'avantage de cette situation est que, le corpus des discours existants étant limité, il est d'un traitement aisé pour l'analyse. L'ouvrage de Laurent et Petit et les articles de la revue *Quaderni* reprennent d'ailleurs avec une certaine redondance les mêmes

À propos de :

LOUIS LAURENT,
JEAN-CLAUDE PETIT

**Les nanotechnologies
doivent-elles nous faire peur ?**

Paris, Le Pommier, 2005, 64 p.

La fabrique des nanotechnologies

Numéro coordonné par

VIRGINIE TOURNAY

& DOMINIQUE VINCK,

Revue Quaderni, 61, automne

2006, Boulogne, Sapientia, 111 p.

textes clés, qui sont, pratiquement dans cet ordre d'apparition : les discours fondateurs d'un certain nombre de personnalités scientifiques, la littérature de science-fiction, et les rapports, selon les cas diagnostiques ou programmatiques, des institutions de la recherche scientifique. Ces textes marquent les étapes de la construction de l'objet nanotechnologie en même temps que de la notion de risque qui y est associée.

Ceux par qui le débat arrive

La naissance des nanosciences est traditionnellement datée de la conférence fondatrice prononcée en 1959 par le prix Nobel de physique Richard Feynman, « There is plenty of room at the bottom » (« Il y a plein de place tout en bas »). Comme l'indique Jean Caune (*Quaderni*, p. 28), le champ qu'il inaugure ne repose pas sur de nouvelles découvertes en physique, mais sur une modification de perspective dans la conception des objets très petits, de la taille du nanomètre : en opposition aux techniques de miniaturisation qui procèdent par réductions successives (approche top-down), mais qui trouvent leurs limites à partir d'une dizaine de nm en raison des lois de la physique, Feynman envisage une approche par la manipulation des atomes eux-mêmes pour créer des assemblages plus complexes (approche bottom-up).

Ce changement de perspective ne constitue pas une découverte en soi, il faudra d'ailleurs attendre 1981 pour qu'un dispositif technique, le microscope à effet tunnel, permette de rendre compte du phénomène de manipulation des atomes, qui n'est donc à l'époque qu'une perspective théorique. Mais c'est en tant que telle, c'est-à-dire en tant que vue de l'esprit ou que paradigme, qu'il va exercer ses effets.

D'une part, « les nanosciences utilisent des représentations de ce qui ne peut en aucun cas être vu directement » (p. 28). Or, *l'invisibilité des processus* est ce que nous pourrions appeler une caractéristique médiologique des nano-objets, qui participe à l'imaginaire de la peur qu'ils suscitent : leurs effets surgissent dans le visible de façon forcément inattendue, après un processus latent qui comporte

une part d'incontrôlable et d'imprévisible, même pour le scientifique. Marc Chopplet souligne plus loin (*Quaderni*, pp. 72-73) cette dimension de la peur à propos du roman de Michael Crichton, *La proie* : la peur se concrétise sur un objet que le récit doit rendre visible, l'essaim de nanoparticules doté d'une intention prédatrice, mais elle prend sa source dans les processus invisibles qui ont donné naissance à ces particules et dont on ignore, même quand l'essaim a été détruit, s'ils sont ou non encore à l'œuvre.

Un autre effet de paradigme est que la taille des objets, proche de la molécule, impose une vision interdisciplinaire, conjuguant physique, chimie et biologie. Les nanosciences sont donc au cœur d'une *convergence technologique* entre physique, chimie, génie génétique et robotique, qui exerce des effets de potentialisation sur la recherche.

Enfin, le renversement de perspective bottom-up, parce qu'il implique une ingénierie d'assemblage, associée étroitement science et technologie : il permet donc d'envisager les applications technologiques futures, et d'alimenter ainsi un *discours de la promesse*, avec ses retombées économiques, institutionnelles, politiques et idéologiques.

Laurent & Petit (pp. 6 sq.) dressent un tableau rapide des applications présentes des nanotechnologies, lesquelles représentent des enjeux économiques considérables. Dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, les systèmes de traitement et de stockage de l'information pourraient atteindre des performances allant bien au delà des actuels micro-ordinateurs (récemment, on annonçait pour 2012 une puce capable de contenir la totalité des fonds de la Bibliothèque Nationale). En médecine, les outils de taille nanométrique permettraient de diagnostiquer et de soigner en agissant directement sur les briques du vivant. Les nanotechnologies participeraient également au développement durable par des procédés non agressifs pour le vivant et par la création de matériaux recyclables ou capables de « disparaître » sans générer de pollution. Les écrits les plus spéculatifs imaginent même des systèmes plus performants que le cerveau humain, éventuellement « conscients », et/ou l'établissement de

liens microscopiques entre le corps et la machine pour réparer les défaillances du système vivant ou en améliorer les performances.

Or, dans le même temps où les promesses des nanosciences sont ainsi formulées, les mêmes pionniers qui en déroulent complaisamment la liste en soulignent également les dangers.

Dans son ouvrage devenu célèbre, *Engines of Creation* (1986), le chercheur du MIT Éric Drexler s'inspire du modèle des « machines biologiques » que sont les enzymes et les ribosomes pour imaginer la construction de nanomachines artificielles, les assembleurs, capables de fabriquer des objets atome par atome. La possibilité pour ces machines de se reproduire elles-mêmes, en mimant le vivant, implique le risque d'une perte de contrôle à la suite de mutations non voulues ni prévues. La « gelée grise », comme le font remarquer Laurent et Petit, est sans doute la peur la plus emblématique des nanotechnologies : un amas de nanoparticules qui, devenu autonome, voire organisé, pourrait tout détruire, y compris la croûte terrestre, pour se reproduire.

Le débat, longtemps confidentiel, entre dans l'arène médiatique avec l'article de Bill Joy « Pourquoi le futur n'a pas besoin de nous » dans la revue *Wired*, l'un des titres les plus connus de la cyberculture (2000). Bill Joy est un informaticien respecté, inventeur du langage Java et directeur de la recherche de Sun Microsystems, et la parution de son article a été annoncée par une campagne de presse qui lui assure un impact dans le grand public. Il y met en garde de manière argumentée contre les dangers potentiellement mortels pour l'humanité, et que Sylvie Catellin (*Quaderni*, p. 17) résume en trois points :

- Ces technologies nous rendent dépendants d'elles, nous risquons de devenir des extensions de nos techniques et de perdre ainsi notre humanité. Ce risque se décline en un risque de voir des machines intelligentes nous asservir, et un autre de nous voir nous-même transformés en machines par hybridation avec elles.

- Les nanotechnologies sont différentes des technologies antérieures, en ce qu'elles utilisent l'intelligence et la capacité d'auto-reproduction des organismes vivants. Elles comportent donc un risque



pour les organismes vivants (apparition de maladies auto-immunes) et pour l'environnement, aggravé par le risque de prolifération incontrôlée.

– Elles sont développées par le privé (à la différence du nucléaire), et l'attrait pour les gains élevés qu'elles promettent, ainsi que la concurrence sur le marché, peuvent conduire les entreprises privées à prendre des risques d'autant plus élevés que ces entreprises, qui peuvent se contenter de déposer leur bilan et de disparaître, ne se soucient pas d'avoir à en répondre ultérieurement.

Louis Laurent et Jean-Claude Petit consacrent un chapitre entier de leur ouvrage à une autre forme de risque, qui est peu envisagée par ces textes fondateurs, et donc par les auteurs du numéro de *Quaderni*: il s'agit des menaces sur la vie privée. Les RFID (pour *Radio Frequency Identification*) sont des dispositifs de taille millimétrique, voire submillimétrique, qui contiennent un émetteur et des circuits logiques. Ils peuvent émettre des informations, généralement un code à chiffres, qui permet de les identifier et de les tracer dans leurs déplacements éventuels, s'ils sont par exemple intégrés à un produit comme une étiquette de vêtement. L'utilisation annoncée de ce procédé par des marques comme Benetton ou Gillette en 2003 a soulevé une polémique de la part d'associations qui pointent les atteintes à la vie privée. La technologie préfigure des applications plus poussées comme l'implantation dans le corps d'un GPS et d'un émetteur à longue portée permettant de localiser à distance le porteur, par exemple un enfant ou un malade. La pratique soulève cependant un débat, car elle peut aussi être appliquée dans un cadre sécuritaire à la télésurveillance des individus, ce qui fait souvent évoquer le texte de l'Apocalypse parlant du chiffre dont la Bête marque le corps de ses sujets.

Le rôle de la science-fiction

L'âge de diamant de Neal Stephenson (1995) fait dans *Quaderni* l'objet d'une courte note de lecture de Thomas Micheaud, un peu décevante. Stephenson propose une description d'une Chine du futur dans laquelle les nanotechnologies

ont modifié profondément les modes de production et les conditions de vie. Mais ce thème n'est pas central dans l'ouvrage, qui tourne surtout autour de l'interaction entre un des personnages et un livre doté d'une intelligence artificielle qui lui permet de fonctionner comme un mentor. Micheaud ne peut, de ce fait, retirer de la lecture du livre que peu d'éléments, et essentiellement descriptifs, concernant les nanotechnologies. Bien que Sylvie Catellain annonce dans son titre qu'elle traite du «recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies», son corpus est constitué, non par des ouvrages de SF, mais par des articles du *Monde* qui se réfèrent au genre littéraire pris globalement.

On pourra regretter qu'aussi bien Laurent et Petit que les *Quaderni*, qui soulignent pourtant l'importance de la science-fiction dans la fabrique de l'objet nanotechnologie, ne sollicitent pas davantage de titres, pourtant abondants sur le thème. On eût pu évoquer un auteur comme Greg Egan, qui livre dans *Isolation* (1992), un roman antérieur de dix ans à *La proie* de Crichton, une intrigue où les nanotechnologies jouent un rôle plus important, notamment dans l'hybridation intime entre programmes informatiques et fonctionnement du cerveau. Plus récemment, et avec une ampleur plus considérable encore, Peter Hamilton décrit dans son cycle *L'aube de la nuit* (1997-99) un univers de space opéra complet qui aurait fourni matière à une étude des possibles imaginables dans un futur organisé par les nano- et les biotechnologies.

Les auteurs accordent ainsi une importance centrale au seul roman de Michael Crichton (1992), certes justifiée par le fait que l'auteur y scénarise précisément les risques annoncés par les controversistes précédents. Marc Chopplet (*Quaderni*, p.72) y retrouve les différents éléments de peur qui entourent les débuts de ces nouvelles technologies :

– la peur de maladies inconnues liées à l'invasion invisible et à la contamination des organismes vivants par des particules infimes;

– le couplage entre un micro-organisme vivant qui apporte sa capacité de reproduction et une technologie permettant des calculs complexes, une intelligence, une mémoire et une capacité

d'apprentissage partagés au sein d'un collectif, l'essaim;

– la ressemblance : les nanoparticules envahissent le corps pour le coloniser, mais aussi prennent sa forme pour créer un monde artificiel qui est le miroir grimaçant du monde naturel;

– les contraintes économiques de rentabilité et de concurrence qui poussent une entreprise en difficulté, pour respecter des contrats (d'origine militaire), à recourir à des techniques non entièrement fiables.

Le fait de ne retenir dans le débat sur les nanotechnologies que les récits effrayants de la science-fiction ne relève pas du hasard. La science-fiction, qui a historiquement d'abord eu une fonction d'adjuvant de la dynamique de recherche en fournissant un horizon imaginaire aux chercheurs, a désormais, en période polémique, un statut différent. Sylvie Catellain, analysant un corpus d'une trentaine d'article du *Monde* de 1992 à 2005 (*Quaderni*, pp. 13 sq.), montre qu'elle est utilisée comme un repoussoir rhétorique pour opposer la science «réelle», qui serait prudente et contrôlée, à la science «fiction», qui agiterait l'épouvantail de risques imaginaires à seule fin de donner des frissons à son public. Les dossiers du *Monde* publient ainsi, côte à côte, les avis d'experts français qui rassurent les lecteurs (le risque de voir les robots asservir l'espèce humaine est inexistant) et des commentaires qui décrédibilisent (mais sans contredire leurs arguments) les positions de Drexler ou Joy comme «relevant de la science-fiction».

Le procédé n'est évidemment pas exempt de contradictions: les textes de Drexler ou Joy posent un problème car, même s'ils se projettent dans le futur, ils n'ont pas statut de fiction romanesque. On ne peut pas affirmer à la fois que les théories de Drexler ou de Joy sont de la fiction et reconnaître simultanément leur influence sur un champ disciplinaire. L'enjeu de l'amalgame avec la science-fiction semble bien de prévenir un débat qui pourrait conduire à un moratoire sur la recherche-développement, susceptible de retarder le pays qui en déciderait dans la course aux avancées techniques.

Des rapports d'experts qui énoncent un programme

Quelques mois après la parution du roman de Crichton, un rapport du groupe contestataire canadien ETC (*Erosion, Technologie & Concentration*) intitulé *The Big Down* (*Le grand effondrement*, ETC 2003) dénonce les risques des technologies « atomiques » pour l'environnement et appelle à un moratoire. Pour répondre aux inquiétudes du public, le prince Charles demande alors à la Royal Society et à la Royal Academy of Engineering britanniques d'étudier la question. Ces institutions publient en 2004 un rapport intitulé *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, qui sera suivi dans d'autres pays occidentaux par d'autres rapports à la demande de leurs instances dirigeantes.

Reprenant la rhétorique journalistique analysée plus haut, ces rapports à finalité diagnostique écartent la notion de risque comme relevant de la science-fiction. Marc Chopplet cite ainsi le rapport commun des institutions britanniques qui considère que « la reproduction ou la création d'un être vivant artificiel, même des plus élémentaires, relève de la fiction la plus totale » (*Quaderni*, p. 73). L'énoncé du principe de précaution vaut dans ces rapports argument d'autorité : le rapport de l'Office parlementaire français d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Lorrain & Raoul 2004) reconnaît que « les nanotechnologies peuvent constituer un terrain favorable à l'émergence d'un sentiment de méfiance ou même de crainte » mais ajoute que « le principe de précaution ne suppose pas de se protéger contre la science-fiction » (*id.*).

Depuis le début des années 2000, les rapports des institutions de la recherche ne sont plus seulement diagnostiques : ils ont une portée programmatique.

Marc Chopplet étudie plus particulièrement le rapport de la National Science Foundation américaine (Rocco & Bainbridge 2002), qui insiste sur la convergence technologique en formulant un véritable projet de société. Le développement de ces nouvelles techniques est présenté comme irrésistible et conduisant naturellement au progrès social,

selon une vision scientifique, c'est-à-dire mécanique, rationnelle et programmable de l'évolution des connaissances. La justification de l'intérêt des nanotechnologies apparaît comme clairement idéologique : elle permet « une conception de la société de demain qui se présente sous les traits neutres d'une prospective d'experts » (p. 75), mais, de fait, il s'agit de prophéties auto-réalisatrices. Les développements technologiques sont présentés comme inévitables, et comme il s'agit pour les responsables politiques de ne pas rater le train qui passe, ils induisent un développement tout aussi inéluctable de la société. Une science prédictive de la société permet de justifier les politiques à mettre en œuvre, y compris les actions correctives destinées aussi bien à limiter les risques qu'à réduire les résistances.

Céline Lafontaine relève cette même performativité des discours en analysant les contenus des textes et rapports produits par les organismes gouvernementaux et parapublics québécois et canadiens entre 2000 et 2005 (*Quaderni*, p. 39 sq.). Une contradiction nourrit leur exposé : « les nanotechnologies permettront de maîtriser et de contrôler des phénomènes dont les propriétés sont inconnues et imprévisibles » (p. 41). Céline Lafontaine détaille la logique qui permet de surmonter cette contradiction : il s'agit moins d'une logique de contrôle à proprement parler que d'une volonté de se substituer à la nature dans la chaîne évolutive : l'ingénierie dans ce domaine permet de laisser les objets se former par eux-mêmes. L'indifférenciation épistémologique qui est introduite entre vivant et non vivant permet une hybridation nature/artifice qui représente l'aboutissement technoscientifique du paradigme informationnel. Il ne s'agit pas que d'imiter la nature, mais de l'améliorer, en permettant de concevoir l'élargissement des frontières du corps humain par le biais de puces électroniques et de nano-robots.

Une futurisation du discours scientifique, par l'usage fréquent de la prédiction dans l'argumentation, permet ainsi de penser le présent en fonction d'un avenir techniquement déterminé : les discours sont marqués du sceau de l'inéluctabilité. La technique se développe de façon autonome, et elle est le déterminant majeur du développement économique et social. La loi de Moore est citée comme exemple

par plusieurs auteurs : énoncée par le fondateur d'Intel en 1965, elle prédit que tous les 18 mois, le nombre de transistors qui peuvent être fabriqués sur une puce est multiplié par deux. Cette miniaturisation ne peut se poursuivre au-delà d'un certain seuil en raison des contraintes de la physique du solide. La loi de Moore prévoit donc qu'en 2015 au plus tard, seul un changement de paradigme dans la façon de fabriquer les semi-conducteurs permettra de poursuivre la miniaturisation des composants d'ordinateurs. Il s'agit du type même de la prophétie auto-réalisatrice, dont la capacité prédictive est censément démontrée par les réalisations ultérieures qu'elle a cependant contribué à rendre possible en structurant le champ de la recherche et en orientant les circuits de financement. En annonçant un calendrier des inventions, ce type de « loi » engage la recherche-développement dans une course poursuite à la miniaturisation, respectant de ce fait les étapes prédites. Céline Fontaine souligne que les discours publics accompagnant le développement des nanotechnologies recourent à des arguments pour l'essentiel de nature économique et commerciale : il s'agit de justifier des investissements publics. Les nanotechnologies sont le terrain d'une réorganisation des politiques de recherche qui tend à remettre en cause les anciennes frontières institutionnelles, le développement des infrastructures supposant une fusion organisationnelle entre l'industrie et l'université.

Le risque comme instrument de pouvoir

L'analyse de contenu des discours relevant de genres différents sur les nanotechnologies révèle ainsi une collusion entre eux. On ne comprend pas pourquoi les mêmes personnes qui font rêver des applications futures des nanotechnologies sont aussi celles qui en soulignent les risques dans des tableaux apocalyptiques, si on n'admet pas cette collusion.

Les conclusions de Louis Laurent et Jean-Claude Petit dans leur ouvrage, ou l'article d'Alexis Vlandas et Joscha Wulweber dans *Quaderni* (p. 103 sq.), qui en appellent à une démocratisation des processus technoscientifiques par la mise en jeu de forums hybrides entre tous les

acteurs (chercheurs, dirigeants, associations, public, etc.), risquent de relever du vœu pieux quand on considère que le risque n'est pas forcément un danger objectif que l'on cherche à éviter, mais une peur socialement construite qu'il peut être intéressant de manipuler.

Comme fonctionne ce discours de pouvoir? Il commence par présenter les performances attendues de ces techniques (discours de la promesse), dont l'intérêt est tel qu'elles en deviennent économiquement et politiquement incontournables. Puis il annonce les dangers, à la mesure des avantages, c'est-à-dire énormes, et comme les destinataires du discours sont désormais prisonniers du mirage de leurs avantages, ils ne peuvent pas non plus échapper aux dangers de ces objets. Ce sont les mêmes acteurs qui tiennent les deux discours, qui disent « Voyez comme nous sommes utiles, donc puissants, et comme nous sommes dangereux, donc doublement puissants ». Le discours devient ensuite programmatique: il décrit les conditions qui permettent de contrôler ces peurs, qui sont les mêmes que celles qui permettent de promettre les avantages. Ce discours se présente sous les dehors d'un discours prédictif, qui en disant, non pas ce que doit être, mais ce que *sera inévitablement* la société, commande les passes de l'avenir. La gestion du risque est ici indissociable de la priorité politique donnée à ces techniques.

Textes de référence

- Drexler R. (1986), *Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology*, New-York, Anchor Books. Tr. fr. (2005), *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies*, Paris, Vuibert. Texte disponible sur le site de l'auteur: <http://www.e-drexler.com/>
- coll. (2003), *The Big Down. Atomtech - Technologies Converging at the Nano-scale*, Report of the ETC group, Ottawa (Canada). Texte disponible sur: <http://www.etcgroup.org/>
- Joy B. (2000), « Why the future doesn't need us », *Wired*, 8.04, avril 2000. Texte disponible sur: <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html>
- Feynman R. (1959), « There is Plenty of Room at the Bottom », Conférence à la réunion annuelle de la Société américaine de physique, Pasadena, Californie. Texte disponible sur: <http://www.its.caltech.edu/~feynman/plenty.html>
- coll. (2004), *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, Report of the Royal Society and the Royal Academy of Engineering. Texte disponible sur: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>
- Lorrain J.L. & Raoul D. (2004), *Nanosciences et progrès médical*, Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, n° 1588 de l'Assemblée Nationale et n°293 du Sénat, 6 mai 2004. Texte disponible sur: http://www.senat.fr/rap/r03-293/r03-293_mono.html
- Rocco M. C. & Bainbridge W.S. (eds) (2002), *Converging Technologies for Improving Human Performance - Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Arlington, National Science Foundation, June 2002.

Romans

- Crichton M. (2002), *Prey*, New-York, HarperCollins Publishers. Tr. fr. (2003), *La proie*, Paris, Laffont.
- Egan G. (1992), *Quarantine*, Trad. fr. (2000), *Isolation*, Paris, Denoël (Le Livre de Poche).
- Hamilton Peter F. (1996), *The Reality Dysfunction*, Grove Pub. Tr. fr. (1999-2000), *Rupture dans le réel*, Paris, Laffont
- Hamilton Peter F. (1997), *The Neutronium Alchemist*. Warner Books. Tr. fr. (2000-2001), *L'alchimiste du neutronium*, Paris, Laffont.
- Hamilton Peter F. (1999), *The Naked God*. Pan MacMillan. Tr. fr. (2002), *Le dieu nu*, Paris, Laffont.
- Stephenson N. (1995), *The Diamond Age: Or, a Young Lady's Illustrated Primer*, Bantam Spectra Book. Tr. fr. (1996), *L'Âge de diamant ou le Manuel illustré d'éducation à l'usage de filles*, Paris, Payot Rivages.