

Université de Montréal

**Le « nanomonde » et le renversement
de la distinction entre nature et technique:
entre l'artificialisation de la nature
et la naturalisation de l'artifice**

par

Daphné Esquivel Sada

Département de sociologie
Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de maître
en sociologie

Décembre, 2008

© Daphné Esquivel Sada, 2008

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Le « nanomonde » et le renversement de la distinction entre nature et technique :
entre l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique

présenté par :

Daphné Esquivel Sada

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Marcel Fournier, président-rapporteur

Céline Lafontaine, directrice de recherche

Johanne Collin, membre du jury

Résumé

Les nanosciences et les nanotechnologies (NST) s'inscrivent dans un champ technoscientifique, le nanomonde, qui a pour socle l'hybridation autant conceptuelle que pratique entre le domaine de la nature et celui de la technique. Dans ce mémoire nous nous intéressons au basculement de la distinction entre le naturel et l'artificiel qui s'ensuit. Un retour socio-historique sur la construction du dualisme nature/artifice propre aux sociétés modernes nous aide alors à saisir les enjeux socio-culturels impliqués dans sa remise en question. La déconstruction, à travers la méthode d'analyse de discours, d'entretiens réalisés avec les principaux chercheurs en NST au Québec illustre empiriquement, tout en le systématisant, le double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique, pointé théoriquement comme caractéristique de la remise en cause de la distinction entre nature et artifice qu'opère le nanomonde. Nous suggérons que l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique, loin d'être contradictoires, constituent des éléments d'une dynamique synergique dont le résultat est une désontologisation de la nature comme catégorie de la pensée et une déqualification du monde qui distingue l'activité humaine.

Mots-clés : Nanotechnologies; nanosciences; technoscience; science; représentations sociales; dualisme nature/culture; sociétés modernes; déconstruction.

Abstract

Nanosciences and nanotechnologies (NST) are part of a technoscientific field, the nanoworld, which is founded on a theoretical and practical hybridization between nature and technique. In this master thesis we are interested in the blurring of the distinction between the natural and the artificial that so follows. From a socio-historical perspective of the construction of the dualism nature/artefact typical of modern societies, we try to apprehend the socio-cultural stakes that might result from its reversal. Through discourse analysis of interviews conducted with the main researchers in NST in Quebec, we illustrate empirically, and systematize, the double process of artificialisation of nature and naturalization of technique, which is theoretically pointed out as characteristic of the blur of the distinction between nature and technique carried out in the nanoworld. We suggest that the two terms, artificialisation of nature and naturalization of technique, far from being contradictory, rather constitute elements of a synergetic dynamics that leads to a de-ontologisation of nature as a category of thought and a disqualification of the domain that distinguishes human activity.

Keywords : Nanotechnologies; nanosciences; technoscience; science; social representations; nature/culture dualism; modern societies; deconstruction.

Table des matières

<i>Introduction</i>	8
<i>Chapitre I</i>	
<i>Esquisse du nanomonde ou contours et controverses d'un monde hybride</i>	20
1. De l'émergence aux laboratoires : entre science et fiction	27
2. De l'accès au nanomonde	33
3. De la convergence NBIC	36
4. De la nature et de la technique	41
<i>Chapitre II</i>	
<i>Nature et Artifice : du dualisme moderne au gommage nanotechnologique</i>	46
1. De la construction du dualisme moderne...	47
1.1 <i>La création du monde de la nature</i>	48
1.2 <i>La révolution mécaniste</i>	54
2. ... Au renversement technoscientifique du dualisme	57
2.1 <i>Le détournement cybernétique</i>	58
2.2 <i>La Modernité entre dualisme et hybridation</i>	62
2.3 <i>Transcender nature et culture : perspectives et enjeux</i>	67
3. Le dualisme et sa remise en question dans le nanomonde	72
3.1 <i>La nature comme modèle technologique</i>	72
3.2 <i>Le « nano is bio »</i>	76
3.3 <i>De la production d'objets techniques à la création de natures</i>	79

Chapitre III

<i>L'artificialisation de la nature et la naturalisation de l'artifice aux yeux des chercheurs québécois</i>	85
A. Observations méthodologiques	85
1. Le matériau : particularités et statut	86
1.1 <i>Les chercheurs</i>	87
1.2 <i>L'entretien</i>	89
1.3 <i>Le discours</i>	92
B. Nature et technique vues par les chercheurs québécois	93
1. La nature artificialisée	94
1.1 <i>La conception artificialiste-utilitariste de la nature</i>	94
1.2 <i>La pratique d'artificialisation de la nature décuplée et différée</i>	98
1.3 <i>Les chercheurs face à la fusion entre nature et artifice: entre surprise et quête</i>	103
2. La mue de l'artifice en nature	107
2.1 <i>Droit devant avec l'œuvre de la nature</i>	107
2.2 <i>L'autonomisation du développement technologique</i>	110
2.3 <i>Science et technologie dans une terra incognita</i>	113
 <i>Considérations finales</i>	 121
 <i>Bibliographie</i>	 131

*À la mémoire de Bia
pour avoir légué le plus précieux héritage,
sa vie.*

*À Cynthia et à Manuela
À Isabeli et à Ana,
pour leurs âmes d'exilées.*

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance à Céline Lafontaine, dont la qualité de l'encadrement et la générosité intellectuelle ont été fondamentales dans la réalisation de ce mémoire, tout autant que l'encouragement constant qu'elle représente par la passion qui l'anime. Je la remercie également pour les opportunités qu'elle m'a offertes comme auxiliaire de recherche dans le cadre de son projet sur les nanotechnologies, et comme auxiliaire d'enseignement. Ma dette dépasse pourtant la sphère académique, car au cœur de la richesse et du défi de sa pensée se trouve à mes yeux un esprit critique nourri par un profond respect pour l'être humain, qualité de plus en plus rare. Pour leur générosité, je remercie les chercheurs qui, par leur participation au projet de Céline Lafontaine, enrichissent ce mémoire; un merci spécial, pour leur sympathie, à ceux et à celles que j'ai rencontrés. Merci au *Conseil de Recherches en sciences humaines du Canada* pour le financement accordé à ce projet de maîtrise. Ce mémoire représente l'aboutissement d'un long chemin, marqué par des rencontres déterminantes, je pense tout particulièrement à Maurice Carel et à Antônio Almeida, qui a aussi accompagné cette aventure nonobstant la distance. Merci à Mathieu Noury pour la générosité dont il a fait preuve aux balbutiements de ce projet. Mon admiration à des *professeurs* qui font que ce mot et ce métier portent encore un sens: Vital Pasquarelli Junior, Paul Sabourin, Jacques Hamel et Gilles Houle (*in memoriam*)—pour qui, d'ailleurs, marquer de son empreinte intellectuelle et humaine tant d'étudiants paraissait si simple. Ma reconnaissance à Christopher McAll et à Guy Bourgeault, des professeurs qui, en croisant leur chemin, font que la vie n'est plus vue de la même façon. Je les remercie aussi pour la confiance qu'ils m'ont accordée à différents moments. Je remercie tout spécialement Odette Provost, dont les rigoureux enseignements linguistiques sont inestimables. Aux dernières étapes de ce trajet j'ai eu le privilège de compter sur le talent et la générosité de Nicolas Le Dévédec, de Sébastien Richard et de Sylvie Martin pour les révisions de ce mémoire, je les en remercie infiniment. Merci à Sylvie également pour sa compagnie lors des soirs d'été consacrés à déchiffrer nos problématiques et nos nombreuses discussions. Merci à Amandine et Ginette, dont l'amitié fut fondamentale à maints moments de ce trajet et me comble, comme celles qui sont de l'autre côté de l'hémisphère. À Jimmy, que je remercie de m'avoir soutenu inconditionnellement quelles qu'aient été les couleurs de mes états d'âme. Ton amour et ta compagnie m'ont été essentiels dans ce cheminement tout nouveau. Il y a une partie de chacune et chacun de vous dans ce mémoire, et je vous en suis reconnaissante.

Introduction

« [...] you can tell a culture by what it
can and cannot bring together. »

Marilyn Strathern, *Reproducing the Future*.

Le social est par essence le territoire du fragile, du mouvement. De pli en pli, entre infirmations et ratifications, abandons et engagements, les sociétés tracent leur trajectoire. En tant que constructions socio-historiques, aussi solides apparaissent-t-elles, les assises sociales sont sujettes à être renversées ou supplantées. Ainsi serait-il inapproprié de parler d'« acquis » lorsqu'il est question de la vie en société. La force du monde propre à l'humain ne réside-t-elle pourtant pas dans cette fragilité, pour ce qu'elle est garante du non-déterminisme du monde social? Quant à la sociologie, sa raison d'être ne repose-t-elle pas dans cette dynamique inhérente au social, reflet de la capacité d'action de l'être humain? N'obéissant pas à une loi de progrès du vivre ensemble, les discontinuités qui marquent les transformations sociales ne sont-elles pas justement le défi des sociologues, une fois que, pour être des fruits du social, elles sont plurivalentes?

À l'époque contemporaine, s'il est un domaine qui n'a de cesse de bousculer nos assises sociales, c'est bien celui des sciences et techniques. En fabricant des entités comme les OGM (organismes génétiquement modifiés)— et leurs maïs insecticides ou leurs vaches productrices de protéines de soie d'araignée—, des clones, des embryons fécondés *in vitro* et des machines « intelligentes », les technosciences mettent au défi les cadres socio-symboliques des sociétés occidentales. De telles entités ne peuvent en effet être saisies ni conceptuellement ni socialement à travers les catégories dualistes classiques de l'Occident, comme culture et nature, vivant et inerte, humain et machine, sujet et objet, masculin et féminin, soi et autre, etc. Dépouillé, face à de tels objets, d'outils sociaux, culturels, juridiques, politiques et éthiques lui permettant de les appréhender, de les nommer et de leur donner un

sens, le social est appelé à redéfinir ce qu'est, entre autres, le vivant, l'animal, l'homme, la femme, la nature, la culture et, ultimement, l'individu et la société. En d'autres mots, à réviser les façons dont il conçoit le monde et ordonne la pratique. La technoscience fait preuve ainsi de son caractère réflexif, car elle est à la fois un produit social et une productrice de nouvelles réalités sociales, symboliques, politiques et économiques¹. La sociologie se trouve, de son côté, à tenter notamment de cerner les conséquences de ces transformations sur les représentations, le lien social et les pratiques culturelles.

Dernières venues des technosciences, les nanosciences et les nanotechnologies (NST) concernent l'exploration de la matière qui se trouve à l'échelle nanométrique, soit au milliardième de mètre (10^{-9} mètres). Par la manipulation d'atomes, de molécules ainsi que de protéines et de virus, les NST laissent entrevoir la possibilité de créer aussi bien des balles de golf plus performantes que des vitres autonettoyantes, des ordinateurs encore plus petits et rapides que des teintures productrices d'énergie, des ordinateurs à base de molécules biologiques que des robots-chirurgiens intracorporels ou encore d'établir la « communication mentale » par le biais de puces électroniques connectées au cerveau. Ces projets illustrent l'hétérogénéité du champ des NST : « [...] le label "nano" renvoie à des pratiques dont la définition, les contours disciplinaires, l'infrastructure matérielle et les applications concrètes sont loin d'apparaître comme stabilisées [...] »². Le flou qui caractérise le champ est tel qu'émergent des questionnements comme: s'agirait-il d'une « bulle techno »? d'un bluff technoscientifique? Toutefois, là où il n'y a pas l'ombre d'un doute c'est que les NST sont une priorité politique, et ce, au plan mondial.

¹ La portée des bouleversements technoscientifiques est d'ailleurs amplifiée par le fait que pratiquement aucun domaine de la vie sociale n'est aujourd'hui étranger aux développements technoscientifiques. Aujourd'hui, la technoscience touche l'individu avant sa propre conception (voir à ce sujet entre autres Sylvie Martin, *L'utérus artificiel ou l'effacement du corps maternel. De l'obstétrique à la machinique*, Mémoire de maîtrise en sociologie, Université de Montréal, en cours) jusqu'à sa mort, comme le montre notamment le dernier travail de la sociologue Céline Lafontaine (*La société Postmortelle. La mort, l'individu et le lien social à l'ère des technosciences*, Paris, Éditions du Seuil, 2008).

² Virginie Tournay et Dominique Vinck « Avant propos : la régulation des nanotechnologies, un enjeu de standardisation historiographique et politique », *Quaderni*, numéro spécial : La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 5.

Car nombreux sont les États qui auraient, pour reprendre les termes du *Conseil de la Science et de la Technologie* (CST) du Québec, « [...] déjà pressenti le *potentiel phénoménal* des nanotechnologies³ ». L'entrée des NST sur la scène publique invite en fait à réexaminer cette idée selon laquelle la foi dans le progrès scientifique et technique comme moyen de rachat des problèmes humains aurait été ébranlée suite à la Deuxième Guerre Mondiale⁴. L'ampleur socio-politique des NST, témoin des espoirs considérables dont elles sont porteuses, démontre plutôt que cette foi n'aurait aujourd'hui rien perdu de sa force. Selon leurs promoteurs, les NST pourraient en finir avec la pénurie d'eau, la famine, les problèmes de pollution et de sources d'énergie, tout en faisant l'économie des maladies⁵. Aussi ne semble-t-il pas exagéré de les voir comme « [...] the next chapter in the Book on Techno-Utopias⁶ ».

L'ampleur des efforts politiques et scientifiques tient également à la transversalité du champ technoscientifique des NST. Elles peuvent en effet intéresser l'ensemble des sphères de la vie sociale (des nouvelles sources d'énergie à l'industrie aéronautique, en passant par l'alimentation, l'habillement, la médecine, la pharmacologie, les technologies de communication, l'environnement, les matériaux de construction, l'informatique, etc.)⁷ et être intégrées par l'ensemble des sciences pures. À l'instar de l'électricité et de l'informatique, elles constituent ce que l'on appelle des *enabling technologies*, soit des « multiplicateurs de technologies » qui incitent les autres secteurs à se dépasser : « [...] puisqu'elles permettent d'agir sur la matière à l'échelle atomique, d'en modifier les caractéristiques et les propriétés,

³ Conseil de la science et de la technologie (CST), Préambule, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, Gouvernement du Québec, 2001 (c'est nous qui soulignons).

⁴ Nous faisons allusion ici au pessimisme et à la perte de croyance dans l'idéal de progrès et de perfectibilité humaine qui était porté depuis les Lumières jusqu'à la charnière qu'a représenté l'Holocauste. À ce sujet, voir entre autres Philippe Breton, *L'Utopie de la communication*, Paris, La Découverte, 1995.

⁵ Pour un aperçu des espoirs, voir Christine Peterson et Jacob Heller, « Nanotech's Promise: Overcoming Humanity's most Pressing Challenges », *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Fritz Allhoff et al., dir., Hoboken, Wiley, 2007, p. 57-70, et Commission de l'éthique de la science et de la technologie, *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 2006. Or, il est intéressant de remarquer que « [s]omewhat ironically, the huge problems created by the societies resting on modern Western technology – combined with a crude belief in science and technology as the entire and ultimate solution – now encourage engineers of nanotechnology to propose applications that will be literally *everywhere* (around us, inside us, they will even be "us"). Thus, the solution to modern technology, as proposed here, is an unlimited amount of new forms of technology (Hans Fogelberg et Hans Glimell, *Bringing Visibility to the Invisible: Towards a Social Understanding of nanotechnology*, STS Research Report 6, Göteborg, Université Göteborgs, 2003, p. 20).

⁶ Hans Fogelberg et Hans Glimell, *op. cit.*, p. 26.

⁷ Conseil de la science et de la technologie (CST), *Aperçu de la recherche sur les nanotechnologies*, Gouvernement du Québec, 2001.

elles auront des incidences sur les fondements scientifiques de toutes les disciplines des sciences naturelles et du génie, et par extension de toutes les technologies qui en découleront⁸ ». C'est dire que la révolution sociale attendue fait système.

Compte tenu en outre du potentiel économique associé aux NST—elles pourraient selon certains entraîner même une « nouvelle Révolution industrielle »⁹—, les États en font le « joyau » de leurs politiques scientifiques et d'innovation. Elles semblent être effectivement « [...] a nearly perfect fit for what both companies and the government expect from science¹⁰ », car tout est susceptible de devenir, grâce à la manipulation de la matière à l'échelle atomique et moléculaire, « un nouveau produit de consommation »¹¹. Pas étonnant de constater qu'elles représentent après tout le dernier grand ressort de la concurrence entre pays¹² : suivant la sociologue Céline Lafontaine, symboliquement elles « [...] incarnent au plan de la compétition internationale une nouvelle conquête spatiale¹³ » et, aux États-Unis, les investissements financiers et humains équivalent à ceux de la recherche sur la bombe atomique.

Lorsque de nouvelles percées technoscientifiques voient le jour, l'une des premières préoccupations publiques est celle de savoir quels peuvent en être les risques. À ce propos, le flou domine dans le cas des NST, en raison notamment de l'éparpillement de leurs applications et de leur balbutiement. La plupart des enjeux soulevés procèdent, *grosso modo*, du caractère *lilliputien* des nanostructures. Les questions portant sur la détection et

⁸ CST, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, op. cit., p. 59.

⁹ La première étant la machine à vapeur et la deuxième, la microélectronique. À ce sujet voir notamment CST, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, op. cit., et les publications de l'organisme para-public NanoQuébec, sur : http://nanoquebec.ca/nanoquebec_w/site/explorateur.jsp?currentlySelectedSection=68 (consulté le 15 juillet 2007).

¹⁰ Ann Johnson, « The End of Pure Science », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 226.

¹¹ Dominique Luzeaux et Thierry Puig, *À la conquête du nanomonde : nanotechnologies et microsystèmes*, Paris, Éditions du Félin, 2007.

¹² Un exemple très éloquent de chez-nous est le rapport du CST, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, op.cit. L'analyse du cas québécois est par ailleurs fascinante sociologiquement; selon Robert Nault, c'est la nation qui a le plus investi per capita (Communication lors du colloque de l'ACFAS, le 15 mai 2006: *Les nanotechnologies : formation et éthique*). Entre 2000 et 2005 il y a eu un investissement public de 140 millions dans le développement des NST (Ministère du développement économique [en ligne] http://www.mdeie.gouv.qc.ca/page/web/portail/scienceTechnologie/nav/technologies_strategiques).

¹³ Céline Lafontaine, « Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination », *Quaderni*, numéro spécial : La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 49.

l'évaluation toxicologique des produits issus des NST demeurent ouvertes¹⁴. D'autres sont pourtant nettes, comme la capacité qu'ont les nanostructures de faire fi, en raison de leur taille, des barrières de défense naturelles du corps (telles que la peau et les membranes du poumon, du placenta, du cerveau, et même du noyau cellulaire), ou comme les moyens techniques qu'apportent les NST pour la miniaturisation des dispositifs, dont la puissance peut aller jusqu'à les rendre invisibles¹⁵. À ce sujet, le sociologue Michael Mehta identifie dans les NST une « new surveillance technology¹⁶ », telle que l'augurent la miniaturisation de systèmes de surveillance (comme caméras et microphones) et la mise au point des laboratoires portatifs pour la détection de maladies ou des tests génétiques¹⁷.

L'impact des NST sur le domaine de la santé constituerait bien à lui seul un champ de recherche. Ici, les NST sont porteuses d'importantes promesses: l'amélioration des diagnostics, le traitement de maladies génétiques avant ou après la naissance, le remplacement et la restauration des organes malades ou vieux, entre autres. En apportant de l'élan, pour utiliser les termes propres, à la logique de « correction des faiblesses humaines », les NST brouillent davantage la frontière entre thérapie et amélioration¹⁸. Par ailleurs, l'institution militaire s'est aperçue des « retombées » que les projets d'amélioration de l'humain peuvent avoir à l'égard d'un accroissement de la « performance » de la guerre. À cet effet, une part très importante des recherches en NST, surtout aux États-Unis—où le militaire

¹⁴ Comme l'affirme l'*Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST)*, « [à] l'heure actuelle la science ne dispose pas de méthodologies permettant d'évaluer la toxicité de l'ensemble de ces nouveaux produits dans de courts délais et avec des coûts raisonnables » (*Les effets à la santé reliés aux nanoparticules*, p. III. Ce rapport est disponible sur <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-451.pdf>). Voir aussi à ce sujet Wade L. Robinson, « Nanoethics », *Discovering the Nanoscale*, *op. cit.*, p. 285-300; Fretwell Wilson, « Nanotechnology: The Challenge of Regulating Known Unknowns », *Journal of Law, Medicine and Ethics*, hiver 2006, p. 704-713, et Commission de l'Éthique de la science et de la technologie, *op. cit.* Or, alors qu'il n'existe pas de cadre de réglementation propre aux nanoparticules et aux sous-produits, ni au Canada ni ailleurs, et que des centaines de produits sont déjà en vente, dont des cosmétiques, des suppléments alimentaires, des articles de sport, des produits électroniques et des dispositifs médicaux, selon Wade « [a]s with genetically altered food, we will be running a full-scale experiment on the world [...] » (*op. cit.*, p. 298). Pour les listes de produits voir *Lux Research* sur http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_TNR4.pdf; et *The Project on Emerging Technologies* sur <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>

¹⁵ Wade L. Robinson, *op. cit.*

¹⁶ Michael D. Mehta, « Privacy X Surveillance. How to avoid a Nano-panoptic Future », *Canadian Chemical News*, novembre-décembre 2002. Disponible sur http://www.accn.ca/index.cfm/ci_id/3013.htm. À ce sujet, voir aussi Wade L. Robinson (*op. cit.*).

¹⁷ CST, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, *op. cit.*, p. 18.

¹⁸ Le projet d'amélioration de l'humain est à l'œuvre souvent comme projet médical, mais la question qui se pose socialement est : comment établir les frontières entre thérapie et amélioration/optimisation?

est l'un des plus grands bailleurs de fonds des NST—, est vouée à la mise en place d'un combat « high-tech »¹⁹.

A la lumière de ce bref survol du champ des NST dont le but était de faire ressortir son ampleur, sa portée et sa complexité²⁰, on conçoit à présent la pertinence sociologique de cet objet. Les enjeux qu'il suscite sont pour ainsi dire majeurs et impliquent les ordres tant social, culturel, politique, qu'économique, scientifique et éthique. Les enjeux épistémologiques ne sont pas moindres.

Le brouillage des frontières entre nature et artifice apparaît en effet comme l'un des enjeux cardinaux soulevés par les NST. Le monde des NST ébranle significativement le discernement entre le naturel et l'artificiel²¹. Comme le remarque le philosophe Gregor Schiemann, déjà en partant, les NST déstabilisent la différenciation du sens commun entre ce qui procède de la nature et ce qui relève de la technologie. Alors qu'une telle démarcation dépend de la perception sensitive des objets, l'un des attributs principaux qui caractérisent les NST, sinon le principal, est leur grandeur *lilliputienne* : tant leur milieu technoscientifique de travail (atomes et molécules) que leurs processus technologiques se situent *au-delà de la portée de la perception humaine*. C'est pourquoi les NST sapent la condition de possibilité de cette distinction de sens commun²². Mais la distinction entre le naturel et l'artificiel est tout autant problématique dans le cas des objets macroscopiques contenant des nanostructures. En fait, le *hype* des NST repose sur la perspective qu'elles ouvrent notamment dans le *ré-agencement de la matière* en vue de la fabrication d'objets dits « intelligents », donc adaptables

¹⁹ Ainsi est né l'*Institute for Soldier Nanotechnologies* au MIT (<http://web.mit.edu/isn/>), qui vise à l'amélioration des performances des soldats (quoique l'on parle également de bombes écologiques et du ciblage génétique) : côté accessoires, il est question entre autres d'uniformes camouflables comme un caméléon et à l'épreuve d'éléments toxiques, d'exosquelettes et de la robotisation d'animaux pour surveillance et attaque; côté soldat, il est question de l'amélioration de leurs performances physiques et mentales par des muscles artificiels, des implants pour la vue, l'ouïe et le système nerveux (aux fins d'une réaction plus rapide et de la transmission d'informations), et on en passe.

²⁰ Ann Johnson, *op. cit.*

²¹ Gregor Schiemann, « Dissolution of the Nature-Technology Dichotomy? Perspectives from an Everyday Understanding of Nature on Nanotechnology », *Discovering the Nanoscale, op. cit.*, p. 209-213.

²² *Ibid.*, p. 209-210.

selon les situations, alors que la *plasticité* rappelle, classiquement, une qualité appartenant aux entités vivantes²³.

La difficulté de discerner l'essence des dispositifs nanotechnologiques s'amplifie aussi dans la mesure où l'humain ne conçoit plus la nature inerte et vivante comme étrangère à son action²⁴. Ce qui est effectivement la tendance du champ des NST : nature, vivant et artifice y sont nivelés par le biais d'une indifférenciation épistémologique. En outre, lorsque l'artificialisation de la nature est déployée jusqu'à l'échelle des atomes et des molécules, le niveau le plus intime de la matière, au dire du philosophe Gregor Schiemann, « [i]s it at all possible to distinguish between nature and technology if nature has already become technologically malleable at the level of molecules?²⁵ » Ce flou apparaît également dans les projets qui particularisent ce champ. Étant donné qu'ils résultent du fusionnement même des pôles nature/artifice, humain/machine et vivant/non-vivant, ils sont insaisissables par une seule des catégories dualistes qui forment ces paires.

Considérant, d'une part, la portée des NST dans la sphère technoscientifique et sociale, et, d'autre part, l'ampleur du brouillage des frontières entre nature et artifice qu'elles induisent, une question s'impose: « [...] est-il encore possible et cela a-t-il encore un sens de faire une différence entre le naturel et l'artificiel?²⁶ ». C'est précisément cet ordre de questionnement qui anime et motive ce projet de mémoire. Le naturel et l'artificiel ont toujours été deux substantifs relatifs, leurs limites étant mouvantes selon les époques²⁷. Mais, comme l'affirme l'historienne des sciences Bernadette Bensaude-Vincent, « [w]ith each passing day the traditional boundary between the natural and the artificial becomes less distinct²⁸ ». Les technosciences participent grandement à cette remise en question du dualisme nature/culture. Force est de constater que les NST radicalisent considérablement ce

²³ *Idem*, « Nanotechnology and Nature. On Two Criteria for Understanding Their Relationship », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 87.

²⁴ *Idem*, « Dissolution of the Nature-Technology Dichotomy? », *op. cit.*, p. 210.

²⁵ *Idem*, « Nanotechnology and Nature », *op. cit.*, p. 79.

²⁶ Marina Maestrutti, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse de doctorat en Philosophie, Université Paris X – Nanterre, 2007, p. 262.

²⁷ Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Cambridge, MIT Press, 2007.

²⁸ *Ibid.*, p. 1.

processus, puisqu'elles minent conceptuellement les frontières entre nature et technique, elles rendent les distinctions entre le naturel et l'artificiel et entre le vivant et l'inerte impraticables en raison de leur échelle de grandeur, et enfin, donnent lieu à des projets de recherche fondés sur la fusion de ces domaines.

La ligne directrice de notre étude est ainsi l'analyse des enjeux socio-culturels que soulèvent les NST par rapport à la remise en cause de la distinction entre nature et artifice. Notre recherche ne porte donc pas sur la nature en tant que telle, dans sa polysémie et sa complexité, pas plus que sur la technique en soi, mais bien davantage sur la différenciation dualiste instituée entre le monde de la nature et celui propre à l'humain, telle les sociétés occidentales l'ont héritée de la modernité :

La société est le domaine des hommes, la nature, le domaine des choses. Notre civilisation, en particulier, s'appuie fermement sur cette séparation [...]. Là se dissimule la ligne de partage entre [...] le produit et le donné, ce qui existe avant l'homme et sans l'homme et ce qui existe après lui, avec lui. Ce rapport d'exclusion [...] se retrouve au fondement de nos sciences, façonne et organise nos conduites politiques, économiques et idéologiques²⁹.

Dans ce mémoire, nous cherchons à savoir quelle est la signification sociologique du fléchissement des frontières entre ces deux mondes? Comment l'expliquer? Quels en sont les tenants et les aboutissants? Enfin, quelles implications peuvent découler de l'impossibilité de discerner culturellement le monde de la nature de celui de l'artifice?

En quoi notre problématique constitue-t-elle un problème sociologique? D'entrée de jeu, pour le dire sommairement, les attitudes et les comportements du social face aux entités du monde diffèrent sensiblement selon qu'elles soient rattachées à l'ordre de la nature ou à celle de l'artifice³⁰. En veulent pour preuve les revendications pour la préservation de la nature et les controverses sur la brevetabilité. Cette dernière représente en effet l'un des grands enjeux sociaux, juridiques et éthiques contemporains : par exemple, les brevets liés au

²⁹ Serge Moscovici, *La société contre nature*, Paris, Collection 10/18, Union générale d'édition, 1972, p. 7. Édition électronique disponible sur : http://classiques.uqac.ca/contemporains/moscovici_serger/moscovici_serger.html

³⁰ À ce sujet, voir Raphaël Larrère, « Une éthique pour les êtres hybrides : de la dissémination d'Agrostis au drame de Lucifer », *Multitudes*, 12 mars 2007, [en ligne] <http://multitudes.samizdat.net/spip.php?article2367> (consulté le 13 juillet 2008).

génie génétique (comme ceux sur les OGM) confrontent les sociétés inmanquablement à la ténuité des frontières entre le naturel et l'artificiel (ou, entre découverte et invention)³¹ lorsqu'ils instituent le vivant lui-même comme un objet socio-technique, par conséquent passible d'être approprié par des instances intellectuelles, économiques et industrielles.

Les catégories du naturel et l'artificiel sont de surcroît à la base des principes normatifs du cadre de pensée de l'Occident moderne, au cœur du schéma cognitif du sens commun et de l'épistémologie des sciences sociales. Pourtant, comme les NST ne manquent pas de le rendre manifeste, ce découpage du réel ne permet plus aux sociétés actuelles de comprendre ce qu'elles fabriquent dans la sphère de la technoscience. Ainsi, des interrogations affleurent : doit-on, en raison de son manque de prise sur la réalité, abandonner cette distinction? Redéfinir ses termes? La délaisser au profit de catégorisations en *continuum*? Quelles qu'en soient les issues et leurs conséquences, c'est un bouleversement qui ne peut pas être ignoré que des données socio-anthropologiques fondatrices de nos sociétés modernes et de leur éthos deviennent « non-opérationnelles ».

La problématique du renversement des frontières entre nature et artifice touche forcément un sujet maître en sociologie : la question du sens (ou la dimension symbolique) et son enchevêtrement à l'action. Dans la mesure où « [l]a culture ou l'idéologie peuvent être définies [...] comme l'expression multiple, diverse du rapport au monde et à la nature qu'une société établit dans son histoire [...] »³², ce mémoire peut être vu comme une fenêtre sur les tendances socio-culturelles du rapport contemporain entre nature et technique tel que configuré dans le champ technoscientifique. Quelles transformations socio-symboliques sont à l'œuvre dans les NST? De quelles conceptions du monde, de la société, de l'humain, de la nature et du savoir les NST sont-elles porteuses? Finalement, quelles peuvent en être les implications sur l'expression du rapport humain au réel? Ces questions sont au cœur de notre projet. Les NST constituent un objet significatif à ce propos en ce qu'elles forment un espace de discours et de représentations de grande influence à l'intérieur du champ

³¹ Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure. *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*, Tome 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'information, 2004, p. 22.

³² Gilles Houle, « L'idéologie: un mode de connaissance », *Sociologie et sociétés*, vol. XI, n° 1, 1979, p. 124.

technoscientifique, et que c'est encore sur la science que repose l'autorité épistémique dans nos sociétés.

Personne ne peut prédire aujourd'hui le développement des NST, ce qu'elles sont susceptibles de produire concrètement ni leurs impacts sur la vie sociale. En revanche, il est possible d'étudier leurs fondements, leurs ambitions, leurs objectifs et les espoirs qu'elles traduisent en vue de cerner les fondements cognitifs des discours qui les sous-tendent. Ce qui consiste en fait en une étape essentielle dans l'analyse de leurs implications sociales, culturelles et éthiques. C'est ce à quoi nous souhaitons contribuer avec ce projet de maîtrise en centrant notre réflexion sur la *remise en cause de la distinction entre nature et technique telle qu'opérée par les NST*. Elle sert donc de fil conducteur à ce mémoire : les chapitres seront structurés de façon à ce que nous puissions mieux saisir le renversement des limites entre naturel et artificiel dans le cas des NST.

Après avoir mieux développé la problématique de ce mémoire, nous plongerons, au premier chapitre, dans l'imaginaire du monde des NST. Ce faisant, nous pourrions toucher les racines sociologiques de notre objet, et, par ce fait même, démontrer que le flou des frontières entre nature et artifice est une constante qui traverse le nanomonde. En revenant aux ressorts de l'émergence de ce champ, nous verrons qu'il se trouve « à mi-chemin entre la science et la science-fiction³³ », et que les moyens qui ont pu asseoir sa légitimité scientifique et politique, tout comme les projets auxquels il a donné lieu, reposent sur l'hybridation entre nature et technique, ce qui rend par conséquent inenvisageable une séparation des deux domaines.

Eu égard au fait que le découpage de la réalité entre entités naturelles et artificielles consiste en un construit social, afin de bien mener l'interrogation sur les enjeux sociologiques que sous-tend sa remise en cause par les NST, il est nécessaire de prendre en considération les assises de son institutionnalisation. Le chapitre deux débute donc par un retour socio-historique sur le chemin sinueux et proprement occidental ayant conduit à la construction du dualisme entre le monde de la nature et celui de l'artifice. La présentation de ses fondements théoriques mettra en outre en évidence l'intérêt sociologique de l'angle d'analyse que nous

³³ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 10.

avons choisi pour étudier les NST. Nous essaierons alors de saisir comment, après son institutionnalisation au cœur du cadre de pensée moderne, ce dualisme a commencé à être mis en question par les technosciences. Une révolution paradigmatique³⁴ dont l'idéal-type peut être représenté par la cybernétique et dont nous discuterons les thèses centrales.

Depuis la cybernétique, des bouleversements technoscientifiques majeurs ont confronté cette vision dualiste du réel. Nombre d'auteurs en sciences humaines et sociales, notamment dans le champ des *Science Studies*, se sont alors penchés sur la place de cette distinction dans un monde transformé par les technosciences. Nous présenterons à ce sujet la pensée de deux auteurs incontournables: Bruno Latour et Donna Haraway. Leur conception du dualisme moderne s'avère indispensable pour quiconque souhaite mieux appréhender l'ampleur des questions qui sont en jeu dans sa remise en question. Une fois les moments et les enjeux principaux de son renversement mis en relief, nous serons à même d'approfondir théoriquement les spécificités du cas des NST. Nous verrons que la remise en cause de la distinction entre nature et technique prend forme dans les NST à travers un double processus consistant en *l'artificialisation de la nature et en la naturalisation de la technique*³⁵.

Repéré théoriquement, ce double processus à l'œuvre dans les NST sera ensuite empiriquement illustré dans le troisième chapitre. Au cours de nos études de deuxième cycle, nous avons eu l'occasion de réaliser—en tant qu'assistante de recherche dans le cadre du projet mené par Céline Lafontaine à propos de l'imaginaire des NST—des entretiens qualitatifs avec les principaux chercheur(e)s en NST du Québec. Une fois l'ensemble des entrevues accompli, il apparut que l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique dans les NST étaient des catégories importantes autour desquelles s'articulait le discours des chercheur(e)s. Il nous a par conséquent semblé intéressant de mettre à profit la richesse de ce matériau tout à fait inédit afin de rendre plus clair la façon dont se déploie le

³⁴ Dans la suite des travaux de la sociologue Céline Lafontaine, nous entendons par « révolution paradigmatique » une transformation du cadre interprétatif global des sociétés occidentales. Le terme « paradigme » a ainsi, dans ce cas, « [...] une portée beaucoup plus large que celle d'un cadre heuristique général tel que l'avait conceptualisé Kuhn. [II] renvoie à une représentation globale du monde, un modèle d'interprétation à partir duquel on pense et on se pense nous-mêmes comme agissant dans le monde » (Céline Lafontaine, *L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine*, Paris, Seuil, 2004, p. 16).

³⁵ Bernadette Bensaude-Vincent, *Se libérer de la matière? Fantômes autour des nouvelles technologies*, Paris, INRA Éditions, 2004.

brouillage des frontières entre nature et technique dans le nanomonde par le biais de ce double processus. Ce chapitre consistera donc en une explicitation empirique, qui reposera sur des entretiens semi-dirigés réalisés avec les principaux acteurs scientifiques en NST au Québec, rencontrés entre 2006 et 2007 et issus des nombreuses disciplines qui configurent ce champ. Plus précisément, l'objectif de la démarche analytique sera de décortiquer, à l'aide de la méthode qualitative d'analyse de discours, l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique dans le discours des chercheurs. En révélant les structures cognitives qui animent chacun des termes de ce double processus, le volet empirique nous permettra de mieux dénouer son articulation, et, du même coup, de saisir comment il prend vie dans la pratique. Par ailleurs, l'originalité de notre projet tient à la systématisation sociologique de ce double processus et à sa déconstruction empirique.

En conclusion, après un retour sur les idées maîtresses de ce mémoire, nous signalerons quelques enjeux sociologiques que la remise en cause de la distinction entre le monde de la nature et celui de la technique et que le double processus soulèvent au plan du savoir, du politique, de l'éthique et, ultimement, de la société.

Chapitre I

Esquisse du nanomonde ou contours et controverses d'un monde hybride

On a human level, nano's potential rises to near Biblical proportions. It is not inconceivable that these technologies could eventually achieve the truly miraculous: enabling the blind to see, the lame to walk, and the deaf to hear; curing AIDS, cancer, diabetes, and other afflictions; ending hunger; and even supplementing the power of our minds, enabling us to think great thoughts, create new knowledge, and gain new insights.

Philip Bond, *World Nano-Economic Congress*, 2003³⁶.

Si ces propos peuvent, du fait d'avoir été tenus lors d'un évènement d'ordre économique, être associés à des discours stratégico-commerciaux, ils ne s'y réduisent pas. Ils sont le fruit de dynamiques sociologiques bien plus complexes, comme ce chapitre tentera de mettre en lumière. Ce discours donne corps en fait à l'imaginaire qui sous-tend le « nanomonde », terme par lequel on en est venu à se référer au monde des « nanosciences et nanotechnologies » (NST³⁷)³⁸. Parmi les constantes de l'imaginaire du nanomonde se trouvent des logiques d'hybridation, comme la citation ci-dessus en témoigne, notamment entre les

³⁶ Philip Bond était alors sous-secrétaire du *Department of Commerce for Technology* des États-Unis. Disponible sur : www.technology.gov/Speeches/p_PJB_030909.htm (consulté le 29 mars 2008).

³⁷ Il est courant que les auteurs utilisent le terme « nanotechnologies » en incluant la référence aux nanosciences. Nous avons choisi de nous référer aux deux à la fois.

³⁸ L'association des NST à un univers, à un cosmos autre que celui de l'humain illustre la rupture profonde que l'on associe à ce nouveau domaine : « Future ages will record the twenty-first century as the Renaissance of the Nanocosm, when the first great voyages of discovery were made into this bizarre interior realm » (William Illsey Atkinson, *Nanocosm. Nanotechnology and the big changes coming from the inconceivable small*, Toronto, Viking Canada, 2003, p. 6).

domaines de la science et de la science-fiction, de l'humain et de la machine, et, entre ceux qui nous intéressent de plus près dans ce mémoire, de la nature et de l'artifice³⁹.

Nées du croisement disciplinaire entre la physique, la chimie, la biologie moléculaire, l'informatique, et leurs ingénieries, les NST peuvent être définies comme le champ technoscientifique⁴⁰ qui se consacre au contrôle et à la manipulation de la matière biologique ou inerte à l'échelle nanométrique—donc celle des atomes et des molécules⁴¹—en vue de fabriquer des matériaux dotés de nouvelles propriétés. Caractérisé par la seule taille de son objet d'étude, soit le nanomètre⁴², le champ d'enquête et de savoir des NST a pour spécificité l'indétermination épistémologique⁴³. Des corollaires importants s'ensuivent. D'emblée, un tel flou définitionnel le rend apte à accueillir presque n'importe quel domaine de recherche. Ce qui rejoint les efforts qui visent à faire de l'interdisciplinarité l'approche standard du champ (à l'échelle des atomes et des molécules se trouvent des « objets de désir » disciplinaires aussi distincts que les protéines, l'ADN et des éléments électroniques, entre autres⁴⁴). Les NST

³⁹ Marina Maestrutti, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse de doctorat en Philosophie, Université Paris X – Nanterre, 2007.

⁴⁰ Le terme technoscience est entendu ici comme l'entremêlement intime entre la science et la production technique. Quant à celui de « champ des NST », nous l'utilisons en faisant allusion à la théorie des champs de Pierre Bourdieu : « Tout champ repose sur des croyances et des présupposés partagés [...] qui s'expliquent par le partage des catégories de pensées inscrites dans le langage » (Danilo Martuccelli, *Sociologies de la Modernité*, Saint-Amand, Gallimard, 2004, p. 117). Les NST constituent un champ de la science en ce qu'elles se sont différenciées socio-politiquement et possèdent une structure donnée par des normes, des règles et un ethos scientifique propres. Comme dans tout « champ social », des luttes de pouvoir entre les divers champs de la science ont cours également par rapport aux NST, car à travers des puissants jeux d'intérêts, chacun cherche à légitimer son inscription dans la « vague-nano ». À ce sujet, voir entre autres UNESCO, *The Ethics and Politics of Nanotechnology*, Paris, 2006, et Robin Fretwell Wilson, « Nanotechnology: The Challenge of Regulating Known Unknowns », *Journal of Law, Medicine and Ethics*, hiver 2006, p. 704-713.

⁴¹ Un nanomètre correspond à 10^{-9} mètres. Pour donner une idée relative de cet ordre de grandeur, la molécule d'ADN mesure deux nanomètres et un virus peut avoir entre dix et cent nanomètres.

⁴² Jan C. Schmidt, « Unbounded Technologies: Working Through the Technological Reductionism of Nanotechnology », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 35-50, et Joachim Schummer, « Interdisciplinary Issues in Nanoscale Research », *Discovering the Nanoscale*, *op. cit.*, p. 9-20.

⁴³ Il est plus facile de prendre la mesure d'une telle spécificité lorsqu'elle est transposée à l'échelle macro : c'est comme s'il existait un champ scientifique où l'on étudierait, par exemple, tout ce qui se trouve entre 1 et 100 mètres; cela signifierait que parmi ses objets de recherche se trouveraient indistinctement un cheval, un arbre, un humain, un bateau, un édifice, etc. Des questions du point de vue cognitif, éthique et même philosophique émergent forcément.

⁴⁴ « Nanostructures are, it is claimed, the smallest machines we will ever be able to build. True or not [...] that feature means that nanostructures are interdisciplinary, if we may put it that way, in the way nothing else has ever been. They are objects of interest to engineers, who can manipulate the atoms to create mechanisms; biologists, who can begin to understand how the smallest organisms function; physicists and chemists, who can

peuvent ainsi être vues comme un terme « parapluie », « [...] mostly used as an abstract metaphor [,] a conceptual abstraction similar to “science”, or to “technology”⁴⁵».

En raison de cette imprécision épistémologique, les entités du nanomonde ont tendance à avoir, selon Wade Robinson, un statut ontologique mouvant⁴⁶ : par exemple, si l'ADN est classiquement rattaché au domaine des sciences de la vie, à l'échelle nanométrique il peut aussi bien devenir objet d'étude du génie informatique, car réduit strictement à ses composés nanométriques, son origine biologique s'estompe, ne restant que des phosphates, des sucres, des acides aminés et, à une échelle encore plus réduite, des atomes. C'est ainsi que l'on arrive à déclarer que « [a]t the nanoscale, atoms and simple molecules connect into complex structures like DNA, the subsystems of the living cell, or the next generation of microelectronic components⁴⁷ ». En bref, autant les limites entre naturel et artificiel, et entre vivant et non-vivant deviennent plus difficiles à tracer, autant les démarcations disciplinaires tendent à se rétrécir, et les frontières entre les sciences et l'ingénierie, à se brouiller⁴⁸.

Comme la citation du début du chapitre laissait sous-entendre, la dimension imaginaire est l'un des traits marquants des NST. Ce champ baigne effectivement dans des discours de prospective et de projection visionnaire, lesquels s'appuient autant sur des avancées techniques que sur de la spéculation. Il en résulte un champ technoscientifique tourné vers le futur. Leurs objectifs étant projetés tout comme leur potentiel, les NST ne s'actualisent pas dans le présent mais toujours dans un avenir, soit-il plus ou moins rapproché⁴⁹. Le discours de Ray Kurzweil est plus qu'éloquent à ce sujet :

investigate the properties of substances such as gold [...] » (Wade Robinson, « Nanoethics », *Discovering the Nanoscale*, *op. cit.*, p. 296).

⁴⁵ Hans Fogelberg et Hans Glimell, *Bringing Visibility to the Invisible: Towards a Social Understanding of Nanotechnology*, STS Research Report 6, Göteborg, Université Göteborgs, 2003, p. 42.

⁴⁶ Wade L. Robinson, *op.cit.*, p. 296.

⁴⁷ Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, National Science Foundation, 2002, p. 13 (c'est nous qui soulignons). Disponible sur www.wtec.org/convergingtechnologies

⁴⁸ Martin Meyer et Osmo Kuusi, « Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology », *Hyle*, vol. 10, n° 2, 2004, p. 163.

⁴⁹ Colin Milburn, « Nanotechnology in the Age of Posthuman Engineering: Science Fiction as Science », *Nanoculture. Implications of the New Technoscience*, Katherine Hayles, dir., Portland, Intellect Books, 2004; Marina

For the past two decades, [...] I have been developing mathematical models of how technology evolves [...]. According to my models, [...] most of technology will be "nanotechnology" by the 2020s. *The golden age of nanotechnology is, therefore, a couple of decades away.* [In] this era [w]e will be able to produce virtually any product for pennies per pound. Computers will have greater computational capacity than the human brain, and we will be completing the reverse engineering of the human brain to reveal the software design of human intelligence [...]. Nanotechnology and related advanced technologies of the 2020s will bring us the opportunity to overcome age-old problems, including pollution, poverty, disease, and aging⁵⁰.

Or, aujourd'hui nous sommes bien loin des percées annoncées par Kurzweil. Il importe de remarquer que cet écart existant entre promesses et réalisations, caractéristique du champ des NST, a des implications sociopolitiques: la révolution du nanomonde existe dans la mesure où elle est projetée dans un futur, mais ce futur est à réaliser. Le discours futuriste, prospectif et spéculatif finit en fait par se trouver une place « [...] au cœur de la fabrication de programmes politiques [...] »⁵¹, mobilisant de cette manière des ressources matérielles, humaines, politiques et économiques bien importantes. Cela dit, nous verrons plus loin que l'institutionnalisation des NST et leur légitimation, en tant que domaine technoscientifique digne d'être développé et financé, requièrent, du moins au plan rhétorique, « [...] that a demarcation be made between science and non-science⁵² ».

Le processus d'hybridation d'entités du réel—comme humain et machine, vivant et non-vivant, et nature et artifice—est une autre constante majeure du nanomonde, et se

Maestrutti, *op. cit.* et Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur? », *Vivant*, [en ligne] : <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=137>, (consulté le 09 avril 2008).

⁵⁰ Ray Kurzweil, *Testimony of Ray Kurzweil on the Societal Implications of Nanotechnology*, disponible sur: <http://www.kurzweilai.net/articles/art0556.html?printable=1> (consulté le 12 mars 2008. C'est nous qui soulignons). Kurzweil est inventeur (notamment de technologies pour personnes handicapées), entrepreneur et auteur de romans de science-fiction dont l'arrière-plan est souvent le développement des NST.

⁵¹ Virginie Tournay et Dominique Vinck, « Avant propos : la régulation des nanotechnologies, un enjeu de standardisation historiographique et politique », *Quaderni*, numéro spécial : La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 7. Cette construction discursive sous une « [...] forme opératoire d'anticipation orientée vers l'action » (p. 7) devient politiquement questionnable du fait qu'elle active une « prophétie auto-réalisatrice » (self-fulfilling prophecy) : lorsque l'on investit massivement dans un domaine, ce n'est pas à étonner que des retombées effectivement importantes voient le jour. C'est le cas du *Foresight Institute* mis sur pied en 1986 par Eric Drexler dans le but de « [...] educate society about the benefits and risks of nanotechnology. At that time [1986] our focus was on *preparing society for nanotechnology* [...]. Today, with the basic framework of public understanding in place, we are focusing on advancing beneficial nanotechnology. Our efforts are turned to guiding nanotechnology research, public policy and education [...]. This work is accomplished by providing balanced, accurate and timely information to help society understand and *prepare for nanotechnology* [...] » (<http://www.foresight.org/about/> consulté le 10 décembre 2008. C'est nous qui soulignons).

⁵² Hans Fogelberg et Hans Glimell, *op. cit.*, p. 34.

dévoile sous différentes formes. L'un de ses premiers aspects s'avère être l'*imaginaire* qui oriente ce champ de recherche, notamment en quête de la reproduction artificielle de phénomènes naturels, comme laissent voir les projets par exemple des teintures « photosynthétisantes » ou des nanorobots « auto-reproducteurs », ainsi que de l'assemblage entre les dispositifs techniques et le biologique, comme en témoignent les projets des ordinateurs à base d'ADN, des bactéries-robots et même celui du corps perfectionné par l'intégration de la machine. De son côté, le *postulat de l'unité de la matière*, qui sert d'hypothèse heuristique pour les NST, ouvre la voie à la logique d'hybridation du nanomonde. Suivant cet axiome, toute matière est constituée par des atomes assemblés différemment. Le travail qui se réalise dans cette perspective d'indifférenciation épistémologique a d'autant plus d'étendue qu'à l'échelle nanométrique (atomes et molécules) il n'est point de distinction possible entre les matières d'origine vivante, inerte, humaine, minérale, végétale, naturelle ou artificielle : « [n]anotech's "raw materials" are not wood or rubber or steel. They are the diverse chemical elements of the Periodic Table, which are the stuff that makes up *everything*, including wood and rubber and steel, as well as DNA⁵³ ». Les NST semblent aussi engendrer un nouveau paradigme à l'échelle atomique qui remet en cause les frontières occidentales classiques entre nature et artifice et entre vivant et non-vivant de façon inédite parce qu'elle est opérationnelle, sa puissance technologique étant à même de matérialiser des hybrides entre ces diverses entités⁵⁴. Ces aspects seront davantage approfondis tout au long du mémoire, l'important ici étant de souligner la logique d'hybridation constitutive du nanomonde : les rêves qui y sont rattachés tout comme sa puissance en tant que champ technoscientifique en dépendent.

Nous pensons que l'un des points de rencontre de l'ensemble de ces processus d'hybridation est celui du fusionnement entre le monde de la nature et celui de la technique⁵⁵. Explorer et mieux appréhender sociologiquement l'ébranlement des frontières entre le

⁵³ ETC Group, *The Little Big Down: A Small Introduction to Nano-scale Technologies*, 2004, p. 3 [en ligne] <http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=471>

⁵⁴ Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure. *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*, Tome 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'information, 2004, et Jan C. Schmidt, *op. cit.*

⁵⁵ Nous n'affirmons surtout pas que tous les enjeux des cas d'hybridation vivant/non-vivant et humain/machine se réduisent à la question nature/artifice, chacun ayant ses spécificités, mais seulement que le rapport entre nature et artifice constitue un angle d'analyse permettant leur mise en parallèle.

naturel et l'artificiel qui en découle constitue la motivation principale de ce mémoire. Comment s'opère un tel effritement des catégories de la nature et de l'artifice dans le cas des NST? Quels en sont les ressorts socio-symboliques? D'un point de vue sociologique, quels enjeux en émergent? Chacun de nos chapitres devra contribuer à mieux éclaircir ces questions.

Dans ce premier chapitre, nous dressons un portrait du nanomonde du point de vue de l'imaginaire qui le nourrit. *Imaginaire* étant entendu ici comme une pensée symbolique totale, dans la mesure où il recèle un ensemble de représentations structurantes de (et, bien évidemment, structurées par) l'entendement humain, et par ce fait même, façonne des rapports particuliers au monde⁵⁶. La visée de la sociologie de l'imaginaire serait en ce sens de saisir « [...] les images qui agitent souterrainement le social et déterminent les comportements collectifs⁵⁷ ». Quoique les NST soient un champ en émergence dont l'identité, les contours et le potentiel « réel » sont encore en cours de définition, les ressorts sociaux et symboliques de l'imaginaire ayant servi d'assise dans la construction de ce champ, de leur côté, sont passablement posés. Eu égard au rôle majeur que joue l'imaginaire dans le nanomonde, il constitue en fait l'un des aspects les plus étudiés en sciences humaines et sociales⁵⁸: si d'une part les NST relèvent d'une vision prospective et des discours spéculatifs qui font d'elles un amalgame de réalité, d'utopie, de science, de percées technoscientifiques et de fiction, d'autre part les enjeux sur les représentations de l'être humain, de la nature, du corps et du vivant sont intimement liés à leur imaginaire, aux promesses et aux rêves d'une « nano-ère » en gestation.

⁵⁶ Patrick Legros *et al.*, *Sociologie de l'imaginaire*, Paris, Armand Collin, 2006.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 153. Sous cette perspective, il nous semble même essentiel, lors d'une analyse des enjeux sociaux, culturels, politiques et éthiques des NST, la prise en compte de l'imaginaire, et des rêves et des ambitions qui le nourrissent. Il serait ainsi important de s'interroger dans le cadre d'une analyse sociologique sur les idéaux de progrès, de bonheur et de société et sur les espérances, les peurs et les angoisses sociales dont les NST sont le miroir.

⁵⁸ Voir à ce propos le projet de recherche interdisciplinaire de l'université de la Carolina du Sud (USC) en NST, l'ouvrage collectif qui en est le fruit *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, et la thèse de Marina Maestrutti, *op. cit.*

Alors que maints rapports et études sur les NST insistent sur le besoin de faire la part entre ce qui relève, d'un côté, de l'utopie et de la science-fiction, et de l'autre, de la réalité⁵⁹, nous assumons la position intellectuelle inverse. L'une de nos hypothèses est que si « [a] clear-eyed evaluation of the risks and benefits of nanotechnology is complicated by a very complex science [...] and by a venture capitalist-like hype about the potential of nanotechnology⁶⁰ », ce n'est pas le cas pour une étude portant sur les implications socio-culturelles du nanomonde. Car même si « [...] most about nanotechnology is about the future [...]»⁶¹, même s'il manque bien des percées pour que le « potentiel des NST » s'actualise, les rêves n'ont pas à attendre à devenir réalité pour que les conceptions du monde dont ils sont porteurs configurent des modes d'action. Comme le démontre judicieusement la théoricienne en *Science Studies* Katherine Hayles dans ses travaux, ce qui est en jeu n'est pas le discernement entre la fausseté ou non des prédictions à long terme ni leur vraisemblance, mais le fait que les représentations du monde qui sous-tendent les recherches futuristes sont agissantes dans la vie sociale du présent⁶².

En esquissant un portrait du nanomonde selon l'imaginaire qui l'anime, nous cherchons à rendre compte de ses racines sociologiques. Ce parcours sur l'imaginaire nous permettra ainsi de mieux comprendre l'univers de notre objet de recherche, d'examiner les spécificités technoscientifiques des NST, de prendre la mesure de leur portée dans la sphère scientifique, et ce, tout en observant le brouillage des limites entre le monde de la nature et celui de l'artifice qui traverse ce champ. Ayant pour point de départ l'émergence des NST

⁵⁹ Voir entre autres UNESCO, *op. cit.* et Louis Laurent et Jean-Claude Petit, « Nanosciences and its Convergence with other Technologies. New Golden Age or Apocalypse? », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 45-76.

⁶⁰ Robin Fretwell Wilson, *op. cit.*, p. 704.

⁶¹ Joachim Schummer, « Societal and Ethical Implications of Nanotechnology: Meanings, Interest Groups, and Social Dynamics », *Techné*, vol. 2, n° 8, hiver 2004, p. 82.

⁶² Comme Hayles l'affirme en se référant aux recherches sur l'intelligence artificielle et leur implications sur la représentation de l'être humain, « [w]hether or not the predicted future occurs as it has been envisioned, the effect is to shape how human is understood *in the present* » (N. Katherine Hayles, « Computing the Human », *Theory, Culture & Society*, vol. 22, n° 1, 2005, p. 132). Ou encore Sylvie Catellin qui, analysant l'imaginaire transhumaniste qui accompagne le nanomonde, soutient : « Face à ces théories, certains seraient tentés d'évacuer la question en disant "c'est de la science-fiction" [...]. Mais le réalisme exige de prendre en compte l'imaginaire de la fable, parce que les représentations qu'elle véhicule font partie de l'imaginaire scientifique et technique. Parce qu'un nombre impressionnant de chercheurs sont impliqués [...]. Parce que l'influence qu'ils exercent s'étend aussi bien à la sphère culturelle et académique [...] qu'au monde de l'industrie et aux programmes de recherche et développement (*Nanomonde : entre science et fiction, op. cit.*).

comme champ technoscientifique, notre tour d’horizon sur l’imaginaire nous conduira ensuite vers les enjeux concernant l’accès au monde de l’échelle nano et la convergence NBIC, pour enfin s’arrêter sur la question clef qui guide ce projet, soit la remise en cause de la distinction entre nature et technique dans le nanomonde.

1. De l’émergence aux laboratoires : entre science et fiction

S’il y avait déjà dans l’Antiquité des atomistes qui songeaient aux « éléments premiers de la matière », ils sont loin d’être les précurseurs des NST⁶³. Le premier à avoir spéculé sur une technologie qui permettrait à l’humain de manipuler les atomes comme des briques de la matière afin de les assembler pour parvenir à la fabrication d’un objet *sur mesure* a été le physicien prix Nobel Richard Feynman. C’est en 1959, durant une réunion de l’*American Physical Society* qu’il a allumé l’imagination de ses pairs en affirmant qu’une technologie, à ce moment-là encore sans nom, permettrait un jour d’insérer le contenu de l’encyclopédie britannique dans un dispositif de la grandeur d’une tête d’épingle et de construire des machines « avalables » pour pratiquer des chirurgies à l’intérieur du corps⁶⁴. Le mot « nanotechnologie », lui, fut créé en 1974 par un chercheur japonais, mais l’imaginaire même des NST ne fut diffusé à large vue qu’en 1986, par K. Eric Drexler. Dans son livre *Engins of Creation*, ce chercheur-ingénieur en technologies spatiales au MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) « [...] conducted a broad elaboration and perhaps most importantly a

⁶³ Les atomistes antiques Démocrite, Épicure et Lucrèce étaient, d’après Robert Lenoble, des moralistes et non pas des savants. Voir dans le monde rien que du vide et des atomes était un désenchantement répondant à un but moral de libération de l’humain du magique et du superstitieux, en bref de destitution de l’hétéronomie: « Tous trois s’affichent avant tout comme des maîtres de sagesse. Leur premier soin consiste à desserrer l’étau qui écrase la conscience; ils veulent rendre l’homme à lui-même, lui apprendre—ou lui réapprendre—la liberté » (*Histoire de l’idée de Nature*, Paris, Éditions Albin Michel, 1969, p. 90). La conception atomique du monde était en outre avant tout une construction mentale et non un outil d’action : s’ils divaguaient sur les atomes comme éléments ultimes des matières, ils ne pensaient pas à agir sur la matière. En bref, « [...] jusqu’à l’époque contemporaine, l’atomisme n’a jamais eu un seul fait à “se mettre sous la dent” » (*Ibid.*, p. 89).

⁶⁴ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 21-22. Le discours de Feynman est disponible sur <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html> (consulté le 01 mars 2008).

broad problematisation of Feynman's ideas⁶⁵ ». Alors que Feynman est reconnu comme le précurseur des NST, Drexler en est tenu pour « père visionnaire » et pionnier⁶⁶.

Dans ce premier ouvrage non-technique du domaine, considéré comme fondateur du champ⁶⁷, Drexler popularise les NST selon une perspective très révolutionnaire et futuriste. Dans ce livre « of future history⁶⁸ » ou d'« ingénierie exploratoire⁶⁹ », l'on pourrait se croire dans un roman de science-fiction, la plupart des images étant liées au paradigme cybernétique⁷⁰: les NST permettraient, selon Drexler, entre autres à l'intelligence artificielle, aux chirurgiens moléculaires, aux corps humains transformés et à la colonisation spatiale de voir le jour⁷¹.

Inspiré des « manufactures moléculaires » que la nature, à ses yeux, *utilise elle-même depuis les débuts des temps pour produire ses « systèmes vivants »*, Drexler conçoit les NST comme une technologie fondée sur des « machines moléculaires », soit des robots de taille nanométrique. Ces « nanorobots »—ou « assembleurs » comme il les appelle—seraient aptes à créer toutes sortes de matériaux en les fabriquant atome par atome, molécule par molécule, selon le design transmis par les nano-ordinateurs dont ils seraient munis. C'est la fameuse « approche ascendante » ou *bottom-up*, la nouveauté radicale du nanomonde par rapport à la voie technologique traditionnelle « descendante » ou du *top-down*, laquelle façonne des objets en en miniaturisant la taille. Le *bottom-up* est ce en quoi réside la révolution annoncée par Drexler de l'ensemble des modes de production connus jusqu'à nos jours.

Au cœur même de la vision drexlerienne des NST se trouve un modèle de la nature et du monde du vivant particulier. Pour Drexler, cette capacité d'assembler les molécules

⁶⁵ Hans Fogelberg et Hans Glimell, *op. cit.*, p. 34.

⁶⁶ Pionnier, car il a été parmi les premiers à en faire un domaine de recherche et un projet prospectif en mettant sur pied, la même année du lancement de son ouvrage, le *Foresight Institute* (<http://www.foresight.org/>), voué au développement des NST et à l'éducation de la société en vue de l'arrivée de la « nano-ère » (Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 28).

⁶⁷ À ce sujet, voir Marina Maestrutti, *op. cit.*, Hans Fogelberg et Hans Glimell, *op. cit.*, et UNESCO, *op. cit.*

⁶⁸ UNESCO, *op. cit.*, p. 7.

⁶⁹ Sylvie Catellin, « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies : anticipation et perspective », *Quaderni*, *op. cit.*, p. 17, et « Nanomonde : entre science et fiction », *op. cit.*

⁷⁰ Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur ? », *op. cit.*

⁷¹ Eric Drexler, *Engines of Creation*, New York, Anchor Press, 1986.

comme des briques ou des pièces de *Lego* dont les nanomachines seraient dotées est la même que celle que possède la nature avec « ses propres » machines moléculaires : « *[b]iological replicators, such as viruses, bacteria, plants, and people, use molecular machines*⁷² », lesquelles, faites de protéines, combinent la « capacité de production » des enzymes à la « programmation » ordonnée par les ribosomes pour la « confection de ses matériaux ». Vu les limites de la matière naturelle pour les besoins de l'ingénierie⁷³, la visée de Drexler ne s'en tient pas uniquement à la simple imitation de ce que fait la nature. Il propose plutôt de s'en servir afin de produire des « meilleures » machines moléculaires : « *We will use protein machines to build nanomachines of tougher stuff than protein*⁷⁴ ».

Puisque l'ensemble des matières existantes procède, à ses yeux, de différents arrangements d'atomes—de même pour les problèmes tels la maladie et la pollution—⁷⁵, à l'arrivée de la « nano-ère » (il est convaincu que le futur sera peuplé de nanorobots), l'humain pourra confectionner n'importe quel objet ou matière, que ce soit une fusée ou un morceau de bœuf, en les assemblant atome par atome selon le design nécessaire. C'est pourquoi les NST constituent pour lui au sens propre du terme une *manufacture moléculaire* (il préfère par ailleurs ce terme à celui de nanotechnologie). Les espoirs sociaux suscités par les NST reposent en fin de compte sur cette perspective de travailler au niveau le plus fondamental de la matière, laquelle ouvrirait la voie au contrôle des fameuses « propriétés nouvelles » qui ne se manifestent qu'à la nano échelle de la matière en raison des effets quantiques à l'œuvre⁷⁶. Jouer avec les briques ultimes de la nature en les « arrangeant de la meilleure manière possible » rendrait finalement les possibilités de fabrication de nouveaux matériaux presque

⁷² *Ibid.*, p. 54 (c'est nous qui soulignons). Comme le démontre cependant Maestrutti, la biologie était déjà chez Feynman « [...] le modèle sur lequel fonder un nouveau domaine de recherche et de production [...] » (p. 22), car il s'émerveillait du fait que le code génétique pouvait stocker une quantité énorme d'informations dans une simple molécule. « L'originalité des projets de Drexler [serait alors d'établir], comme si c'était naturel, le glissement de substance ou "matériau" à "dispositif" ou "machine" » (p. 31).

⁷³ Selon Drexler, « [p]rotein machines quit when dried, freeze when chilled, and cook when heated » (*op. cit.*, p. 11).

⁷⁴ Eric Drexler, *op. cit.*, p. 11 (c'est nous qui soulignons).

⁷⁵ « Arranged one way, atoms make up soil, air and water; arranged another, they make up ripe strawberries. Arranged one way, they make homes and fresh air, arranged another, they make up ash and smoke » (*Ibid.*, p. 3).

⁷⁶ Virginie Tournay et Dominique Vinck, *op. cit.* La matière peut avoir des modifications dans sa conductivité électrique, sa résistance à la chaleur, sa radioactivité, etc. Par exemple l'or, dont la conductivité électrique est très basse à la macro échelle, présente une haute conductivité à l'échelle nano.

infinies, comme des nanomatériaux⁷⁷ à la fois plus légers et résistants que l'acier, des plastiques inflammables, des teintures qui produisent de l'énergie, etc.⁷⁸

C'est dire que cette percée technique inouïe de l'infiniment petit ouvre la perspective de « refaire le monde atome par atome⁷⁹ ». Ainsi, le vieil imaginaire moderne d'un monde où l'être humain serait le constructeur suprême aurait-il enfin la possibilité de s'actualiser. Les limites techniques pouvant, à la nano-ère, « [...] être repoussées encore plus loin par l'inventivité des ingénieurs, ces nouveaux démiurges [...]»⁸⁰, les sociétés seraient en mesure de dépasser les limites matérielles avec les « engins d'abondance » que sont les nanorobots⁸¹. Selon Drexler, la croissance économique pourra alors y être assurée tout en économisant de l'énergie, en protégeant l'environnement, en guérissant les maladies et en amenant la paix.

Force est de constater que cette technologie qui *fait rêver* apparaît comme étant un « [...] instrument divin de réalisation du paradis sur terre⁸² ». La technique retrouve, avec

⁷⁷ Ces nanomatériaux sont très divers : parmi tant d'autres, citons les nanotubes, les nanoparticules, les points quantiques, les fullerènes, etc.

⁷⁸ L'une des conséquences est que tout un univers de consommation s'ouvre aux yeux des investisseurs, car en exploitant ces nouvelles propriétés « tout peut devenir un nouveau produit de consommation ». Les logiques de l'économie marchande semblent être d'ailleurs au fondement des discours sur les NST : on recherche le « plus petit, plus rapide et moins cher » (Dominique Luzeaux et Thierry Puig, *À la conquête du nanomonde : nanotechnologies et microsystèmes*, Paris, Éditions du Félin, 2007). Aussi, l'émerveillement qui entoure les NST est avant tout lié à leur potentiel économique. Selon Ann Johnson, « [n]anotechnology promises to be many things, but in the current environment of policy, it is best to be an economic engine. Still, it is even smarter to claim to be tomorrow's engine, since this provides protection from immediate demands for productivity » (« The End of Pure Science », *Discovering the Nanoscale*, *op. cit.*, p. 227). À ce sujet, voir aussi Céline Lafontaine, « Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination », *Quaderni*, *op. cit.*

⁷⁹ « Shaping The World Atom By Atom » est le titre du rapport réalisé par le *National Science and Technology Council* en 1999, disponible sur : <http://www.wtec.org/loyola/nano/IWGN.Public.Brochure/>. Selon Patrick Bernier, « [o]n peut envisager le nanomonde comme un monde d'aspect assez semblable à celui que nous connaissons actuellement, mais où les fonctionnalités de l'environnement qui accompagnent et structurent notre vie seraient définies et contrôlables à loisir » (« Nanosciences et nanotechnologies : dimension sociétale et problèmes de santé publique », *Nanosciences et Nanotechnologies: une réflexion prospective*, Gouvernement de la France, 2005, p. 30 [en ligne] http://160.92.130.199/mstp/nano_mstp2005.pdf#page=29)

⁸⁰ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 195.

⁸¹ « Engines of abundance » est le titre du 4^e chapitre de l'ouvrage de Drexler (*op. cit.*).

⁸² Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 104. Néanmoins, tout comme il anticipe l'utopie, Drexler le fait aussi pour la dystopie : si les NST peuvent être des « engins de création », elles peuvent aussi devenir, d'après lui, des « engins de destruction ». Pour une manufacture moléculaire efficace, il faudrait des milliards de nanorobots; il serait donc essentiel qu'ils soient capables de s'auto-répliquer de façon autonome. Le problème pointé par Drexler est que ce faisant ils pourraient consommer toutes les ressources énergétiques de la planète, qui deviendrait une « gelée grise », le fameux *grey goo*. Voir Eric Drexler, chapitre 11 « Engines of Destruction », *op. cit.* Bien que vu comme étant physiquement irréaliste, comme le remarque Maestrutti, ce scénario catastrophique a ouvert les NST au débat public (*op. cit.*).

Drexler, ses honneurs comme « un chemin privilégié vers le salut⁸³ ». De ce point de vue, il n'est pas étonnant de constater que les idées drexleriennes, même ayant engendré nombre de sceptiques en raison de leur contenu science-fictionnel, aient pu trouver bon nombre de partisans, ses visions ayant frappé l'imagination de chercheurs, de décideurs et de politiciens :

Le prophète de la nano-révélation, le représentant de la vision radicale des nanotechnologies, celui qui a nourri l'imaginaire de la technologie du XXI^e siècle, est sans aucun doute Eric K. Drexler. Son ouvrage pionnier semble se placer à juste titre dans la tradition des livres sur le destin de l'humanité, une sorte de récit utopique, des « scénarios du possible »⁸⁴.

Au début du XXI^e siècle, la « vague nano » aura pris corps au point de gagner un caractère officiel. En 2001 Bill Clinton officialise la *National Nanotechnology Initiative* (NNI), le Canada, l'*Institut National de Nanotechnologie* (INNT), et, depuis, aussi bien de grandes puissances comme le Japon et l'Europe, que des pays comme la Chine, l'Iran, le Brésil et Israël font des NST une priorité politique⁸⁵.

Cependant, des idées avancées par Drexler jusqu'à l'engagement d'acteurs et de « [...] moyens financiers colossaux⁸⁶ », une quinzaine d'années après leur publication, un processus d'« épuration » du jeu entre science et science-fiction s'est entamé. Comme l'indique Maestrutti, il se donne par le biais d'une « nanorhétorique » dont la démarche s'appuie sur les deux parrains du nanomonde : quand il est question des possibilités réelles et

⁸³ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 117.

⁸⁴ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 102. À ce sujet, voir aussi Arne Hessenbruch, « Beyond Truth : Pleasure of Nanofutures », *Techné*, vol. 8, n° 3, 2005, et Conseil de la science et de la technologie (CST), *Aperçu de la recherche sur les nanotechnologies*, Gouvernement du Québec, 2001, p. 6.

⁸⁵ UNESCO, *op. cit.*, p. 10. Au Canada, les NST ont fait leur entrée avec l'*Institut National de Nanotechnologies* en 2001, et au Québec, avec la création de *NanoQuébec* en 2001—suite à un rapport du CST (*Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, Gouvernement du Québec, 2001) qui, considérant inhabituel le potentiel économique lié aux NST, incarnait un plaidoyer, littéralement parlant, pour l'implication du Québec dans les NST. Depuis que la mouvance nano-québécoise fut déclenchée, selon Robert Nault (ancien directeur de *NanoQuébec*), c'est la nation qui a le plus investi *per capita* (Communication au Colloque de l'ACFAS, *Les nanotechnologies : formation et éthique*, 15 mai 2006). Entre 2000 et 2005 l'investissement public québécois dans les NST a été de 140 M\$ et il y a quelques deux cents chercheurs actifs dans le domaine au Québec. Voir Ministère du Développement du Québec, <http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=2953>.

⁸⁶ Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction », *op. cit.* Un autre exemple marquant est l'*Alliance for Nanotechnology in Cancer* créée en 2004 aux États-Unis: « [...] built on a strong foundation of science and scientific accomplishment, [it seeks] to support the NCI Challenge Goal of eliminating suffering and death due to cancer by 2015 ». Voir http://nano.cancer.gov/about_alliance/ccne_q-and-a.asp (consulté le 29 mars 2008).

scientifiques des NST, Feynman est évoqué, pendant qu'à Drexler est renvoyée la part de science-fiction et utopiste du nanomonde⁸⁷. Or, un tel stratagème est pour le moins curieux, étant donné, comme le démontre l'historienne des sciences Colin Milburn, que l'idée de « machine moléculaire » dont Drexler assume seul les critiques, outre d'avoir été avancée par Feynman, est elle-même issue de la littérature de science-fiction⁸⁸.

Ce fait seul démontre que la « mise en politique » des NST repose sur une démarcation entre science et fiction qui n'existe que dans et par le discours⁸⁹. Qui plus est, même si aux fins d'une argumentation objective les divers acteurs intéressés au nanomonde cherchent à se défaire de ses dimensions « non rationnelles », ils sont également conscients que la population a « [...] besoin d'être fascinée, rassurée, convaincue⁹⁰ ». Et ici, précisément, l'imaginaire et l'utopie constituent un soi-disant passage obligé. Aussi la « mise en récit » des NST est-elle structurée par ce jeu qui se passe entre discours objectif et séduction⁹¹, cette ambivalence « [permettant] d'alimenter [les promesses] tout en restant dans un discours scientifique⁹² ». Le *Conseil de la science et de la technologie* (CST) du Québec offre un exemple de la façon dont les visions drexleriennes peuvent être posées discursivement sur des bases « rationnelles »:

L'étude des composantes de base de la vie, c'est-à-dire les cellules, les protéines, les acides aminés et l'ADN, fascine plusieurs chercheurs en nanotechnologies, la nature fonctionnant au niveau nanotechnologique depuis ses origines. Les fameux assembleurs imaginés par Drexler sont en action à l'intérieur de chaque cellule puisque celles-ci ont la capacité de reproduire d'autres cellules identiques à partir d'un bagage génétique, soit l'ADN. Les cellules disposent des machines comme le

⁸⁷ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 27 et 41. Maestrutti perçoit même les NST comme une « technologie sans histoire », car l'« on chasse les grands récits comme peu sérieux » entre autres en évacuant Drexler des « reconstructions historiques » (p. 41).

⁸⁸ Le chemin menant l'idée de construire des « bras mécaniques » capables de manipuler des atomes, apparue originalement dans un roman de Robert Heinlein en 1942, jusqu'à Feynman, a été bien documentée par Colin Milburn (*op. cit.*). Voir aussi à ce propos Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction », *op. cit.*

⁸⁹ Virginie Tournay et Dominique Vinck, *op. cit.* Par ailleurs, comme le souligne Milburn (*op. cit.*), la « scientificité » du discours ne relève pas de « ce que » Feynman a dit, mais sur le fait que c'est un « prix Nobel de physique » qui l'a dit.

⁹⁰ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 21.

⁹¹ *Ibid.*, p. 20-21.

⁹² *Ibid.*, p. 54.

RNA et les ribosomes [...]. C'est pourquoi des chercheurs espèrent être en mesure éventuellement de répliquer les mécanismes qui opèrent dans les cellules⁹³.

Or, comme le remarque judicieusement Catellin, tenir les théories de Drexler pour de la science-fiction et vouloir de ce fait l'exclure du champ scientifique en même temps que son influence est admise sur les pratiques scientifiques concrètes reflète une attitude « bipolaire », qui au lieu de démarquer les limites entre science et fiction, finit par les gommer⁹⁴. C'est pourquoi « [l]oin de constituer des sphères séparées, science et science-fiction sont dans ce domaine étroitement liées⁹⁵ ». Mais alors que le nanomonde se dévoile comme ce lieu quasi mythique, au carrefour de rêves, d'imaginaires, de grands récits, de la science-fiction, ainsi que d'efforts politiques et scientifiques soutenus, il reste à savoir comment les chercheurs parviennent à satisfaire l'un des besoins centraux de leur travail : celui de sa légitimation scientifique.

2. De l'accès au nanomonde

Les visions de Feynman et Drexler — aussi controversées fussent-elles — ont pu trouver des applications concrètes et activer des recherches grâce à la mise au point, dans un laboratoire de l'IBM en 1986, du microscope à effet tunnel (STM - *Scanning Tunneling Microscope*). À la suite d'une histoire remplie de détours⁹⁶, cet instrument est devenu l'« instrument-phare » des NST: il rend possible non seulement la visualisation du nanomonde — ou mieux, de la surface des atomes, comme nous le verrons plus loin —, mais

⁹³ CST, *Aperçu de la recherche sur les nanotechnologies*, *op. cit.*, p. 45.

⁹⁴ Sylvie Catellin, « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies », *op. cit.*, p. 17.

⁹⁵ *Ibid.*, p. 21. Voir aussi Colin Milburn, *op. cit.* La dynamique d'aller-retours fréquents entre le domaine scientifique et celui de la littérature de science-fiction n'est cependant pas nouvelle; comme le montrent les technologies spatiales, ce domaine peut avoir une fonction de « décloisonnement social de la science » (Sylvie Catellin, « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies », *op. cit.*, p. 21). Il serait néanmoins intéressant de se demander pourquoi la science-fiction est responsable d'une part aussi importante du travail réflexif sur les NST au point que ses écrivains sont « [...] reconnus en tant qu'acteurs du débat » (*Ibid.*, p. 21). Serait-ce lié au fait que dans un domaine par trop abstrait pour la conceptualisation humaine, la science-fiction constituerait un moyen de le rendre concret et davantage compréhensible?

⁹⁶ Le STM a été mis au point dans le cadre d'un projet qui fut abandonné par IBM; ainsi, ses inventeurs ont dû lui chercher d'autres applications. Pour y arriver, ils ont eu recours à un ensemble de « stratégies communicationnelles » proches du *marketing*; pour promouvoir son usage dans le cas des NST, il a fallu à ses concepteurs, entre autres, valider heuristiquement les images obtenues et fonder théoriquement les phénomènes observés. À ce sujet, voir Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 46-54.

aussi, ce qui a suscité l'intérêt de disciplines aussi distinctes que la chimie, la physique et la biologie, la manipulation directe des atomes.

Le rôle joué par cet instrument dans l'institutionnalisation du champ d'enquête des NST nous intéresse particulièrement, car il imbrique l'ensemble fiction, promesse et percée technoscientifique à nouveau. Pour mettre de l'avant le STM, ses inventeurs l'ont en effet désigné comme l'outil qui concrétiserait le « [...] rêve d'un grand physicien [Feynman]⁹⁷ » qu'était celui de refaire le monde atome par atome. Le STM devenait de la sorte l'« instrument du destin », la « technologie du rêve »⁹⁸ dans le développement des NST⁹⁹ : ainsi, « [...] la dimension imaginaire semble d'entrée de jeu une composante essentielle dans l'appropriation et la diffusion de l'instrument¹⁰⁰ ». Malgré la réceptivité plus large d'autres instruments utilisés dans le champ, comme le microscope à force atomique (AFM), c'est le STM qui tient « [...] un pouvoir impérieux sur l'imaginaire¹⁰¹ », pour ce qu'il offre « du concret » dans un monde qui demeure inaccessible à l'humain à défaut de médiation technique. La possibilité de « mise en image » d'une échelle aussi abstraite que le nanomètre s'avère, il va sans dire, fondamentale dans le processus de légitimation du domaine, et ce, aussi bien pour les chercheurs que pour la société¹⁰².

Et pourtant, le statut des « images du nanomonde » est un point de controverse majeur de ce champ. Les données que les chercheurs interprètent à l'aide des instruments qui leur permettent la « visualisation » des nano-objets ne procèdent pas d'une observation directe des phénomènes à l'œuvre. Au contraire, elles relèvent de médiations technologiques nombreuses et extrêmement complexes. Le mécanisme des principaux « microscopes »

⁹⁷ Marina Mastrutti, *op. cit.*

⁹⁸ *Ibid.*

⁹⁹ *Ibid.*

¹⁰⁰ *Ibid.*, p. 54.

¹⁰¹ *Ibid.*, p. 55. Par ailleurs, comme le rappelle Mastrutti, « [...] la notion d'image fait référence à celle d'imaginaire, et l'imaginaire, comme on l'a souvent souligné, est la toile de fond sur laquelle les discours et les représentations de la dimension nanométrique s'organisent » (p. 56).

¹⁰² *Ibid.*, p. 56. Comme le note Mastrutti, la modélisation et la simulation que permettent l'informatique et l'ingénierie—qui fondent la base de l'instrumentation qui permet d'accéder au nanomonde—s'avèrent être même essentielles pour l'avancement des NST. Ces instruments, dont le conditionnement est extrêmement complexe, sont pratiquement le seul moyen qui rendent les chercheurs aptes à « matérialiser » le nanomonde, et ainsi d'offrir une « visualisation de l'invisible » et une « mise en image de l'inimaginable » (p. 58).

utilisés dans le domaine repose en fait sur une technique similaire à la lecture en braille: pour le dire sommairement, pendant qu'une pointe de taille nanométrique parcourt une surface, un laser détecte les variations de mouvement nanoscopiques que la pointe subit à l'encontre de chaque atome, lesquelles sont simultanément enregistrées, et ensuite, transformées par le biais d'un logiciel en une image digitale¹⁰³. Aussi les « résultats » ou les « images » du nanomonde sont-ils un imbroglio de fiction et de réel, d'artifice et d'imaginaire, un fusionnement intime entre sujet et objet, et entre nature et artifice¹⁰⁴. L'une des questions premières que soulèvent les NST étant par conséquent celle de savoir dans quelle mesure on travaille sur du réel.

En nous penchant sur l'instrumentation utilisée dans les NST, une autre caractéristique essentielle de ce champ devient manifeste. En rendant possible, outre la visualisation de la nano-échelle, la manipulation des atomes, le STM peut être vu comme « une forme d'ingénierie de la matière¹⁰⁵ ». Sachant qu'il est à la fois « l'objet-phare » du domaine, ce autour de quoi une « nanoculture » s'est construite, et « [...] le moyen idéal censé accroître le pouvoir de l'homme sur la matière¹⁰⁶ », il ne nous paraît pas infondé de reconnaître à l'identité même des NST une logique d'ingénierie et d'opérationnalité. Ce qui ne devrait pas étonner, car chez Feynman et Drexler, la motivation première de l'exploration du nanomonde n'est pas sa compréhension mais sa « conquête » : leur visées étant plutôt « [...] de pouvoir activement intervenir, construire, manipuler¹⁰⁷ ». Finalement, le fait que les « [...] microscopy techniques are increasingly used as a "tool" rather than a "probe"¹⁰⁸ »

¹⁰³ À ce sujet, voir Chris Robinson, « Images in NanoScience/Technology », *Discovering the Nanoscale, op. cit.*, p. 165-169, et Joseph C. Pitt, « The Epistemology of the Very Small », *Discovering the Nanoscale, op. cit.*, p. 157-163, et « When is an Image Not an Image? », *Techné*, vol. 8, n° 3, 2005.

¹⁰⁴ Les « pré-formatations » sont nombreuses, comme celles inhérentes au logiciel, lequel détermine à l'avance la forme et les couleurs que prendra chaque phénomène détecté. S'effectue dans ce cas une naturalisation de la « convention choisie » pour représenter le nanomonde, comme par exemple celle de la forme sphérique des atomes, qui est prise pour un donné, uniformisé et diffusé par la production informatique (Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 69-70).

¹⁰⁵ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 45.

¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 46.

¹⁰⁷ *Ibid.* Selon Maestrutti, « [l]es nanosciences sont intéressées à observer les nouvelles propriétés à l'intersection de la physique classique et quantique, mais ce qu'on va apprendre théoriquement permettra d'agir concrètement à l'échelle nano [...] » (*op. cit.*, p. 59).

¹⁰⁸ Martin Meyer et Osmo Kuusi, *op. cit.*, p. 161. Selon l'UNESCO, « [m]any things we might want to characterise as "basic" nonetheless require tools, practices, materials and techniques that are fundamentally technological to

illustre l'enchevêtrement entre science et technologie dans le nanomonde. Vu la complexité de l'état des choses, la séparation de ces deux sphères devient une tâche par trop épineuse. Nombreux sont ceux qui finissent par y déclarer forfait, comme en témoigne la *Commission pour l'éthique du Québec*:

La distinction entre nanoscience et nanotechnologie repose [...] essentiellement sur une différenciation conceptuelle entre science et technologie. [...] la Commission note d'ailleurs que ces deux termes ne font pas nécessairement l'objet d'une utilisation distincte et reconnaît qu'il n'est pas toujours facile, *ni essentiel*, de distinguer science et technologie dans ce secteur¹⁰⁹.

La puissance de cette association intime entre science et technologie est poussée à l'extrême dans le projet des technologies convergentes que l'on en est venu à appeler le programme NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno), un incontournable d'ailleurs dans toute étude qui se penche sur les enjeux sociaux, culturels et éthiques des NST, et un cas particulièrement intéressant de l'hybridation à l'œuvre dans les NST.

3. De la convergence NBIC

Le programme NBIC peut être vu comme étant le dernier rejeton des NST. Il a émergé socialement avec la publication d'un rapport gouvernemental qui rendait compte des résultats d'une conférence interdisciplinaire tenue parmi quelque cinquante experts, dans le cadre d'une étude commandée par la *National Science Foundation* (États-Unis), et financée conjointement par le Département de Commerce. Comme le signale le titre du rapport *Converging Technologies for Improving Human Performance*, l'objectif de l'étude était d'examiner comment la convergence des « [...] four major [...] provinces of science and technology [...]»¹¹⁰, en l'occurrence des nanotechnologies (Nano), des biotechnologies (Bio), de l'informatique (Info) et des sciences cognitives (Cogno), pourrait contribuer à faire progresser « la performance humaine ».

begin with [...]. Similarly, many activities we might call engineering, because they involve the creation of devices or machines, are seen today by scientists as "fundamental research" into the mechanics of nature. Hence in nanotechnology, science and technology are tightly interconnected and dependent on one another » (*op. cit.*, p. 4).

¹⁰⁹ Commission de l'éthique de la science et de la technologie, *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 2006, p. 8 (c'est nous qui soulignons).

¹¹⁰ Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, *op. cit.*, p. 1.

Le rapport étale les retombées futur(ist)es de cette convergence sur six sphères principales de la vie humaine : les capacités cognitives, la santé et les capacités physiques, la société, la sécurité nationale et, finalement, la science et l'éducation. Force est de constater que c'est dans le programme NBIC que l'espoir déposé sur les NST comme porteuses du progrès trouve son expression la plus forte. Le niveau de progrès que la convergence des sciences et des technologies rendrait possible serait si important que l'on parle d'une « nouvelle Renaissance »¹¹¹. Les NBIC pouvant acheminer les sociétés vers « a golden age », « [t]he twenty-first century could end in world peace, universal prosperity, and evolution to a higher level of compassion and accomplishment¹¹² ». Le rapport finit ainsi par promouvoir une convergence technoscientifique en vue de la perfectibilité humaine et sociale, et par recommander « [...] a national research and development priority area on converging technologies focused on enhancing human performance¹¹³ ». Or, il est lieu de remarquer que cet utopisme excessif dont fait montre le projet est associé à l'avancée du développement scientifique : « This report is based on exploratory research already initiated in representative research organizations and on the opinions of leading scientists and engineers¹¹⁴ ».

Concrètement, cette révolution NBIC qui permettrait que nous devenions « all healthier, wealthier, and wiser¹¹⁵ » se ferait à travers l'amélioration de nos performances, car « [a]t this moment in the evolution of technical achievement, *improvement of human performance through integration of technologies* becomes possible¹¹⁶ ». Explicitement, c'est dire qu'elle se ferait *dans les corps et chairs humains*, par l'intégration au corps de dispositifs qui amélioreraient nos capacités sensoriales, motrices, mentales, physiques et sociales. Qui plus

¹¹¹ *Ibid.*, p. X.

¹¹² *Ibid.*, p. 6.

¹¹³ *Ibid.*, p. XIII.

¹¹⁴ *Ibid.*, p. 2. Ce faisant, ce rapport met de nouveau en lumière le brouillage intense entre science et fiction si marquant dans le domaine des NST. Pour ce qui est de ses éditeurs, Roco est lui-même coordinateur de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) et Bainbridge est directeur de l'un des programmes de la NSF.

¹¹⁵ *Ibid.*, p. 103. Parmi les nombreuses idées en vue d'améliorer les performances avancées au long du rapport, notons : de nouveaux médicaments, de nouveaux organes et gènes, de nouvelles capacités sensoriales comme des implants dans le cerveau permettant la communication entre cerveaux et entre cerveau et machine, la thérapie génique, des dispositifs réparateurs d'handicaps cognitifs ou émotionnels, et même l'allongement de la vie (*Ibid.*). Le méta-projet ne vise donc pas le simple traitement des maladies, mais l'amélioration même de l'humain. Parmi les retombées indiquées il y aurait une meilleure efficacité dans le travail, le développement durable et le « traitement » du vieillissement.

¹¹⁶ *Ibid.*, p. IX.

est, en offrant de nouveaux outils pour amplifier la portée de l'interface humain-machine, la convergence NBIC pourrait « enfin » permettre l'accès à la frontière ultime : l'esprit (mind). Mais le programme ne s'arrête pas là. Car, une fois saisies les dynamiques à la base de l'esprit humain, l'on serait à même d'améliorer alors les *performances sociales*. Par exemple, avec le projet *Communicator*, l'on pourrait mettre en place une « société-réseau » qui permettrait de parfaire les interactions sociales, la créativité et la productivité¹¹⁷.

La mission que se donne le programme NBIC se poursuit encore plus loin. Ayant touché aux fondements de l'esprit et de l'interaction sociale, l'on envisage « [...] to develop a *predictive science of society* and to apply *advanced corrective actions*¹¹⁸ ». Puisque le domaine des sciences sociales est essentiel dans le développement de cette « science prédictive du comportement sociétal », on soulève également l'idée de la convergence NBICS—nano-bio-info-cogno-socio¹¹⁹. Cette science prédictive, nommée *Memetics*, repose sur des métaphores biologiques et des méthodologies propres à la science d'information¹²⁰. Pour y parvenir, l'on recommande le développement prioritaire du « projet génome de la culture », baptisé *Human Genome Project*. En élucidant « [...] the secrets of the *human cognitive genome*¹²¹ », il contribuerait du même coup à atteindre l'objectif ultime du programme NBIC : celui de saisir l'interaction entre les six éléments fondamentaux du monde—matière, gènes, cerveau, memes, langage et bits¹²²—pour *accélérer l'évolution* et ainsi hâter la venue du post-humain¹²³.

¹¹⁷ Le *Communicator* « [...] would remove barriers to communication caused by physical disabilities, language differences, geographic distance, and variations in knowledge [...] » (*Ibid.*, p. 15), l'intelligence collective pouvant alors s'actualiser. Il est intéressant de noter néanmoins que les supporteurs du projet n'y reconnaissent pas un artifice: « Far from unnatural, such a collective social system may be compared to a larger form of a biological organism » (*Ibid.* p. 22).

¹¹⁸ *Ibid.*, p. 22 (c'est nous qui soulignons).

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 17.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 318. Dans le cadre de cette étude scientifique de la culture, le concept fondamental est *meme*, un terme élaboré par le zoologiste Richard Dawkins qui équivaut à celui de gène: dans le premier cas, il s'agirait de la réplication d'idées entre cerveaux, et dans le dernier, de la réplication de molécules (p. 103). La science memétique offrirait des outils notamment pour la gestion de « pathologies culturelles » : « Many of the social problems faced by contemporary American society seem to have substantial cultural aspects [...] » (p. 321), ainsi « [...] deep scientific understanding of the memetic processes that generate radical opposition movements may help government policy makers combat them effectively » (p. 320). Bref, comme les propres membres du rapport le reconnaissent, « [a]s the Human Genome Project drew to its conclusion, it became clear [...] that "mapping the human genome" was only part of the work » (p. 321).

¹²¹ *Ibid.*, p. 322 (c'est nous qui soulignons).

¹²² *Ibid.*, p. 114.

Si la condition fondamentale du développement des idées présentées dans ce rapport est l'unification des sciences et des technologies, le postulat premier de cette unification, lui, est l'unité de la matière à l'échelle nanométrique : « [t]he building blocks of matter that are fundamental to all sciences originate at the nanoscale¹²⁴ ». C'est par l'unification des différents lois, principes et concepts de la physique, de la chimie, de la biologie et des ingénieries par le biais du *principe de l'unité de la matière* que la venue d'une nouvelle Renaissance se réalisera. Selon les supporteurs de cette convergence, dans cette nouvelle ère, la société aura une compréhension holiste et unifiée de l'ensemble du monde¹²⁵ :

Science can now understand the ways in which atoms combine to form complex molecules, and how these in turn aggregate according to common fundamental principles to form *both organic and inorganic structures*. Technology can harness natural processes to engineer new materials, biological products, and machines from the nanoscale up to the scale of meters. The *same principles* will allow us to understand and, when desirable, to control the behavior *both of complex microsystems, such as neurons and computer components, and macrosystems, such as human metabolism and transportation vehicles*¹²⁶.

Dans le cadre de cette nouvelle Renaissance, la compréhension de la dynamique de la matière au niveau nanométrique devient *le principe théorique de l'ensemble des sciences et des ingénieries*. L'on étudie sans distinctions épistémologiques le corps, l'humain, la société, la culture, les végétaux ou la matière inerte. Or, l'on peut se demander si face au programme NBIC, plutôt que d'être en chemin vers une appréhension holiste du monde, on fait face à un

¹²³ Il s'agit d'un humain qui, étant amélioré de façon radicale par la technique, dépasserait les limites de la condition humaine, entre autres avec de nouveaux organes, de nouvelles capacités et de nouveaux gènes, en chemin vers l'immortalité—et dont le mouvement transhumaniste milite pour l'avènement. Le point de départ du désir de l'amélioration de l'humain est sa dévalorisation, qui est bien visible dans le rapport: « Despite moments of insight and even genius, the human mind often seems to fall far below its full potential [...]. Our physical and sensory capabilities are limited and susceptible to rapid deterioration [...]. Our tools are difficult to handle, rather than being natural extensions of our capabilities » (*Ibid.*, p. 4). Il est à noter que le perfectionnement du corps était déjà présent chez Drexler, et qu'il partage avec les transhumanistes la représentation du posthumain. À ce sujet, voir Marina Maestrutti, *op. cit.*, et Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction », *op. cit.* Pour une étude approfondie des enjeux liés à la transformation radicale de l'humain, voir la thèse de doctorat en sociologie de Michèle Robitaille, *Culture du corps et technosciences : vers une « mise à niveau » technique de l'humain? Analyse des représentations du corps soutenues par le mouvement transhumaniste*, Université de Montréal, 2008.

¹²⁴ Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, *op. cit.*, p. IX. Ce programme ne passe d'ailleurs pas sous silence que derrière la vision nanométrique du monde se trouve un autre postulat heuristique qu'est celui du concept d'information, issu de la cybernétique, comme nous verrons plus loin au deuxième chapitre.

¹²⁵ *Ibid.*, p. 13.

¹²⁶ *Ibid.*, p. 2 (c'est nous qui soulignons).

nouveau réductionnisme technoscientifique totalisant, qui ambitionne d'expliquer l'ensemble de la réalité humaine et sociale par un seul et même principe.

Somme toute, qu'il s'agisse de la révolution qui repose sur l'artificialisation de l'être humain, notamment par sa fusion avec des dispositifs technologiques, ou du cas où, dans le sens inverse, « [...] intelligent machines of the future [...] take on progressively more human characteristics [...] reflecting human behavior¹²⁷ », ou encore de la réduction de la société à un objet, le programme NBIC met à nu davantage que la logique d'hybridation à l'œuvre dans les NST : il déploie le nivellement du monde de la nature et de celui de l'humain, donc de la société, de la culture, de la technique, nous faisant de ce fait réaliser l'envergure que peut prendre le brouillage identitaire de ces domaines. Cela explique, du moins en partie, que le philosophe Jean-Pierre Dupuy pose les enjeux éthiques du nanomonde en termes philosophiques à plusieurs niveaux. Pour lui, les NST ne se limitent pas à la manipulation de la matière au niveau atomico-moléculaire. Elles sont pour lui inséparables de ce programme de convergence technoscientifique, car c'est ce dernier en effet qui leur rendrait le maximum de leur potentiel, en leur offrant les moyens d'arriver à la fabrication de nanomachines dotées de capacités d'auto-organisation, d'auto-réparation et d'auto-réplication. Le champ technoscientifique du nanomonde s'inscrirait de la sorte dans un « programme métaphysique » que la convergence NBIC rendrait manifeste. C'est précisément à ce niveau conceptuel que se situeraient, aux yeux de Dupuy, les questions éthiques les plus fondamentales des NST – aussi cherche-t-il à élargir le débat sur les NST au-delà des analyses de risques¹²⁸. Or, il nous semble que parmi ces enjeux métaphysiques se trouvent également de grands enjeux sociologiques, notamment les conséquences épistémologiques et ontologiques de ces projets de fusion entre naturel et artificiel, entre humain et machine et entre vivant et non-vivant : quelles représentations de la nature, de l'être humain, de la société et de la vie y sont sous-tendues et/ou en train d'en émerger? Cet ordre de questionnements se trouve au cœur de notre projet de recherche à travers l'examen du

¹²⁷ *Ibid.*, p. 20.

¹²⁸ Jean-Pierre Dupuy, « Quand les technologies convergeront », *Revue du Mauss*, n° 23, 2004.

rapport entre nature et artifice. Que nous dit donc l'imaginaire du nanomonde, de manière plus approfondie, sur le brouillage des limites entre ces deux domaines?

4. De la nature et de la technique

Intimement lié au désir de contrôler l'agencement de la matière et de disposer techniquement des « savoir-faire » propres au domaine de la nature, l'imaginaire qui oriente les NST joue un rôle essentiel dans les dynamiques qui mènent à l'effritement des frontières entre la nature et l'artifice. À proprement parler, l'on fantasme sur la création d'organismes artificiels : « Nanotechnology advances are poised to give humans the capabilities that *bacteria have had* for billions of years, *the ability to create molecular machines* [...]»¹²⁹. En ce sens, les nanorobots ne sont pas que des divagations plus ou moins stratégiques, mais forment l'*horizon de recherche des NST*¹³⁰, les nanomatériaux, eux, étant « [...] just a step toward the building of nanobots, a means toward an end»¹³¹. La réalisation de cet ultime projet des NST qu'est la création, atome par atome, d'une vie artificielle¹³² dépend cependant de la mise au point de l'approche *bottom-up*. Puisque celle-ci serait « [...] la voie suivie par la nature [...]»¹³³ dans la création de la vie, en se l'appropriant on croit être en mesure de *reproduire techniquement des processus naturels* et de doter ainsi la matière inorganique des capacités du monde du vivant, comme l'auto-assemblage¹³⁴, l'auto-régulation et l'auto-réplication.

Cette prémisse du champ des NST, selon laquelle c'est à *travers des démarches nanotechnologiques que la nature a fonctionné depuis le début des temps*, et que ce sont elles qui lui ont permis de faire émerger le monde du vivant — « [t]eams of nanomachines in nature build whales, and [...] organize atoms into vast structures of cellulose, building redwood

¹²⁹ Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, *op. cit.*, p. 103.

¹³⁰ Bernadette Bensaude-Vincent, « Nanobots and Nanotubes : Two Alternative Biomimetic Paradigms of Nanotechnology », *Genesis Redux. Essays in the History and Philosophy of Artificial Life*, Jessica Riskin, dir., Chicago, University of Chicago Press, 2007, p. 222.

¹³¹ *Ibid.*, p. 232-233. « Nanorobots » et « nanobots » sont deux termes qui renvoient à la même idée.

¹³² *Ibid.*, p. 227.

¹³³ Dominique Luzeaux et Thierry Puig, *op. cit.*, p. 13.

¹³⁴ L'auto-organisation ou l'auto-assemblage consiste à placer des atomes et des molécules dans certaines conditions afin qu'ils puissent s'agencer spontanément et former une structure.

trees¹³⁵ »—, n'a pas qu'une valeur heuristique; elle constitue une ouverture à des constructions discursives telles que :

Le grand public doit savoir que le monde matériel dans lequel nous vivons depuis des millénaires comporte la dimension 'nano' par essence même. [...]. Dans le domaine 'nano' la nature est le premier maître d'œuvre pour avoir élaboré des molécules comme l'ADN ou les carotènes¹³⁶.

Puisque la nature est vue comme l'exemple par excellence des nanotechnologies, les machines moléculaires que l'on vise à reproduire artificiellement ne constitueraient qu'une imitation des « nanomachineries naturelles ». Drexler lui-même est très explicite à ce sujet: les nanomachines « [...] will convert solar to chemical energy, like plants [...]»¹³⁷, et les forestiers, de façon aussi autonome et naturelle que dans un jardin potager, « [...] could grow spaceships from soil, air, and sunlight¹³⁸ ». Enfin, les méthodes de production industrielle fondées sur les NST seraient « as clean as forests¹³⁹ ». De cette dynamique qui associe au plan conceptuel, en les conciliant, le travail de la nature à celui de l'humain, résulte une indétermination du statut des objets techniques du nanomonde, parce que « [they can be seen] as *Lilliputian* machines that are constructed atom-by-atom, [or] as organisms, mirroring nature's reproductive processes¹⁴⁰ ». Se dessine ainsi dans les NST un processus à première vue paradoxal, identifié d'ailleurs par d'autres auteurs, qui consiste en l'*artificialisation de la nature* d'une part, et en la *naturalisation de la technique* d'autre part¹⁴¹.

Cette participation de la nature, comme source d'inspiration, à la fabrication d'objets techniques correspond au *paradigme biomimétique* comme *leitbild* du nanomonde¹⁴², soit « [...]

¹³⁵ Eric Drexler, *op. cit.*, p. 63.

¹³⁶ Patrick Bernier, *op. cit.*, p. 29.

¹³⁷ Eric Drexler, *op. cit.*, p. 94. Ce principe est d'ailleurs un objet de recherche concret avec la *peinture solaire*, où l'on cherche à insérer dans une peinture des cellules solaires nanométriques aptes à convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

¹³⁸ *Ibid.*, p. 63 (c'est nous qui soulignons).

¹³⁹ *Ibid.*

¹⁴⁰ Wade L. Robinson, *op. cit.*, p. 285.

¹⁴¹ Bernadette Bensaude-Vincent, *Se libérer de la matière? Fantômes autour des nouvelles technologies*, Paris, INRA Éditions, 2004 et « Two Cultures of Nanotechnology? », *Hyle*, vol. 2, n° 10, 2004, p. 65-82, et Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure, *op. cit.*

¹⁴² Mot allemand qui peut être compris comme une « image guidante » : « Like a common vision, a *leitbild* creates a shared overall goal, offers orientation toward one long-term overall goal, and provides a basis for different professions and disciplines to work in the same direction [...] » (Martin Meyer et Osmo Kuusi, *op. cit.*, p. 155).

the cement that holds together various groups exploring the potentials of the nanoscale¹⁴³ ». Or, le biomimétisme paraît se trouver au carrefour de ce double processus qui naturalise la technique et artificialise la nature, car s'il signifie l'imitation de la nature par la technique, la nature est appréhendée *comme machine*, comme en témoigne le projet suivant:

[On] s'est inspiré *littéralement d'un moteur moléculaire vivant*, soit celui du flagelle d'une bactérie qui est semblable à une petite queue qui s'agite dans l'eau, propulsant la bactérie. En examinant celle-ci, on s'est rendu compte qu'elle était formée d'une protéine entourée de six autres protéines [...]. Le chercheur a réussi à greffer ces protéines à des pièces inorganiques sur une surface micromachinée en nickel. Il a donc réussi à produire un *moteur hybride nanométrique* en utilisant des pièces organiques combinées à des pièces inorganiques.¹⁴⁴

La logique technoscientifique qui est à l'œuvre dans le nanomonde en est une d'hybridation, où aux dispositifs technologiques l'on cherche à donner des qualités des entités de la nature, et à assembler les deux mondes, celui de la nature et celui de l'humain. Et ce, autant épistémologiquement—comme nous l'avons discuté plus haut, dans le principe physique de l'unité de la matière, qui fait éclater les catégories classiques de nature, de technique, de vivant et de non vivant en leur instituant une essence unique au niveau nanométrique— que concrètement, avec l'intégration de machines à l'intérieur de la nature vivante et lorsque des parties ou des qualités d'une entité naturelle sont importées et/ou assemblées à des objets techniques.

L'une des raisons premières de l'attrait des NST semble être justement la puissance de leurs moyens techniques, qui ouvre la perspective à ce que les logiques d'hybridation à l'œuvre aux plans imaginaire et conceptuel soient actualisées. Si les mythes qui l'entourent sont anciens (comme la fusion entre humain, animal et machine)¹⁴⁵, au nanomonde revient en fait la « [...] promesse de *matérialiser l'imaginaire*¹⁴⁶ ». C'est ainsi que se révèle la complicité existant entre l'imaginaire du nanomonde, qui est à la quête d'une fusion entre nature et

¹⁴³ Bernadette Bensaude-Vincent, « Nanobots and Nanotubes », *op. cit.*, p. 221.

¹⁴⁴ CST, *Aperçu de la recherche sur les nanotechnologie*, *op. cit.*, p. 46 (c'est nous qui soulignons). L'on affirme que cette percée est encourageante « [...] pour plusieurs chercheurs qui estiment qu'il sera réellement possible un jour de construire des nanomachines » pour les utiliser dans le corps humain (p. 46).

¹⁴⁵ À ce sujet voir particulièrement la thèse de Marina Maestrutti (*op. cit.*), qui retrace historiquement l'imaginaire des NST.

¹⁴⁶ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 5.

artifice, entre vivant et inerte, et entre humain et machine, l'abolition de *frontières épistémologiques* entre ces mêmes catégories, et la *puissance d'action* du nanomonde. Cette articulation ferme la boucle en ayant pour fruit notamment des objets qui *concrétisent* la logique de fusion entre nature et artifice et rendent en conséquence désuet l'usage de ces catégories, comme cet exemple l'illustre:

NanOss, the first FDA-approved nano-tech device, is synthetic bone made of a calcium and phosphate composite that the manufacturer claims is « identical in structure and composition to natural bone », [it also] claims that NanOss has nearly the strength of stainless steel¹⁴⁷.

Ce *NanOss*, est-il naturel ou artificiel? Comment classer un matériel composite, donc qui est fait d'une matière synthétique mais dont la composition est la même que celle d'un os « naturel », et qui à la fois a été créé pour un usage permanent à l'intérieur d'un corps biologique et présente une résistance qui est manifestement celle d'un matériel non-naturel? Ou encore, sur quelles bases différencier un dispositif qui peut être si proche de la nature vivante, dans ce cas le corps humain, au point qu'une entité naturelle peut être elle-même incapable d'en faire la différence? En remettant en question les possibilités de distinction entre le naturel et l'artificiel, le nanomonde nous confronte après tout aux limites de notre grille de classification du monde et de notre pensée dans la compréhension de l'environnement social contemporain. Il dévoile que les catégories classiques occidentales qui servent de repère à la société pour établir son rapport au monde ne sont plus opérationnelles ni dans l'entendement de ses *a priori* théoriques, ni dans le discernement des objets qu'il introduit dans la vie pratique. Si nous voulons être à même de poursuivre notre réflexion pour mieux comprendre le processus de brouillage de ces frontières dans le cas des NST ainsi que pour en saisir les enjeux, revenir aux fondements socio-culturels de la distinction entre le

¹⁴⁷ Robin Fretwell Wilson, *op. cit.*, p. 706. Le projet en question est présenté sur le site Web de la compagnie responsable: <http://www.angstrommedica.com/aboutus/default.htm>. Citons aussi les puces électroniques intégrées au cerveau, les bactéries-robots, les biopuces (un dispositif qui associe des « nanoparticules biologiques » à de la matière inorganique comme le silicium ou le plastique pour différentes sortes d'analyses, pendant que la puce à ADN associe de l'ADN à de la matière inerte pour des analyses d'ADN). L'électronique moléculaire est d'ailleurs tenue comme l'une des voies privilégiées pour mener de l'avant la célèbre *Loi de Moore*, car elle permettrait de maintenir le processus de miniaturisation électronique et d'augmentation de la capacité de stockage de données et de la vitesse de traitement par l'usage de transistors « nanotechnologiques » tels que molécules chimiques et biologiques comme l'ADN. Une voie qui présente déjà, selon le CST, « [...] des résultats très prometteurs » (CST, *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit, op.cit.*, p. 14).

domaine de la nature et celui de l'artifice, et de l'historique de sa remise en question, constitue un passage théorique essentiel.

Chapitre II

Nature et Artifice : du dualisme moderne au gommage nanotechnologique

« La joie de contempler et de comprendre, voilà le langage que me porte la nature. »

Albert Einstein,
Comment je vois le monde.

« Lorsqu'une entité devient un état du monde, ce n'est pas en apparence et *malgré* les institutions qui la portent, mais "pour de vrai" et *grâce* aux institutions. »

Bruno Latour, *Politiques de la Nature.*

L'horizon qui se profile à la lumière du chapitre précédent, lequel, en présentant l'imaginaire, les visions et les ambitions dont relève le nanomonde, s'est attaché à mettre en évidence l'hybridité notamment entre nature et artifice qui lui est constitutive, est celui du manque de prise sur la réalité de ces catégories de découpage du réel. Qu'il soit question de la conceptualisation épistémologique ou de l'identification matérielle des objets issus des NST, les limites de la distinction dualiste entre le naturel et l'artificiel sont apparues évidentes.

Comment comprendre et expliquer l'obsolescence de catégories de la pensée qui sont pour autant au cœur des représentations modernes du monde? Essayer d'y répondre est l'un des objectifs de ce chapitre. Parce que les limites de ces catégories à décrire le réel tiennent pour une part au fait qu'elles constituent des constructions socio-historiques de l'Occident moderne et non pas de découpages objectifs du réel, pour y arriver, nous retracerons d'abord

la généalogie de la distinction entre monde naturel et monde humain¹⁴⁸. En permettant de faire ressortir les fondements socio-culturels de l'institutionnalisation de ce dualisme, ce retour socio-historique s'avère fondamental pour saisir l'importance de cette construction propre à l'Occident moderne—et la pertinence sociologique par conséquent du choix de notre angle analytique des enjeux du nanomonde. Dans un deuxième moment, étant donné que le brouillage des frontières entre fait naturel et artefact technique n'est pas l'apanage des NST, nous illustrerons comment ce processus a été amorcé bien avant leur émergence comme champ de recherche par la cybernétique. Nous nous attarderons ensuite à l'impact de la contestation technoscientifique de la distinction entre nature et artifice sur la perception d'un tel dualisme chez des auteurs contemporains¹⁴⁹. Une fois la généalogie du dualisme et sa mise en cause étudiées, nous serons mieux outillés pour présenter et cerner finalement les particularités théoriques de son renversement par les NST.

1. De la construction du dualisme moderne...

Tout au long du XX^e siècle, des voix en histoire, en philosophie et en anthropologie, notamment, se sont levées pour affirmer que l'idée de nature, si longtemps prise pour une donnée objective et transcendantale, consistait en fait en un construit socio-culturel, ou, en d'autres termes, que la nature était inséparable de ce qui semblait spontanément être son antithèse : la culture. Parmi elles, celle du philosophe et historien des sciences Robert Lenoble soutenant qu' « [i]l n'y a pas une *Nature en soi*, il n'y a qu'une *Nature pensée*¹⁵⁰ ». Celle aussi du psychologue social et épistémologue des sciences Serge Moscovici, qui annonçait de son côté

¹⁴⁸ Compte tenu des contraintes propres à un mémoire, nous ne retracerons pas l'histoire des catégories nature et artifice individuellement; nous nous y attarderons dans la mesure où elle nous parlera de la construction du dualisme.

¹⁴⁹ L'ouvrage collectif de Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Cambridge, MIT Press, 2007, qui retrace la conception de l'art dans son sens le plus global (incluant autant les beaux arts que la technologie) pour mieux saisir sa dichotomie avec la nature, a pour thèse générale que le renversement des frontières entre nature et artifice est à l'œuvre depuis l'Antiquité : « Fierce debates over the artificial and the natural have been raised by very diverse practices over the course of time, including medicine, alchemy and metallurgy, mechanics and the making of automata, agriculture and gardening (grafting), breeding (hybridization and selection), painting and sculpture, chemical syntheses, material technologies, cybernetics and artificial intelligence, genetics, and event patenting [...] » (p. 9). Pour notre part, nous limitons notre analyse au mouvement technoscientifique qui entame le brouillage de frontières depuis l'émergence de la science moderne, dont le dualisme a été une condition première.

¹⁵⁰ Robert Lenoble, *Histoire de l'idée de Nature*, Paris, Éditions Albin Michel, 1969, p. 15 (présentation par Joseph Beaudé).

que « la nature » n'était pas une catégorie substantielle et asociale, mais qu'elle était plutôt un fruit de l'histoire humaine¹⁵¹, imprégnée par conséquent d'*a priori* sociaux, techniques et idéologiques. Plus récemment, l'anthropologue Philippe Descola contestait l'universalité du dualisme dénoncé dans le titre de son remarquable ouvrage *Par-delà nature et culture*, par un dévoilement exceptionnel des maintes ruptures socio-symboliques que l'Occident réalisa par rapport aux autres peuples pour aboutir à sa dissociation antinomique entre monde naturel et monde humain. Il arrive ainsi à démontrer, données empiriques à l'appui, « [...] que l'opposition entre la nature et la culture [...] est dépourvue de sens pour tous autres que les Modernes [...]»¹⁵². Nous tenterons de dégager les moments et les idées majeurs qui ont soutenu la construction d'un tel antagonisme.

1.1 La création du monde de la nature

Dans les temps antiques, une cosmogonie holiste agençait l'ensemble du réel. La « nature » était omniprésente, constituant le ciment qui liait et unifiait le monde. Nombreuses étant les continuités entre humains et non-humains (qualités, habilités, habitudes), nature et vie humaine n'existaient pas dans des sphères distinctes. Un temps lointain où le tonnerre pouvait signifier la lance de Zeus et la tempête, la colère d'Éole¹⁵³. D'après Lenoble, le chemin menant à la différenciation de la nature du monde humain fut amorcé avec Socrate. À une époque où l'humain, nous dit Lenoble, était vu comme le « lieu de passage » de forces et de sortilèges mythiques et divins, Socrate osa en répliquant « mais je suis un homme! ». En déclarant que « [...] le destin de l'homme échappe au monde [...]»¹⁵⁴, il ouvrit en effet la voie à l'émergence de la liberté de l'individu qui, doté du pouvoir de réflexion, devenait capable de prendre conscience de soi et de regarder le monde hors de soi. C'est ainsi que la réalité extérieure commence à se voir accorder une identité propre, le monde naturel et le monde

¹⁵¹ Serge Moscovici, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Nouvelle bibliothèque scientifique, Flammarion, 1968. Édition électronique disponible sur : http://classiques.uqac.ca/contemporains/moscovici_serger/moscovici_serger.html, et *La société contre nature*, Paris, Collection 10/18, Union générale d'édition, 1972. Édition électronique disponible sur : http://classiques.uqac.ca/contemporains/moscovici_serger/moscovici_serger.html

¹⁵² Philippe Descola, *Par-delà nature et culture*, Lonrai, Éditions Gallimard, 2005, p. 13.

¹⁵³ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 57-58.

¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 61.

humain étant dès lors appréhendés comme régis par des lois distinctes¹⁵⁵. Cette étape signale—et nous pourrons l’apercevoir tout au long de ce mémoire— que la différenciation entre nature et monde humain est intrinsèquement liée à celle entre sujet et objet. Pour voir des phénomènes physiques dans les intempéries et les maladies, la morale a dû subir ce que Lenoble appelle un processus d’« objectivation »; c’est-à-dire qu’elle a dû être comprise comme le fait de l’action humaine, donc *autonome*, plutôt que le résultat d’une volonté divine¹⁵⁶. Pour être embryonnaire, cette première idée de *sujet humain* fait que la part des choses conscientes et délibérées s’accroît : avec Socrate, l’humain « [...] apparaît comme le premier “système clos” qui ait réussi à se constituer, et, partant, le premier “fait”. Il n’est pas coupé du monde, mais enfin il existe pour lui-même [...] »¹⁵⁷. C’est un humain « devenu un fait » qui a donc pu commencer l’organisation de la nature comme domaine objectif.

Avec Aristote, l’ordre qui avait été trouvé d’abord dans la conscience, et par la suite, dans la cité (avec Platon), est retrouvé dans la nature. Pour lui, elle recèle l’ordre et les lois du monde humain¹⁵⁸. Mais l’important pour notre propos est surtout le fait qu’Aristote amorce définitivement le rapport à *la* nature, car avec lui les choses acquièrent le droit d’exister hors l’humain « [...] non plus comme les symboles de la pensée magique, ni comme les “ombres” de Platon [...] mais comme des êtres doués d’une *altérité radicale*¹⁵⁹ ». La nature affleure comme projet d’un domaine dont l’identité est autre que celle ressortissant au divin ou aux « effets de l’artifice ». Aristote fonde en effet la conception qui définit jusqu’à présent le fait naturel comme ce qui porte en soi le principe de sa forme et de son changement (ou la nature comme principe particulier qui donne forme et mouvement à un être). En dotant les êtres

¹⁵⁵ *Ibid.*, p. 59-64. Selon les mots de Lenoble : « Devenu autonome, l’homme se sent capable de tolérer, puis de reconnaître l’autonomie des choses » (p. 62).

¹⁵⁶ Selon Lenoble, « [i]l fallait que l’âme cessât d’être le lieu de passage de forces étrangères [...] pour acquérir le droit de trouver dans la Nature des “faits” définis et un ordre objectif. *La morale consciente était la condition sine qua non de la possibilité de la science* » (*Ibid.*, p. 58. C’est nous qui soulignons). Cela suffirait pour expliquer pourquoi aux yeux de Lenoble, Socrate peut être vu comme le « père de la pensée occidentale ».

¹⁵⁷ *Ibid.*, p. 62. Le processus se poursuit avec Platon qui, à son tour, achève d’asseoir la conscience humaine comme principe factuel en annonçant que l’ordre trouvé dans la conscience se retrouve également dans la cité. Voir Lenoble, *op. cit.*, p. 70-71.

¹⁵⁸ La pensée aristotélicienne est reconnue pour sa qualité naturalisante de l’ordre social car la nature est « [...] hiérarchisée comme la cité grecque dont elle devient le modèle et la justification » (*Ibid.*, p. 72).

¹⁵⁹ *Ibid.*, p. 73 (c’est nous qui soulignons). Suivant Lenoble, « [...] assagi et calmé par la “retraite” socratique et platonicienne, il [l’humain] peut maintenant accepter l’altérité du monde » (p. 71).

d'une nature propre et individualisée, selon Descola, Aristote établit une rupture: c'est l'« autonomie de la *physis* » (la nature grecque)¹⁶⁰. Dans la mesure où la nature aristotélicienne est « [marquée] au sceau du régulier et du prévisible [...] »¹⁶¹, l'idée de la physique comme science permettant de découvrir les lois de l'ordre naturel et de le prévoir peut se trouver une place¹⁶². Or, si Aristote associe les régularités permanentes du monde à la notion de *physis*, il la met en rapport avec celle de *techné*, laquelle signifie *grosso modo* l'art humain en général, dont l'expertise procède de la connaissance des régularités du monde naturel et est orientée par le résultat. Notons que le rapport entre *physis* et *techné* était ici mouvant, car la distinction entre nature (*physis*) et art humain n'était pas toujours claire¹⁶³. Ainsi, des similarités pouvaient parfois être établies, car il existait bien selon Aristote des analogies entre le *modus operandi* de la nature et celui de la *techné*; les deux étant à même d'être expliqués par leurs résultats finaux : « While nature is the principle of a finalized movement that lies in the moved thing, *techné* is the principle of a finalized movement that lies outside the moved thing [l'artiste]¹⁶⁴ »; d'autres fois, des contrastes importants étaient

¹⁶⁰ Philippe Descola, *op.cit.*, p. 99.

¹⁶¹ *Ibid.*, p. 100.

¹⁶² Ainsi, pendant qu'Aristote déconnecte les espèces de leurs milieux et associations en vue de les insérer dans une classification suivant leurs principes de causalité (*Ibid.*, p. 102), philosophes et médecins cherchent des explications physiques aux phénomènes naturels. Mark J. Schiefsky défend alors que « [...] the notion that mechanics operates according to nature is in fact a deeply Aristotelian idea » (« Art and Nature in Ancient Mechanics », in *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 97).

¹⁶³ Comme l'affirment Bensaude-Vincent et Newman (*op. cit.*), même si « [...] the opposition between art and nature is itself a major leitmotif throughout the history of the West, the forms this dichotomy takes are themselves far from stable or constant over the centuries » (p. 3-4). Pour un développement approfondi de ces notions et de la variété de rapports établis entre elles (entre autres, mimétique, interdépendant, oppositionnel ou harmonieux), voir leur ouvrage collectif et interdisciplinaire.

¹⁶⁴ Francis Wolff, « The Three Pleasures of Mimesis According to Aristotle's Poetics », in *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 52. La nature serait dotée d'habiletés d'expert comme la *techné*. Par exemple, « [...] just as *techné* uses tools, so nature uses natural entities as instruments (*organa*); [...] and perhaps most significantly, just as things in *techné* are always for the sake of something, so are things in nature » (Heinrich von Staden, « Physis and *Techné* in Greek Medicine », in *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., *op. cit.*, p. 39). Malgré la forte analogie entre nature et art, il est intéressant de remarquer que selon Dennis Des Chene, « [...] in Aristotelian physics the utility of art in generating knowledge by analogy is strictly limited. Art is secondary, superficial, and subordinate » (« Forms of Art in Jesuit Aristotelianism (with a Coda on Descartes) », in *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., *op. cit.*, p. 136). Car dans le monde d'Aristote, les artefacts sont des imitations de formes naturelles, des déplacements de la matière (comme la sculpture), ne pouvant donc créer aucune entité nouvelle; l'art ne peut que « remouler » les choses, sans changer leur nature.

notés : « Without *techné*, nature never could have been forced to yield its secrets¹⁶⁵ ». Quel que soit leur rapport, *physis* et *techné* deviennent dès lors réciproquement définies.

Aux yeux de Lenoble, en permettant à l'être humain d'entrevoir la possibilité de s'intégrer à la nature plutôt que de la subir impuissamment, la supposition que la nature reposait sur des lois a réduit le « vertige » existentiel qu'était de vivre dans un monde baignant dans le hasard, agissant ainsi comme facteur sécurisant de l'individu¹⁶⁶. Bien que cet ensemble d'entités existant *par nature* fût distinct de l'œuvre divine et des artifices, Descola remarque qu'il n'était pas encore à proprement parler séparé de l'œuvre humaine (chez Aristote, les humains font encore partie de la nature)¹⁶⁷. Le pas subséquent vers le dualisme moderne fut en fait donné par le christianisme, au moment où il a fait de l'humain un être « extérieur et supérieur à la nature »:

Or, nous dit Lenoble, le christianisme apportait une idée neuve, tellement ambitieuse qu'elle mit longtemps, non pas à se formuler, car elle fut nette dès le début, mais à développer ses conséquences dans le domaine lointain de la physique. L'homme, disait le christianisme, n'est pas situé dans la nature comme un élément dans un ensemble [...]; il est transcendant au monde physique; il n'appartient pas à la *nature* mais à la *grâce*, qui est *supernaturelle* [...]¹⁶⁸.

En raison de sa « surnature », l'humain était désormais mis à part du reste de la création; le Dieu chrétien lui offrait de la sorte un cadeau de plus: doté de raison et de savoir, c'était son droit, voire son devoir, de dominer la nature pour la dépasser, et atteindre alors la perfection divine¹⁶⁹.

¹⁶⁵ Heinrich von Staden, *op. cit.*, p. 30. Selon Schiefsky, « [u]nlike God, [art] cannot create from nothing; unlike nature, it cannot reduce an existing substance to prime matter and give it a new substantial form » (*op. cit.*, p. 137).

¹⁶⁶ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 221.

¹⁶⁷ Philippe Descola, *op.cit.*, p. 101-103.

¹⁶⁸ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 222.

¹⁶⁹ *Ibid.*, p. 223. La nature contiendrait la perfection de Dieu et serait ainsi le moyen que l'humain aurait pour la déchiffrer; le sujet transcendant, qui est au fondement du dualisme moderne cherchait donc à comprendre la « bonté du dessein divin » (Philippe Descola, *op. cit.*, p. 104-105). Au XVII^e siècle, la maîtrise de la nature se fait donc avec l'accord de Dieu (Robert Lenoble *op. cit.*, p. 228). De plus, si la nature est au service du salut, la science devient « l'auxiliaire de la grâce » (Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 320-321).

À la Renaissance, la magie et le mystère du monde ne relèvent plus du divin mais de la nature¹⁷⁰. L'ordre naturel du monde à cette époque n'est valable toutefois qu'à l'intérieur des limites perceptives de la condition humaine, en l'occurrence le monde sublunaire, car « [...] au-delà, les astres divins ne sont [pas] formés de la même matière que les autres corps [...] »¹⁷¹. L'espace cosmique gardait, en d'autres mots, ses qualités fantastiques qui interdisaient sa mise en continuité avec le monde naturel. Or, dans le temps des découvertes et des excursions outremer, les premiers instruments d'observation émergent et répondent très bien au désir de l'époque d'une meilleure précision dans l'observation afin de relever les « mesures de la nature »¹⁷². Surtout, c'est au travers d'eux qu'une nouvelle rupture se fait en direction du dualisme moderne : Galilée, découvrant à l'aide de son télescope les taches du soleil, démontre l'imperfection des astres divins. C'est ainsi qu'au début du XVII^e siècle, l'être humain atteint l'« au-delà », et inclut désormais les corps célestes dans les faits naturels¹⁷³.

Le rôle joué par l'instrumentation dans la construction du dualisme et de la science moderne ayant été majeur, il est important de nous y attarder. Les instruments ont en effet renforcé et amplifié le mouvement d'objectivation du paysage qui avait été amorcé depuis que la vision en perspective (linéaire) remplaça la vision de projection plane¹⁷⁴. Pendant que la dernière assumait et intégrait la déformation de la vue dans la représentation des objets, la première visait à transposer la complexité du paysage dans « [...] un espace rationnel, mathématiquement construit pour échapper aux contraintes psychophysiologiques de la perception¹⁷⁵ ». Ce processus de mathématisation de l'espace (effectuée notamment à l'aide de la géométrie et de la physique), que Descola identifie d'ailleurs comme étant une « autonomisation du paysage », prend de l'élan avec les instruments. Microscopes et télescopes apparaissent comme des moyens de « soumission du réel à la vue », car ils sont

¹⁷⁰ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 291-294. Comme l'affirme Lenoble, « [...] pour la science elle [la nature] est la magicienne autonome, nullement dépendante de Dieu, et possède les secrets de son ordre, de sa vie, de son âme » (p. 300). À cette époque, d'ailleurs, on conçoit les corps inertes comme étant dotés de vie et de conscience.

¹⁷¹ *Ibid.*, p. 73.

¹⁷² Il est intéressant de remarquer que la notion de précision était déjà liée à celle d'utilité, et la notion de mesure, à celle de développement industriel et au progrès (Lewis Pyenson et Susan Sheets-Pyenson, *Servants of Nature*, New York, W. W. Norton & Company, 2000, p. 178).

¹⁷³ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 73.

¹⁷⁴ À ce sujet, voir Descola, *op. cit.*, p. 91-99.

¹⁷⁵ *Ibid.*, p. 94. Selon Descola, la perspective linéaire offre une position du regard qui permet au sujet de prétendre dévoiler la réalité des choses.

vus comme étant des « filtres » pour la perception humaine et ses « impuretés » (telle la projection des sens subjectifs sur la nature). Et pourtant leur action est bien plus complexe : en fait, les instruments d'amplification de la vision homogénéisent le milieu observé d'après le regard de l'observateur en découpant le réel et en le transposant dans un espace mathématisé très limité du cadre perceptif, soit la vue (donc aux dépens des autres sens)¹⁷⁶. Alors que l'instrument est tenu pour garant de l'affranchissement formel et objectif de l'individu de la nature—d'où la vraisemblance du contrôle de l'extérieur par le sujet—, comme le remarque Descola, il est plutôt question d'une « objectivation du subjectif », qui finalement « [...] produit un double effet : elle crée une distance entre l'homme et le monde tout en renvoyant à l'homme la condition de l'autonomisation des choses [...]»¹⁷⁷. C'est-à-dire que l'« artifice de la construction »—le fait qu'à l'origine des entreprises de rationalisation du monde se trouve, par la force des choses, une subjectivité—est donc voilé, ce qui rend légitime la neutralité de ce retrait recherché de l'individu de son milieu. Nous voulons ici attirer l'attention sur le fait que l'objectivation du réel allait de pair avec le voilement de son artificialisation, via la technique notamment. L'autonomisation de la nature tout autant que les productions techniques et scientifiques se fait donc « [...] au prix d'une amnésie des conditions de leur objectivation¹⁷⁸ ». En fin de compte, quoique cette étape majeure de la construction du dualisme entre fait naturel et monde humain ne puisse faire l'économie de l'arbitraire du sens, l'important est qu'elle a permis de maintenir l'idée de l'existence d'une réalité indépendante de l'humain. Les conditions étaient désormais réunies pour que nature et monde humain soient mis en rapport antagonique, d'une manière, selon Descola, vraisemblablement irréversible¹⁷⁹.

¹⁷⁶ *Ibid.*, p. 94-95.

¹⁷⁷ *Ibid.*, p. 94.

¹⁷⁸ *Ibid.*, p. 97-98.

¹⁷⁹ *Ibid.*, p. 98.

1.2 La révolution mécaniste

À l'aide des nouveaux moyens techniques d'objectivation du réel, le XVII^e siècle amorce la révolution mécaniste. À l'aune de ce paradigme, le monde naturel est « [...] à l'image d'une machine dont les rouages peuvent être démontés par les savants [...] »¹⁸⁰. L'étude de la nature devient une science de l'ordre et de la mesure, à la recherche des causalités données par les mécanismes et les lois naturels. La conquête de la nature était cependant partielle, car la nature machine était encore sous la tutelle de Dieu, fût-il devenu un « Dieu ingénieur »¹⁸¹. Mais, cette nature « [...] qui dans l'œuvre des premiers mécanistes témoigne encore de la sagesse du divin Horloger, ne va pas tarder à perdre cette signification [...] »¹⁸². En fait, la conquête de la nature par la science fut achevée en 1632, quand Galilée publia un ouvrage inaugurateur de la physique moderne dans lequel il affirme que la nature est décrite en langage mathématique et invite les ingénieurs à découvrir l'ordre du monde. Lenoble a bien saisi que les aboutissants d'une telle étape étaient loin d'être négligeables :

Que la vraie physique puisse sortir d'une discussion d'ingénieurs, nous ne pouvons plus imaginer aujourd'hui ce que cette mise en scène, en apparence anodine, avait de révolutionnaire. Depuis les Grecs, il était entendu, en effet, qu'il y a un abîme entre la *science* et l'*art*—le terme art s'appliquant alors d'abord aux techniques. La science connaît les choses éternelles : substances, essences, mouvements nécessaires. [...] elle n'a aucune prétention, aucun désir même d'agir sur cette Nature. Les techniques, au contraire, les *arts*, manipulent le contingent; elles n'engendrent pas une science certaine, mais restent dans le domaine des probabilités, de l'opinion¹⁸³.

Nombreuses furent les conséquences directes et indirectes. Discutons deux d'entre elles. D'une part, en tant que machine, entité sans âme ni finalité, la nature n'était plus à même de jouer le rôle qui avait été le sien des siècles durant : elle ne pouvait plus être source

¹⁸⁰ *Ibid.*, p. 97. Suivant Lenoble, jusque-là, « [u]n corps quelconque, en effet, agit sur un autre par une action "essentielle" et nullement mécanique » (*op. cit.*, p. 193). Nous nous attardons au mécanisme car non seulement il a permis l'émergence de la science moderne, mais serait en outre le dénominateur commun de tous les courants qui ont fondé la science moderne (à ce sujet, voir Robert Lenoble, *op. cit.*).

¹⁸¹ Comme le dit Lenoble, « [I]e physicien du Moyen Age remontait vers Dieu en découvrant les intentions, les finalités de la Nature, le physicien mécaniste s'élève vers Dieu en pénétrant le secret même de l'Ingénieur divin [...] » (*op. cit.*, p. 313).

¹⁸² Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 228.

¹⁸³ *Ibid.*, p. 310-311. L'ouvrage de Galilée en question a pour titre *Dialogues sur les deux principaux systèmes du Monde*.

de morale¹⁸⁴. Il fallait à l'humain de nouvelles sources médiatrices de sens pour la vie. Avec le prestige que l'ingénierie acquérait depuis Galilée, il n'est pas étonnant d'apprendre que cette quête (au départ existentielle) soit devenue un « problème scientifique »¹⁸⁵. À la science, conçue dorénavant comme de l'ingénierie—la maxime « connaître c'est fabriquer » étant désormais d'usage—revient la tâche de résoudre les problèmes humains¹⁸⁶. D'autre part, le paradigme mécaniste institue un nouveau rapport de l'humain au monde : puisque sous cette perspective, les faits naturels ne sont plus tenus pour sacrés, le mécanisme permet de dépasser ce que Lenoble appelle le « tabou du naturel ». Il ouvre ainsi la voie à une attitude nouvelle à l'égard de la nature : le but de l'individu est de devenir son « maître et possesseur », avec « [...] la curiosité et le besoin de s'en servir¹⁸⁷ ».

Il faut souligner que penser la nature comme une machine qui n'attend que d'être maîtrisée et dominée ne signifie cependant pas qu'on la croit transparente, inconditionnellement soumise et malléable à la volonté humaine. Elle recelait même plutôt une part d'étrangeté, des zones qui demeuraient au-delà de la portée humaine :

¹⁸⁴ Car comme le dit si bien Descola, « [d]ésormais muette, inodore et impalpable, la nature s'est vidée de toute vie » (Philippe Descola, *op. cit.*, p. 97). Il s'ensuit que son utilité se substitue à la normativité dont elle était porteuse. Voir à ce sujet Robert Lenoble, *op. cit.*, et Mark J. Schiefsky, *op. cit.*, p. 145.

¹⁸⁵ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 312.

¹⁸⁶ Selon Lenoble, « [...] les arts, au XVIII^e siècle encore, désignent d'abord les techniques d'utilisation de la Nature. Or, à l'époque moderne, cette technique, à base d'expériences de laboratoire et de mathématique a conquis, avec Bacon et Descartes, le droit de prendre l'acception respectée de science [...]. Les considérations sur les fins de la Nature et le principe divin de l'ordre qu'elle manifeste sont relégués dans la métaphysique dont personne ne veut plus [...]. La Nature est devenue l'objet de la science seule, c'est-à-dire, selon l'acceptation nouvelle du terme, des techniques » (*op. cit.*, p. 380-381). Il semble nécessaire cependant de mettre cette technique et cette ingénierie en perspective, car mathématique et mécanique n'étaient alors pas tant des sciences expérimentales que « [...] proper objects for solitary contemplation » (Lewis Pyenson et Susan Sheets-Pyenson, *op. cit.*, p. 327). En d'autres termes, apprendre que la physique était pour Descartes de la géométrie appliquée, nous oblige de différencier leur « science technique » de la « science expérimentale » de nos jours.

¹⁸⁷ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 274. Lenoble remarque le « [...] retournement de sens il faudra opérer [...] » (*op. cit.*, p. 232) pour que l'humain devienne maître de celle qui était jusque-là sa maîtresse, sa *Natura mater*. Cela dit, il est également important d'attirer l'attention sur des dimensions qui sont trop souvent oubliées. Aux Lumières, la science était l'un des outils par lesquels on voulait non seulement se libérer de la religion, mais aussi accéder au savoir en vue du progrès social et intellectuel (Lewis Pyenson et Susan Sheets-Pyenson, *op. cit.*, *Servants*, p. 128). Ainsi, « [w]ith Bacon, knowledge became subservient to human needs, making happiness the end of science [...] Baconianism placed people at the centre of the world, and for this reason it was attractive to eighteenth-century social reformers » (*Ibid.*, p. 413 et 414). Même le matérialisme aurait eu le dessus avec les Lumières car il était porteur de la vraisemblance de la perfectibilité humaine. En bref, si d'un côté la nature était dévaluée, de l'autre, l'humain était louangé. À ce sujet voir aussi Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 344.

[...] au lieu de se vouloir le centre du monde, on accepte que la Nature ait *ses mécanismes et ses lois à elle*, sans aucun rapport avec nos vœux affectifs; *il faut qu'elle devienne pleinement autonome, « autre » que nous, pour que puissions posséder, voir asservir cette altérité* capable désormais de nous enrichir par sa *nouveauté*¹⁸⁸.

C'est dire que malgré la désacralisation qu'a subi la nature, le fait qu'elle soit devenue une « nature physique morte à l'âme¹⁸⁹ », un ensemble de lois mathématiques, ne lui a pas enlevé son statut d'*entité ontologique*, autonome et indépendante de l'humain; ce pourquoi avant tout elle avait été érigée en objet d'étude, d'expérimentation et d'exploitation de la science moderne¹⁹⁰. La conquête moderne de la rationalité scientifique est donc intrinsèque au dualisme ontologique entre nature et monde humain.

Achevée par le mécanisme, cette « autonomisation de la nature », au dire de Descola, l'a fait exister pour de bon. Elle s'opposera désormais à la nature humaine jusqu'au XIX^e siècle, période où le concept de société prendra consistance au point de devenir à son tour un domaine ontologique propre. Il est alors question de l'opposition dichotomique entre nature et société¹⁹¹, où pendant que la nature renferme la contingence et n'est plus outil de légitimation du présent, des inégalités, ou du futur, à la société reviennent choix et responsabilités : « [...] l'une apparaissait entièrement réservée au règne du sujet, l'autre exclusivement concédée à la domination de l'objet¹⁹² ». Par la suite, l'émergence au tournant du XX^e siècle de l'idée anthropologique de culture comme trait distinctif de l'humanité a consommé, selon Descola, le dualisme moderne en instituant un antagonisme ontologique entre objets naturels et faits culturels¹⁹³.

¹⁸⁸ Robert Lenoble, *op. cit.*, p. 316 (c'est nous qui soulignons).

¹⁸⁹ *Ibid.*, p. 333.

¹⁹⁰ *Ibid.*, p. 268. À ce propos, voir aussi Philippe Descola, *op. cit.* Et Bacon, l'un des patrons saints de la science moderne, de remarquer : « Le calcul et la mesure livrent seulement la peau des choses, il nous reste à connaître leur *nature* » (cité par Lenoble, *op. cit.*, p. 246). La mécanisation de la nature chez Descartes également semble avoir été plus complexe, car d'après le philosophe Mark J. Schiefsky, les successeurs de Descartes, différemment de lui, ont pris ses analogies au sérieux. Pour eux « [t]o impute art to nature was not a heuristic device, to be supposed at the beginning of the philosophy of nature and then set aside; *discovering* the art in nature was the aim of philosophy [...] » (*op. cit.*, p. 145).

¹⁹¹ Philippe Descola, *op. cit.*, p. 108-110.

¹⁹² Serge Moscovici, *Essai sur l'histoire humaine de la nature, op. cit.*, p. 19.

¹⁹³ Le concept de culture devient la façon propre et enracinée dont chaque peuple a d'établir son mode de vie, ses traditions, bref, son comportement collectif. (Philippe Descola, *op. cit.*, p. 111).

Prend fin ici notre parcours qui visait à dégager les fondements socio-culturels de l'institutionnalisation du dualisme entre fait naturel et œuvre humaine, et les enjeux qui y sont rattachés. En présentant l'historicité de sa construction, son caractère occidental et moderne fut souligné. Du même coup, à l'image de tout travail de constructivisme social, nous avons abouti à sa relativisation. L'œuvre de l'anthropologue Descola démontre effectivement que dans les autres cultures, où les frontières entre humains et non-humains sont plastiques, deux domaines souvent pensés en continuum, ce découpage du réel en catégories stables et antagonistes ne fait tout simplement pas de sens¹⁹⁴. L'établissement d'une opposition entre deux types d'entités, d'êtres et de systèmes de valeurs mutuellement exclusifs, « [c]'est là un fétiche qui nous est propre, nous dit Descola¹⁹⁵ ».

Mais si un tel découpage du réel a pu donner lieu à la science moderne et structurer les rapports du sujet occidental au monde, comme nous venons de le voir, ses assises ont subi un secouement intense avec le développement technoscientifique du XX^e siècle.

2. ... Au renversement technoscientifique du dualisme

Au cours du XX^e siècle a eu lieu une mise en cause aussi bien empirique que conceptuelle du dualisme moderne, dont il est primordial de faire ressortir les moments-clefs et les principes majeurs qui l'ont soutenu. Notre parcours s'amorce avec une discipline qui, parce qu'elle a poussé l'hybridation des êtres à un degré inconnu jusqu'à cette époque, a constitué le point tournant de la sortie des sciences du cadre philosophique moderne : la cybernétique.

¹⁹⁴ *Ibid.*, p. 116-118. L'œuvre de Descola a comme objet principal l'anthropologie, qui traditionnellement prend le « tableau de classifications » moderne du monde comme grille d'analyse des autres cultures, et ce, « [...] au prix d'une amnésie des conditions tout à fait singulières dans lesquelles nous l'avons-nous-mêmes tardivement forgées », comme nous avons pu le voir (p. 127). Ce pourquoi il cherche à dénoncer l'exotisme de l'Occident lui-même, à démontrer que le monisme naturaliste et le relativisme culturaliste ne sont qu'un type de schématisation du vécu et de l'établissement des hiérarchies et des discontinuités parmi tant d'autres schémas, tous culturellement situés (p. 131). Pour les modes d'organisation des peuples non-occidentaux, nous renvoyons le lecteur à l'œuvre de Descola *Par-delà nature et Culture*, *op. cit.*

¹⁹⁵ *Ibid.*, p. 90.

2.1 Le détournement cybernétique

Dans un climat d'abattement généralisé et de perte de confiance en l'être humain suite aux dénouements de la Seconde Guerre mondiale et du Projet Manhattan, des scientifiques s'attachent à mettre sur pied une science qui permettrait de « [s]uppléer aux faiblesses humaines en créant une machine capable de contrôler, de prévoir et de gouverner [...] »¹⁹⁶. Naît ainsi la cybernétique (mot d'origine grecque signifiant pilote ou gouverne), science dont le but premier est de lutter, par le contrôle des processus de communication, contre l'« entropie qui hante l'univers »¹⁹⁷. La guerre étant conçue chez les concepteurs de la cybernétique comme le résultat d'une communication déficiente ayant mené à la désintégration de la société (soit l'exemple même de l'entropie), la mise sur pied de « machines pensantes » s'inscrivait dans la visée d'un traitement de l'information plus fiable et rationnel que l'humain, dont les capacités n'auraient pas réussi à faire leurs preuves (comme l'attestaient la « solution finale » et la bombe A). L'intelligence devient dans cette conjoncture l'objet d'étude par excellence de la cybernétique, qui se donne pour tâche de la définir et de la mesurer. Il fallait à cet effet interroger la soi-disant « machine humaine », en l'occurrence l'« esprit », afin de parvenir à l'objectif technique de « [...] reproduire artificiellement l'intelligence humaine »¹⁹⁸ — ce qui explique, par ailleurs, pourquoi la cybernétique est reconnue comme étant l'idéal-type de la technoscience¹⁹⁹.

¹⁹⁶ Céline Lafontaine, *L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine*, Paris, Seuil, 2004, p. 40-41. L'idéal de progrès et d'émancipation qui était jusque-là répandu, échoue notamment avec la déception provoquée par l'implication scientifique et intellectuelle dans la guerre : « L'être humain s'étant montré capable des pires atrocités, la création d'une machine pleinement rationnelle porte l'espoir d'une gestion plus juste et efficace de la société » (*Ibid.*, p. 49-50). Cela signifierait d'ailleurs pour plusieurs scientifiques « [...] une tentative de rachat de la faute nucléaire » (*Ibid.*, p. 37).

¹⁹⁷ D'après Norbert Wiener, nous vivons dans un monde soumis à la deuxième loi de la thermodynamique, l'entropie, où « [...] confusion increases and order decreases » (*The Human use of human beings. Cybernetics and society*, DaCapo Press, 1988, p. 36.)

¹⁹⁸ Céline Lafontaine, *op. cit.*, p. 63.

¹⁹⁹ Selon Lafontaine, la cybernétique constitue la « matrice de la technoscience » (*Ibid.*). Cette vocation étant explicite dans son objectif même : établir les lois de la communication afin de pouvoir les appliquer techniquement dans la concrétisation d'une machine « pensante ». Par exemple, avec John von Neumann, l'autre père-fondateur de la cybernétique, « [...] "life", "brain", or "chromosomes" were not used as foundational entities or essentialist categories. Instead, they were what they did [...]. In von Neumann's scheme, epistemology and technology defined and folded into each other » (Lily Kay, *Who wrote the book of life? A History of the Genetic Code*, Stanford, Stanford University Press, 2000, p. 112).

Les cybernéticiens ont forgé une théorie unificatrice qui permet une heuristique valable autant pour l'humain que pour la machine, autant pour la nature vivante que pour l'inanimé, notamment par le biais de la notion de communication conçue en tant qu'échange d'informations et rétroaction, principes composant, énonçait-on, « [...] intégralement des phénomènes, aussi bien naturels qu'artificiels²⁰⁰ ». Vu la redéfinition de l'intelligence qui s'en est suivie, pour le dire sommairement, la « capacité de rétroaction » d'une entité²⁰¹, la machine a aussitôt pu se voir partager avec le vivant le statut d'« organisme social » ou d'« être comportemental ». La cybernétique opère ainsi la dissolution des frontières entre humain et automate « [...] not by rejecting concepts of purposes, goals, and will [but] by *expanding the category of "machines"*, via the concept of feedback, to include these notions²⁰² ». Il n'y est plus de différence qualitative entre l'étude des êtres vivants, la psychologie et le design de robots²⁰³.

Au cœur de ces remarquables souplesse et capacité d'extrapolation dont fait preuve le cadre conceptuel de la cybernétique, se trouve une re-conceptualisation bien particulière de la notion d'information en tant que « principe physique quantifiable »²⁰⁴. Elle devient un « outil universel de mesure », applicable donc indistinctement à des « systèmes » physiques, biologiques, techniques ou humains. À vrai dire, en partant du postulat selon lequel « [t]ous les objets de l'univers existent sous une forme informationnelle, qui leur est essentielle²⁰⁵ », la

²⁰⁰ Philippe Breton, *L'utopie de la communication*, op. cit., p. 26 (c'est nous qui soulignons).

²⁰¹ Céline Lafontaine, op. cit., p. 46.

²⁰² Paul Edwards, *The Closed World. Computer and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, MIT Press, 1997, p. 182.

²⁰³ *Ibid.*, p. 185. Comme l'affirme Philippe Breton « [...] on ne compare pas les "êtres" en fonction de leur nature apparente, minérale, biologique ou métallique par exemple, mais uniquement en fonction de leur comportement effectif [...] » (*L'utopie de la communication*, Paris, La Découverte, 1995, p. 28). Enfin, cet « holisme » fait valoir à la cybernétique le titre de « science du contrôle et des communications dans l'homme, l'animal et la machine » (Sylvie Catellin, op. cit.).

²⁰⁴ Céline Lafontaine, op. cit., p. 45. Lafontaine souligne que « [l]a portée théorique du concept d'information dans l'univers scientifique contemporain est comparable à la notion d'énergie pour la science moderne [...]. La nature [du message] peut être *physique, biologique ou culturelle*, cela n'a strictement pas d'importance. Du point de vue de la théorie de l'information, une série de lettres prises au hasard et un sonnet shakespearien ont la même valeur » (p. 45. C'est nous qui soulignons).

²⁰⁵ Philippe Breton, *À l'image de l'homme. Du Golem aux créatures virtuelles*, Paris, Seuil, 2005, p. 114. Selon Breton, « [o]n voit bien ici que l'une des conséquences majeures de l'acceptation du présupposé initial—"tout est communication"—conduit directement à l'abolition pure et simple de la barrière classique qui sépare le naturel de l'artificiel et à la "débiologisation" de l'intelligence [...] » (*L'utopie de la communication*, op. cit., p. 28). Or,

cybernétique met en place le paradigme informationnel : une représentation du monde et de l'humain comme des supports d'information. Il en découle, par exemple, que la différence entre le biologique et la matière ne relève alors plus de leur essence mais de leur échelle de complexité. En invoquant le cas des virus, le mathématicien Norbert Wiener, l'un des pères-fondateurs de la cybernétique, affirme lui-même que « [n]ow that certain analogies of behaviour are being observed between the machine and the living organism, *the problem as to whether the machine is alive or not is, for our purposes, semantic and we are at liberty to answer it one way or the other as best suits our convenience*²⁰⁶ ». Bref, étant donné qu'il opère un nivellement entre le statut de la machine et celui de l'humain, d'après le sociologue et anthropologue David Le Breton, Wiener « [...] est sans doute le premier à brouiller les frontières de l'automate et du vivant²⁰⁷ ».

En remplaçant le dualisme ontologique entre le monde de la nature et celui de l'artifice, entre les sciences de la nature et les humanités par son « monisme informationnel » qui « [réunit] sous *un même modèle explicatif* les organismes vivants, les machines et la société [...]»²⁰⁸, la cybernétique représente finalement un point tournant dans l'histoire de la science moderne. Si jusque-là de telles distinctions ontologiques étaient de règle, en dissolvant toute différenciation entre humain et automate, entre biologique et inerte et entre nature et artifice,

l'ordinateur est vu comme l'actualisation d'une intelligence qui quitte le support biologique pour s'installer dans un autre, machinique (Céline Lafontaine, *op. cit.*, p. 54).

²⁰⁶ Norbert Wiener, *op. cit.*, p. 32 (c'est nous qui soulignons). Ces définitions deviennent pour Wiener des obstacles presque superflus pour la science : « [...] I want to interject the semantic point that such words as *life, purpose, and soul* are grossly inadequate to precise scientific thinking. [...] Whenever we find a new phenomenon which partakes to some degree of the nature of those which we have already termed "living phenomena", but does not conform to all the associated aspects which define the term "life", we are faced with the problem whether to enlarge the word "life" so as to include them, or to define it in a more restrictive way so as to exclude them » (*Ibid.*, p. 31. C'est nous qui soulignons). Wiener finira par remplacer l'axe vivant/inanimé par celui d'information/entropie (Philippe Breton, *À l'image de l'homme, op. cit.*, p. 112).

²⁰⁷ David LeBreton, *L'Adieu au corps*, Paris, Éditions Métailié, 1999, p. 179.

²⁰⁸ Céline Lafontaine, *op. cit.*, p. 38 (c'est nous qui soulignons). Il faut dire que l'exploration commune du monde de la nature, de la vie et de l'artifice a bien répondu au désir que présentait la cybernétique d'en unifier les connaissances : « Cybernetics, as Wiener saw it, was a metadiscipline, something akin to what Michel Foucault would later term "episteme" » (Lily Kay, *op. cit.*, p. 84).

la cybernétique opère une révolution paradigmatique qui marque en somme une véritable rupture avec les notions et les méthodes classiques de la science moderne²⁰⁹.

Enfin, si en tant que discipline la cybernétique a disparu, son empreinte se retrouve dans la plupart des sciences pures et humaines, notamment par le biais du paradigme informationnel. Son influence est retracée des sciences du vivant à la psychologie, en passant par les sciences cognitives et les sciences sociales²¹⁰. Comme nous avons pu le remarquer, l'information comme unité conceptuelle constitue un outil exceptionnel pour agir dans le monde. Le cas de la biologie moléculaire est l'un des plus exemplaires : cette notion lui a permis, à l'aide du génie génétique, de « transcender » les frontières entre genres et règnes, accomplissant ainsi des exploits qui font la une (comme les chèvres aux gènes d'araignées ou les tomates aux gènes de poisson)²¹¹. À regarder les avancées d'aujourd'hui en technosciences, force est de constater que la représentation informationnelle du monde « [...] qui n'était tout d'abord qu'un modèle et une hypothèse [a fini] par prendre une réalité ontologique, le "as if" devenant "is"²¹² ».

Eu égard à l'envergure des percées technoscientifiques qui ont, depuis, suivi la cybernétique (les technologies d'information, les produits du génie génétique, les techniques biomédicales, etc.) elles n'ont pu passer inaperçues par les sciences humaines et sociales. Des champs multidisciplinaires consacrés à l'étude des transformations socio-culturelles (par exemple du lien social, des rapports de genre, du rapport au corps, de l'identité, etc.) qui suivaient du déplacement des contours des sphères de la nature et de la culture se sont même

²⁰⁹ Philippe Breton, *L'utopie de la communication*, *op. cit.*, p. 24. Comme nous l'avons souligné en introduction, l'expression « révolution paradigmatique » doit se comprendre ici dans le prolongement des travaux de la sociologue Céline Lafontaine, où la notion de « paradigme » présente « [...] une portée beaucoup plus large que celle d'un cadre heuristique général tel que l'avait conceptualisé Kuhn. [II] renvoie à une représentation globale du monde, un modèle d'interprétation à partir duquel on pense et on se pense nous-mêmes comme agissant dans le monde » (Céline Lafontaine, *op.cit.*, p. 16).

²¹⁰ Voir à ce sujet Céline Lafontaine, *op. cit.*

²¹¹ L'influence informationnelle est visible par exemple dans la conception de l'ADN comme code, messenger, outil de transmission génétique. Sur la filiation de la biologie moléculaire à la cybernétique, voir notamment Evelyn Fox Keller, *Le rôle des métaphores dans le progrès de la biologie*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond, Institut Synthélabo, 1999, et Lily Kay, *op. cit.*

²¹² Jérôme Segal, *Le Zéro et le Un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20^e siècle*, Éditions Syllepse, 2003, p. 213.

configurés, comme en témoigne celui que l'on en est venu à appeler *Science Studies*²¹³. Pour tenter de rendre compte des grandes lignes des approches contemporaines du rapport moderne entre nature et artifice, de la manière dont il est perçu et analysé, nous étudierons la pensée de deux théoriciens incontournables dans le domaine des *Science Studies* : Bruno Latour et Donna Haraway. Arrêtons-nous d'abord sur la pensée de Bruno Latour. La thèse de ce sociologue, anthropologue et philosophe des sciences sur le dualisme moderne, aussi originale qu'audacieuse, a été développée d'après son travail socio-ethnographique dans des laboratoires scientifiques. Elle s'avère, on le verra, essentielle pour l'appréhension aussi bien théorique du brouillage entre nature et artifice que de l'ampleur qu'il a pu prendre avec le développement scientifique.

2.2 La Modernité entre dualisme et hybridation

Si à l'instar de l'œuvre de Descola, Latour ne cesse de nous rappeler que la réalité n'est pas duale ou antagoniste, il s'en distancie en ce qu'il dévoile l'utilité (opportunément refoulée semble-t-il suggérer) de l'illusion de cette scission entre humains et non-humains si singulière aux sociétés modernes, qui placent d'un côté les entités de la nature et de l'autre le monde de l'humain, avec tout ce qui lui est propre, la société, la culture et la technique.

Ce « grand partage », comme Latour l'appelle, est à ses yeux pure rhétorique, car dans la pratique la modernité ne l'aurait pas réalisé. Son institutionnalisation aurait en revanche servi à la légitimation et au déploiement de la domination humaine de la nature. Mais ce, subrepticement : l'ethnocentrisme dont relève cette vision dualiste du monde aurait été voilé derrière une approche rationnelle (scientifique) d'enquête et de compréhension du réel. Il est question ici à proprement parler de la *naturalisation* de la culture moderne qui efface l'artifice de la construction dualiste, comme il a été question notamment avec l'œuvre de Descola.

Avant de poursuivre avec la thèse latourienne, il est utile de revenir aux origines de sa critique. Depuis les années soixante, maintes crises écologiques ont affleuré (pour n'en nommer que quelques-unes : les pluies acides, la déforestation, les trous dans la couche

²¹³ Monica J. Casper et Barbara A. Koenig, « Reconfiguring Nature and Culture: Intersections of Medical Anthropology and Technoscience Studies », *Medical Anthropology Quarterly*, vol. 10, n° 4, 1996, p. 523-536.

d'ozone, le réchauffement climatique, la contamination des sources d'eaux, l'extinction d'espèces) et sont devenues des objets de controverses sociales. La « nature » s'est trouvée au centre du conflit entre scientifiques, politiciens, écologistes, citoyens et économistes qui débattaient sur sa conservation, son destin, sa survie. Ces nouveaux faits sociaux ne manquèrent de rendre explicite à la société que ce qui ressemblait à un « fait naturel » était davantage un imbroglio, fruit et enjeu de diverses sphères de la vie humaine (sociale, politique, économique, scientifique, culturelle, etc.) : si le trou d'ozone est un fait physico-chimique, il n'est pas moins un effet de l'activité humaine (usage des gaz CFC). Pour Latour, il n'était donc pas question de « données naturelles » mais d'« êtres hybrides »²¹⁴. Alors que les notions de nature et culture ont été conçues de manière à se repousser mutuellement, la multiplication dans la place publique de ces nouveaux êtres « [...] que plus rien ne peut limiter au seul monde naturel [...] »²¹⁵ » aurait rendu manifeste la nature hybride de nos sociétés.

Si, depuis, l'existence d'un rapport entre les deux dimensions (nature et culture) n'est plus niable, Latour constate néanmoins qu'il ne peut pour autant être pensé. Le corps social n'est pas à même de réfléchir à des objets qui sont à la fois des faits, des constructions sociales et des discours²¹⁶ « [*p*]arce que nous sommes modernes. Notre tissu [nature-culture] n'est plus sans couture. La continuité des analyses devient impossible²¹⁷ ». Aussi les sociétés vivent-elles actuellement une « crise constitutionnelle »—soit de ce qu'il appelle ironiquement la « constitution moderne », celle qui a pour tâche de définir les propriétés et la hiérarchisation des choses. En d'autres termes, parce que la prescription conceptuelle qui oriente la catégorisation du réel en nature et société, humain et non-humain n'en reflète pas l'hybridité, nos sociétés demeurent incapables de saisir la vie pratique.

Comment expliquer cette « faiblesse » conceptuelle moderne? Chercher à mieux la comprendre nous mène au cœur de la thèse latourienne. La modernité posséderait en fait,

²¹⁴ Voir Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte/Poche, 1997, p. 7.

²¹⁵ *Idem*, *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, Paris, La Découverte/Poche, 2004, p. 41.

²¹⁶ *Idem*, *Nous n'avons jamais été modernes, op. cit.*, p. 13-15. Il s'agit de trois vues sur le monde : la naturalisation, la socialisation et la déconstruction.

²¹⁷ *Ibid.*, p. 16 (c'est nous qui soulignons).

d'après Latour, une double face. Sous la première, elle s'engage, notamment par son outil de prédilection qu'est la science, dans une *pratique d'hybridation* qui produit ces êtres mi-nature mi-culture que Latour appelle « quasi-objets ». Sous la deuxième, elle « filtre » le monde, comme nous l'avons vu, en séparant humains du non-humain²¹⁸. Latour nous montre que ces deux faces sont pourtant indissociables : si la « purification », comme aime l'appeler Latour, *repose sur* la production d'hybrides—à défaut de ceux-ci, elle n'aurait pas quoi « filtrer »— ce travail d'hybridation se verrait bridé, voire proscrit, si l'on ne séparait pas le monde humain de la nature. Ce qui revient à dire que la modernité, « [...] afin d'être efficace, doit ignorer ce qu'elle permet²¹⁹ ». Chez les peuples non-modernes, pour être réels dans leurs imaginaires, de tels hybrides (animal-humain, humain-divin, vivant-inanimé²²⁰) ne voient pas le jour, car ils sont tout à fait visibles et pensables, « [e]n saturant de concepts les mixtes de divin, d'humain et de naturel, ils en limitent l'expansion pratique. C'est l'impossibilité de changer l'ordre social sans modifier l'ordre naturel—et inversement—qui oblige les pré-modernes [...] à la plus grande prudence²²¹ ». Alors que chez nous, c'est l'inverse qui se passe, soutient Latour: en plaçant nature et société sur des plans distincts, la philosophie moderne aura permis *l'amalgame illimité* d'êtres. C'est dire qu'aussi bizarres soient-ils, nos hybrides ne trouvent guère d'obstruction dans leur engendrement parce que le cadre de pensée dans lequel ils existent « [en] nie l'existence et même la possibilité²²² ». Pour le dire court, *s'ils existent matériellement, ils n'existent pas socialement ni politiquement*, ou encore, parce qu'ils sont *impensables*, ils sont à même de se multiplier. C'est ainsi que la pensée dualiste, selon Latour, « [...] procura aux modernes l'audace de mobiliser les choses et les gens à une échelle qu'ils s'interdiraient sans elle²²³ ».

Dans ces circonstances, ce qui différencie le monde moderne des autres cultures, accusées de vivre immergées dans un amalgame de mythes, de croyances et de fictions, ne serait pas son rapport objectif au monde qui se donne par la distinction entre naturel et social,

²¹⁸ *Ibid.*, p. 20-21.

²¹⁹ *Ibid.*, p. 64.

²²⁰ À ce sujet, l'œuvre de Descola est particulièrement éclairante.

²²¹ Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes*, *op. cit.*, p. 62.

²²² *Ibid.*, p. 53.

²²³ *Ibid.*, p. 61.

mais le fait que, grâce à son cadre dualiste, le monde moderne « [mélange] de beaucoup plus grandes masses d'humains et de non-humains, sans rien mettre entre parenthèses et sans interdire *aucune combinaison!*²²⁴ ». Alors que la pensée dualiste semblait être à même de réduire la complexité du réel, elle a en fait permis à la science de la décupler²²⁵. Pour Latour, la pratique fournit donc la preuve que la séparation entre nature et culture n'aura été que discursive. Si ce constat lui permet de déclarer, quitte à en déconcerter plus d'un, que « nous n'avons jamais été modernes »²²⁶, il met en lumière avant tout le paradoxe de la modernité qui se révèle néanmoins être sa puissance: « [...] si nous considérons les hybrides nous n'avons affaire qu'à des mixtes de nature et de culture; si nous considérons le travail de purification, nous sommes en face d'une séparation totale entre la nature et la culture²²⁷ ». Dans la mesure où notre cadre constitutionnel épistémologique, juridique et éthique nie la possibilité même de telles entités hybrides, il ouvre à une dissolution des contradictions très efficace. Il donne la liberté de faire « tout et son contraire », car l'action se passe dans l'entre-deux, dans l'*impensé* et l'*impensable*²²⁸.

Pendant que, dans les sociétés occidentales contemporaines, l'arrivée sur la place publique de produits technoscientifiques nouveaux—comme les organismes génétiquement modifiés (OGM), les embryons congelés et les animaux clonés— a rendu le fusionnement d'entités publiquement incontestable, Latour saisit bien que nos sociétés se trouvent impuissantes face aux enjeux soulevés par ces « quasi-objets ». Les organismes transgéniques illustrent particulièrement bien ce flou qui reste jusqu'à date irrésolu. Les outils conceptuels dont le social dispose n'arrivent plus à cerner de tels êtres, à distinguer l'artificialité de leur

²²⁴ *Ibid.* (c'est nous qui soulignons).

²²⁵ Les « modernes », nous dit Latour, « [...] allaient de l'avant avec l'espoir de prendre en compte de moins en moins de propositions alors qu'ils avaient mis en branle [...] la plus formidable machine à brasser le plus grand nombre possible d'entités—cultures, nations, faits, sciences, gens, arts, animaux, industries—, un immense capharnaüm qu'ils n'arrêtaient pas de mobiliser ou de détruire dans le moment même où ils affirmaient vouloir simplifier, épurer, naturaliser, exclure » (*Politiques de la nature, op. cit.*, p. 255).

²²⁶ Le titre même de l'une de ses œuvres principales.

²²⁷ Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes, op. cit.*, p. 47.

²²⁸ Selon les mots de Latour : « C'est parce qu'elle croit à la séparation totale des humains et des non-humains et qu'elle l'annule en même temps, que la Constitution a rendu les modernes invincibles » (*Ibid.*, p. 57). Ce double langage, poursuit Latour, forme la puissance de la modernité, car il « [...] permet de tout faire sans être limité par rien. Pas étonnant que cette Constitution ait permis [...] de "libérer quelques forces productives" [...] » (*Ibid.*, p. 50).

naturalité : si les OGM sont artificiels dans le sens qu'ils n'auraient pas pu exister sans l'intervention humaine, par des procédures « [...] set in motion for entirely instrumental reasons [...] »²²⁹, ils sont forcément en même temps des êtres naturels, parce qu'il s'agit d'organismes biologiques qui suivent le cours de naissance, de reproduction et de mort qui caractérise la nature vivante. Comme le souligne la philosophe Marina Maestrutti, les catégories dualistes montrent leur impuissance à saisir les produits technoscientifiques issus de champs comme les biotechnologies, le génie génétique et les NST : « Le robot [...], le cyborg ou la brebis Dolly [...] sont ce que l'anthropologie définit comme des "abominations" [...] »²³⁰. À y réfléchir, ces êtres réclameraient donc plutôt une « horizontalité » dans leur définition, qui les placerait dans un continuum entre nature et artifice, ce qui n'existe pas dans la grille de classification occidentale du monde.

En vue de combler les limites de la démocratie actuelle²³¹ et parce que, comme il a été question ci-haut, l'ampleur de la pratique d'hybridation est « [...] directement proportionnelle à l'impossibilité de penser directement ses relations avec l'ordre social²³² », Latour propose un « parlement des choses » : une nouvelle constitution qui reconnaîtrait l'hétérogénéité des quasi-objets, ces hybrides mi-humain et mi-chose, et leur donnerait droit de cité formel sur la place publique. Sa nouvelle démocratie passe notamment par une redéfinition majeure de la notion d'*acteur*, si chère à la sociologie. Puisque, à ses yeux, « [l]e social n'est pas plus composé de sujets que la nature n'est composée d'objets²³³ », il est dès

²²⁹ Kate Soper, «Thinking the Unnatural », *Capitalism, Nature, Socialism*, vol. 16, n° 1, 2005, p. 132. Dans cet article, entre autres, Soper confronte les OGM aux critères kantien de nature et artifice.

²³⁰ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 245.

²³¹ L'un des enjeux principaux chez Latour est justement de montrer le rôle majeur que joue la science dans la politique, car conçue comme miroir de la nature, elle établit des vérités et permet l'existence d'« états de fait », à savoir, la nature. La politique créerait donc le consensus par le biais de la science. C'est bien pourquoi, selon lui, la démocratie fut « [rendue] impuissante aussitôt qu'elle fut inventée à cause de la contre-invention de la science » (*Politiques de la nature, op. cit.*, p. 110). Il s'en prend finalement à la Nature, « [...] ce corps inventé pour rendre la politique impuissante [...] » (*Ibid.*, p. 49) ou encore « [...] l'obstacle qui gêne depuis toujours le développement de la parole publique » (*Ibid.*, p. 21). Le politique étant compromis, il cherche des moyens pour une démocratie de fait, qui ne soit plus soumise à la science.

²³² Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes, op. cit.*, p. 63.

²³³ *Idem*, *Politiques de la nature, op. cit.*, p. 74. Pour Latour, est acteur tout être vivant ou objet qui produit une action ou incite une modification chez un autre; si la forme des acteurs peut différer (biologique, mécanique, humain, etc.), ils ont tous un même pouvoir en tant qu'acteurs. La portée de cette redéfinition est d'autant plus importante que le rôle qu'il accorde aux objets inanimés comme les instruments, et animés comme les microorganismes, dans la construction de la réalité est majeur : « [...] jamais un virus n'apparaît sans ses virologues, [...] un drogué sans

lors infondé d'insister sur la séparation entre politique et nature et de déterminer de manière permanente (socialement) l'ordre, la place et la valeur des acteurs. Étant donné que le développement technoscientifique fait que la « [...] gamme d'entités à prendre en considération devient fluctuante [...] »²³⁴, il serait, d'après Latour, dans l'intérêt de la démocratie d'adopter une attitude d'ouverture (relativiste?) qui permettrait d'inclure dans le « parlement des choses » les « voix » des nouveaux acteurs à mesure qu'ils voient le jour.

Si les propositions de Latour en réponse à la crise conceptuelle, normative et éthique où les sociétés se trouvent actuellement sont discutables, d'autant plus dans un cadre sociologique, en revanche il met le doigt sur quelque chose de fondamental dans le développement technoscientifique du XX^e siècle : la quête de l'hybridation. Une quête qui se profile d'ailleurs aujourd'hui également dans le domaine des sciences humaines. Par le fait même qu'elle pose des obstacles matériels aux possibilités de discernement entre le naturel et l'artificiel (comme les êtres hybrides dont il a été question plus haut), la pratique de l'hybridation est devenue pour certains auteurs un motif de revendication socio-politique. C'est le cas précisément de Donna Haraway.

2.3 *Transcender nature et culture : perspectives et enjeux*

La biologiste, historienne et philosophe des sciences Donna Haraway, dont les travaux se trouvent à la croisée des *Science* et *Gender Studies*²³⁵, est l'une des principales voix de la perspective « déconstructionniste » de la science et de la nature dans le monde contemporain. Elle déconstruit aussi bien l'idée que la science est le miroir de la nature que celle de l'existence d'une nature extérieure à l'humain, car selon elle, le « réel » et les « choses » ne

ses drogues, un lion sans son Masai, [...] un fermier sans son paysage [...] » (*Ibid.*, p. 223). La valeur qu'il accorde aux objets est si grande qu'il va jusqu'à affirmer que limiter la démocratie aux humains « [...] paraîtra dans quelques années aussi étrange que d'avoir si longtemps limité le droit de vote des esclaves, des pauvres, des femmes » (*Ibid.*, p. 107).

²³⁴ *Idem*, *Changer de société. Refaire la sociologie*, Paris, Éditions La Découverte, 2006, p. 19.

²³⁵ Alors qu'au cœur du champ interdisciplinaire des *Science Studies* se trouve le dévoilement des rapports de pouvoir et du fondement culturel des technosciences, les *Gender Studies* ont, en ce qui a trait aux études sur la science, réalisé des avancées considérables dans la mise à nu des *a priori* sexués et genrés de la pratique et du discours scientifique, déconstruisant l'idée dominante de science comme incorruptible et libre de valeurs. À ce sujet, voir, outre les travaux de Haraway, ceux de l'historienne des sciences Londa Schiebinger, notamment *Nature's Body. Gender in the Making of Modern Science*, New Brunswick, Rutgers University Press, 2004, où elle analyse les biais sexistes dans le développement de la taxinomie botanique et mammifère.

préexistent pas à la construction humaine²³⁶. Aussi les sociétés se trouvent-elles, avec les développements technoscientifiques de la fin du XX^e siècle, sur le point de « réinventer la nature ». Dans le *Cyborg Manifesto*, son célèbre texte qui a fait le tour du monde²³⁷, en reconnaissant les changements sociaux, culturels, politiques et économiques engendrés par et avec la science et la technologie, Haraway propose à ceux qui se préoccupent des enjeux de pouvoir que sous-tend le développement technoscientifique, d’y prendre part non pas en tant que sujet humain politique incarné dans un corps biologique, mais en tant que cyborg. Regardons ses propos de plus près.

Des ruptures centrales dans la conception de l’humain, qui auraient été accomplies au XX^e siècle en Occident et devenues irréfutables, fondent son argumentation. Elles s’inscrivent dans la continuité de celles que nous avons discutées concernant la cybernétique. L’une d’elles a trait à l’abolition des frontières entre humain et animal, car qu’il soit question de « [...] language, tool use, social behaviour, mental events, nothing really convincingly settles the separation of human and animal²³⁸ ». Le fait qu’il n’est désormais plus possible de s’opposer avec des raisons légitimes à la fusion entre humain et animal démontrerait que la séparation entre nature et culture serait devenue tout simplement caduque. Une autre rupture concerne le partage de qualités entre humain et machine : s’il est vrai qu’aux siècles antérieurs des automates étaient déjà construits, ce serait frôler le ridicule, comme le dit Haraway, de penser que ces machines étaient autre chose que des machines. Or, « [n]ow we are not so sure. Late twentieth-century machines have made thoroughly ambiguous the difference between natural and artificial, mind and body, self-developing and externally designed [...]. Our machines are disturbingly lively, and we ourselves frighteningly inert²³⁹ ». En bref, la société n’est plus à même de définir « who makes and who is made » dans le

²³⁶ Par exemple, dans son livre *Primate visions : Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science* (New York, Routledge, 1989), Haraway dégage les *a priori* genrés, racistes et colonialistes de la primatologie, montrant que des discours scientifiques imprégnés de préjugés se font légitimer par le biais de la « nature ». Et en dévoilant le flou de la frontière entre humain et animal, elle finit par remettre en cause la distinction entre nature et culture. Dans *Simians, Cyborgs and Women : The reinvention of nature* (New York, Routledge, 1991), en retraçant les biais idéologiques de la création de la nature et de son portrait scientifique, elle soutient que la nature n’a pu être construite au long du temps.

²³⁷ Le texte vient d’être traduit en français : Donna Haraway et al., *Manifeste cyborg et autres essais : Sciences - Fictions – Féminismes*, Exils Éditeur, 2007.

²³⁸ Donna Haraway, *Simians, Cyborgs and Women*, *op. cit.*, p. 151-152.

²³⁹ *Ibid.*, p. 152.

rapport entre humain et machine²⁴⁰. Les transformations épistémologiques et les percées technoscientifiques réalisées depuis la Seconde Guerre démontreraient finalement pour elle que le dualisme moderne a été « techno-digested »²⁴¹ : « There is no fundamental, ontological separation in our formal knowledge of machine and organism, of technical and organic²⁴² ». Considérant les changements dans les rapports sociaux qui en ont résulté, ces fusions humain-machine-animal autrefois tabous seraient à ses yeux devenues inéluctables.

Sa plaidoirie ne s'arrête pourtant pas à la reconnaissance de la « transcendance » des dualismes. Haraway milite, dans son manifeste, pour que le désengagement du cadre philosophique moderne devienne une revendication en soi : pendant que les dichotomies occidentales hiérarchisent et naturalisent les identités, constituant de ce fait le moteur de la reproduction sociale²⁴³, leur dissolution, à ses yeux, ouvre la voie à la lutte politique. Là est l'intérêt du cyborg²⁴⁴. Ce creuset organique, machinique et humain, cet être hybride qui est en

²⁴⁰ *Ibid.*, p. 177. Ici est question par exemple de la production de subjectivité par la technologie et de sa socialisation. Les travaux de Sherry Turkle entre autres se penchent sur ces nouvelles formes de rapports sociaux offertes par les nouvelles technologies dites « relationnelles et sociables ». Dans son texte dont le titre est assez révélateur, « *Enhancing Human Performance when the Computer is not a Tool but a Companion* », elle affirme : « Today's relational artifacts include children's play things (such as Furbies, Tamagotchis, [...]); digital dolls and robots that double as health monitoring systems for the elderly [...]. These objects are harbingers of a new paradigm for computer-human interaction [...]. These artifacts are well positioned to affect people's way of thinking about themselves, about identity, [...] influencing how we understand such "human" qualities as emotion, love, and care [...]. In the process, the line between artifact and biology softens » (dans *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Roco, Mihail C. et William Sims Bainbridge, dir, National Science Foundation, 2002, p. 151 et 153). Ces technologies relationnelles, qui ne sont plus seulement des machines ni des humains, sont donc selon elle un défi pour nos capacités de classification (la même à laquelle fait face un enfant essayant de répondre si son Tamagotchi est vivant...). En fin de compte, on parle aujourd'hui de l'« anthropologie du cyborg » qui se consacre à l'étude de la production de l'humanité par les machines (Monica J. Casper et Barbara A. Koenig, *op. cit.*).

²⁴¹ Donna Haraway, *op. cit.*, p. 163. Par exemple, suivant Haraway l'organisme biologique est désormais conçu comme un « composant biotique », un dispositif de communication comme tout autre : « In a sense, organisms have ceased to exist as objects of knowledge, giving way to biotic components [...] » (p. 164).

²⁴² *Ibid.*, p. 177-178.

²⁴³ Au dire de Haraway elle-même : « [...] certain dualisms have been persistent in Western traditions; they have all been systemic to the logics and practices of domination of women, people of colour, nature, workers, animals [...] » (*op. cit.*, p. 177). Parmi ces dualismes se trouvent : culture/nature, soi/autre, corps/esprit, mâle/femelle, producteur/produit et actif/passif.

²⁴⁴ L'idée de cyborg (contraction de *cybernetic organism*) issue du développement de la cybernétique, prend forme avec le soldat de la Seconde Guerre dont le « [...] corps fait ni plus ni moins partie de l'armement » (Céline Lafontaine, *op. cit.*, p. 35). Le terme est encore assez vague, ce qui fait que l'on peut se voir ou non comme des cyborgs par le port de lentilles, de prothèses, de lunettes, etc. Haraway est parmi les auteurs pour qui nous sommes déjà des cyborgs (comme Chris Hables Gray, Sherry Turkle et Katherine Hayles) : « By the late twentieth century [...], we are all chimeras, theorized and fabricated hybrids of machine and organism; in short, we are cyborgs. The cyborg is our ontology [...] » (Donna Haraway, *op. cit.*, p. 150). Si le cyborg était avant tout un idéal-

permanence entre deux mondes: la nature et l'artifice. Il ne serait rien de moins que le moyen d'en finir avec les rapports de pouvoir comme ceux de genre et de race, car la légitimation de ces inégalités reposerait sur ce que l'on croit être des données naturelles : le sexe, la couleur, l'ethnie. Dès que l'on accepte de *s'artificialiser soi-même* pour fusionner avec la machine et l'animal, aucune domination ne peut plus se fonder sur la « nature », l'artifice étant par trop évident. En permettant de franchir les frontières biologiques, le cyborg rend problématiques les catégories homme, femme, nature et culture, d'où son avantage.

La cyborgisation émerge d'ailleurs comme solution aux limitations des mouvements féministe, socialiste et prolétaire, qui s'acharnent à essayer de créer une unité politique en vue de l'émancipation (les femmes, les prolétaires, les noirs), alors que l'expérience aurait démontré que toute unité ne fait que produire de nouvelles dominations; surtout ne vous découragez pas, leur dit Haraway, car il n'y a *plus d'unité possible dès que l'on s'affranchit de la nature*²⁴⁵. Ce pourquoi la forme de vie du cyborg s'avère un moyen de libération plus efficace. En suggérant la forme de vie des cyborgs, ces « monstres sauveteurs », comme solution à la domination, elle ne songe à rien d'autre qu'à un monde où les différences de sexe et de genre auraient été dépassées, à la limite, devenues optionnelles : « The cyborg is a creature in a post-gender world²⁴⁶ ».

La pensée de Haraway semble illustrer la mue du constructivisme social en déconstruction postmoderne, car il semble y avoir une différence de fond entre la dénonciation des biais idéologiques de la « construction sociale de la nature », comme nous l'avons vu dans la première partie de ce chapitre, et le discours sur la nature et l'artifice de Haraway. La remise en cause des *naturalisations* qui légitimaient des inégalités et des abus—comme celles

type et un être métaphorique, il semble s'incarner de plus en plus. Voir à ce sujet Céline Lafontaine et Michèle Robitaille, « Nano-Body or Nobody? Radical Life Extension of a Disembodied Self », *The New Boundaries between Bodies and Technologies*, Bianca Maria Pirani et Ivan Vargua, dir., Cambridge, Cambridge Scholars Publishing, 2008, p. 126-143; et Michèle Robitaille, *Culture du corps et technosciences: vers une « mise à niveau » technique de l'humain? Analyse des représentations du corps soutenues par le mouvement transhumaniste*, thèse de doctorat en sociologie, Université de Montréal, 2008.

²⁴⁵ Donna Haraway, *op. cit.*, p. 157.

²⁴⁶ *Ibid.*, p. 150. Ce monde où l'incarnation sexuelle deviendrait une option est celui du post-humain, être fragmenté, cousin du cyborg que nous avons vu brièvement au premier chapitre : « We [les femmes] have all been injured, profoundly. We require regeneration, not rebirth, and the possibilities for our reconstitution include the utopian dream of the hope for a monstrous world without gender » (*Ibid.*, p. 181).

de classe, de genre et de race au profit des systèmes de domination capitaliste, patriarcal et colonialiste—, luttait en même temps contre le réductionnisme biologique²⁴⁷. Or, selon la philosophe Kate Soper, le réductionnisme culturel s'est déplacé « [...] undialectically—into the constructivism of postmodernist *anti-naturalism*, reaching a kind of apex in cyborg theory, with its celebration of the end of nature and *rejection of nature as any source of redemption or normative appeal*²⁴⁸ ». Ce n'est pas tant le dévoilement critique des réductionnismes biologiques et des *a priori* sociaux et symboliques existant dans « la nature » que prônent les théories postmodernes que l'affranchissement à proprement parler de tout *donné*, naturel ou biologique (notamment par les technologies), car comme le saisit Soper, la pensée postmoderne entretient plutôt un *désenchantement envers la nature*. Ce qui pourrait expliquer en partie pourquoi le discours de Haraway s'approche davantage d'une attaque visant à la détraction de la nature.

Chez Haraway, la culture finit par s'imposer sur la nature, car l'idéal-type de ce corps post-humain (post-genre, post-ethnie) est, selon les mots de Maestrutti, un « corps-culture » dont les données biologiques s'estompent pour céder le pas au façonné²⁴⁹. Cette emprise de la culture sur la nature rejoint bien les travaux de l'anthropologue sociale Marilyn Strathern, qui analyse l'impact sur la parenté, en Angleterre, des nouvelles technologies de reproduction, comme l'insémination artificielle, la fécondation in vitro et la néonatalogie. Dans l'un de ses principaux ouvrages, dont le titre est plus qu'éloquent, *After Nature*, elle constate l'effondrement conceptuel de la distinction entre le naturel et le culturel lorsque la nature « [...] cannot survive without cultural intervention²⁵⁰ ». En effet, lorsque l'on arrive au point d'agir techniquement (et ce, de plus en plus intimement) sur la reproduction biologique des humains, il devient plus difficile de penser (et de trouver) un domaine où les « faits naturels »

²⁴⁷ Selon Kate Soper (*op. cit.*), dans les années soixante-dix, un grand effort de la part des sciences sociales était consacré à dévoiler les « fausses » naturalisations de la nature humaine ou de l'environnement lui-même.

²⁴⁸ *Ibid.*, p. 129 (c'est nous qui soulignons).

²⁴⁹ Marina Maestrutti, *op. cit.*, 163.

²⁵⁰ Marilyn Strathern, *After Nature. English Kinship in the Late Twentieth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, p. 175. Encore selon Strathern, « [w]hether or not all this is a good thing is uncertain. What is certain is that it will not be without consequence for the way people think about one another » (*Reproducing the Future. Anthropology, Kinship and the New Reproductive Technologies*, Routledge, 1992, p. 30).

sont indépendants des interventions sociales²⁵¹. Strathern voit bien que, et comme le discours de Haraway l'illustre, « [...] *in the currently prevalent idea that nature and culture are both cultural constructions, the one term (culture) seems to consume the other (nature)* »²⁵².

À ce point-ci du mémoire, il est clair que les NST ne sont ni les premières ni les seules percées technoscientifiques ayant provoqué l'ébranlement des frontières entre nature et artifice. Après avoir, depuis le début de ce chapitre, présenté les piliers socio-culturels ayant soutenu la construction d'une telle distinction ainsi que les transformations qui ont mené à son brouillage, le moment est venu d'explorer théoriquement les principes et les particularités de sa mise en cause dans le cas des NST.

3. Le dualisme et sa remise en question dans le nanomonde

Au premier chapitre nous avons montré, en nous penchant sur l'imaginaire qui sous-tend les NST, l'ébranlement intense qu'opère ce champ entre les frontières de la nature et de la technique. Nous avons aussi pu entrevoir que les chemins par lesquels prend forme ce brouillage semblent pointer vers un processus à double voie consistant en l'artificialisation de la nature et la naturalisation de l'artifice. Nous allons tenter d'en rendre compte à l'aide de la pensée d'auteurs qui se sont intéressés au rapport entre nature et artifice dans le nanomonde.

3.1 La nature comme modèle technologique

Comme il a été discuté dans le premier chapitre, dans le domaine des NST, la nature en elle-même est perçue comme une forme d'ingénierie. L'idée qui se trouve en amont est que la nanotechnologie n'est pas réservée à l'humain, la nature en faisant également usage.

²⁵¹ Les technologies de reproduction constituent l'un des champs les plus significatifs pour le constat du brouillage des catégories nature et culture. En remplaçant des processus naturels par d'autres artificiels, ces « aides à la reproduction » ont démontré qu'elles étaient à même d'altérer ce qui était jusqu'à leur arrivée un « fait naturel » (*Idem, Reproducing the Future, op. cit.*, p. 44-61 et *After Nature, op. cit.*, p. 43). Un exemple simple et aujourd'hui banalisé : alors que la procréation sexuée semblait un donné naturel allant de soi, la fécondation in vitro et l'insémination artificielle ont complètement bouleversé cette idée. À ce sujet, voir aussi Sylvie Martin, *L'utérus artificiel ou l'effacement du corps maternel. De l'obstétrique à la machinique*, Mémoire de maîtrise en sociologie, Université de Montréal, en cours.

²⁵² Marilyn Strathern, *After Nature, op. cit.*, p. 5 (c'est nous qui soulignons).

Selon le philosophe Gregor Schiemann, ce changement dans la conception de la technologie repose sur un paradigme artificialiste de la nature²⁵³.

Au cœur de cette vision technologique de la nature se trouve l’assertion, déterminante dans les discours sur les NST, d’après laquelle nature et nanotechnologies partagent la technique du *bottom-up*. Ce principe universel de construction atomique paraît constituer la clé de voûte du brouillage des différences entre nature et artifice, car à l’échelle où il opère, les deux mondes se croisent, et donc se confondent. Ainsi, l’affirmation « bio is nano » (soit que les organismes biologiques sont formés par la nature via l’approche ascendante *bottom-up*) devient vraisemblable²⁵⁴. Cette conception artificialiste de la nature dont témoigne le cadre heuristique des NST procède, selon l’historienne des sciences Bernadette Bensaude-Vincent, d’une double origine²⁵⁵. La représentation de la nature comme un ensemble de machines est importée principalement de la biologie moléculaire, dont les métaphores heuristiques sont celles des « machines naturelles » :

La révolution dans notre conception de la vie qu’a introduite la biologie moléculaire fait de l’organisation vivante le modèle par excellence d’une « nanotechnologie naturelle » [...]. Qu’est-ce qu’une cellule dans cette vision des choses sinon une nanousine faite de nanomachines moléculaires capables d’auto-réplication?²⁵⁶

L’approche biomimétique est, de son côté, l’empreinte laissée par la science des matériaux dans le nanomonde. Elle aussi part d’une compréhension artificialiste du monde naturel, mais au lieu d’y voir des machines, elle prend plutôt pour postulat de départ que celui-ci a été créé suivant un « design » : « Biomimetics is based on the working hypothesis that nature

²⁵³ Gregor Schiemann, « Dissolution of the Nature-Technology Dichotomy? Perspectives from an Everyday Understanding of Nature on Nanotechnology », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 211. Disponible sur : <http://cms.ifs.tu-darmstadt.de/fileadmin/phil/nano/toc.html>

²⁵⁴ Bernadette Bensaude-Vincent, « Two Cultures of Nanotechnology? », dans *Hyle*, n° 10, vol. 2, 2004, p. 2.

²⁵⁵ *Ibid.* L’hétérogénéité du champ des NST est pourtant loin d’avoir été saisie, comme les travaux de Bensaude-Vincent le soulignent. Par exemple, si le paradigme mécaniste paraît expliquer un bon nombre des métaphores et images dans les NST, il y serait aussi question d’un paradigme vitaliste. À ce sujet voir « Nanobots and Nanotubes : Two Alternative Biomimetic Paradigms of Nanotechnology », *Genesis Redux. Essays in the History and Philosophy of Artificial Life*, Jessica Riskin, dir., Chicago, University of Chicago Press, 2007, p. 221-236; *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.* et avec Xavier Guchet, « Nanomachine: One Word for Three Different Paradigms », *Technè*, vol. 11, n° 1, 2007, p. 71-89.

²⁵⁶ Jean-Pierre Dupuy, « Quand les technologies convergeront », *Revue du Mauss*, n° 23, 2004, p. 411. Voir aussi Bensaude-Vincent et Guchet, *op. cit.*, p. 71.

is a designer who had to face specific problems²⁵⁷ ». Le biomimétisme offre aux NST la nature comme *modèle d'ingénierie réussi* dans l'utilisation de la matière à l'échelle nanométrique. Ayant à leur disposition comme source d'inspiration cette « technologie » qui a percé les techniques de la maîtrise de la matière, les scientifiques espèrent de leur côté pouvoir faire avancer les problèmes technologiques qui apparaissent sur leur chemin vers le contrôle nanométrique en cherchant à comprendre « [...] the tricks used by nature to solve her "engineering problems" [...]»²⁵⁸ ».

De plus, compte tenu que l'approche biomimétique a également comme présupposé que la matière eût été créée pour une tâche spécifique, dans les NST l'idée de matériaux prend le dessus sur celle de matière : « Materials, unlike matter, are "for something"²⁵⁹ ». Et voilà un enchevêtrement supplémentaire entre science et technologie dans le nanomonde, avec pour résultat des propos pour le moins curieux tels que « "nanosciences aim at investigating... how matter self-industrializes"²⁶⁰ ». Comme le remarque Bensaude-Vincent, cette tendance à associer les procédés industriels à la nature favorise le brouillage des

²⁵⁷ Bernadette Bensaude-Vincent, « Reconfiguring Nature through Synthesis: From Plastics to Biomimetics », *The Artificial and the Natural*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 304. Bien que les racines de cette approche puissent être trouvées aussi loin que chez l'artisan de la mythologie grecque Daedalus, la science des matériaux fut, suivant Bensaude-Vincent, la première à en avoir fait un champ de recherche dans les années soixante afin de trouver de nouveaux matériaux « sur mesure » et avec de nouvelles fonctions. Les scientifiques ont vu l'intérêt d'imiter la nature en y puisant des modèles de structure fonctionnels, comme la toile d'araignée, « [...] an extremely thin and robust fiber that offers an unchallenged strength-to-weight ratio » (p. 303). L'objectif de cette approche n'est pas de produire des copies de l'objet naturel, mais de s'en servir comme inspiration pour régler les problèmes d'ingénierie, les scientifiques regardant donc la nature « [...] through engineers' eyes with open anthropomorphism » (p. 304).

²⁵⁸ *Idem*, *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*, p. 9. Comme le remarque Bensaude-Vincent, si la nature peut être source de connaissance sur l'ingénierie et l'industrialisation, « [...] it is because the living cell is now viewed as a factory crowded with numerous bionanomachines in action [...]. Contemporary biomimetics and molecular biology deny the ancient distinction between physis and techné: Biomimetics is grounded in comparative studies of human technologies and the "technologies of nature" [...] » (*Idem*, *Reconfiguring Nature through Synthesis*, p. 305. C'est nous qui soulignons).

²⁵⁹ Bernadette Bensaude-Vincent et Xavier Guchet, *op. cit.*, p. 72. Les NST finissent par rejoindre les métaphores mécaniques également avec le biomimétisme. À ce sujet voir aussi de la même auteure, *Se libérer de la matière? Fantômes autour des nouvelles technologies*, Paris, INRA Éditions, 2004 et *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*

²⁶⁰ C. Saunier, *L'évolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et les nanotechnologies*, rapport de l'Assemblée nationale (N°566) et du Sénat (N°138), Paris, Assemblée nationale, vol. 1, 2005, p. 65, cité dans Bensaude-Vincent et Xavier Guchet, *op. cit.*, p. 72. Or, le brouillage de cette approche est si important que l'on arrive à voir dans la nature un « transfert de technologie ». Ainsi, un professeur de chimie, regrettant les obstacles dans le transfert technologique entre champs disciplinaires, affirme : « In particular we routinely fail to tap into the four billion years worth of R&D in the natural world » (Professeur Julian Vincent, dans C. Sanchez, *Biomimétisme et matériaux*, p. 313-324, cité dans Bernadette Bensaude-Vincent, *Reconfiguring Nature through Synthesis*, *op. cit.*, p. 305. C'est nous qui soulignons).

frontières entre nature et technique. Si la nature est épistémologiquement technologisée, les activités humaines, notamment industrielles et économiques, sont naturalisées—par exemple, en intégrant l'économie à la nature, l'idée d'adaptation au « cours du développement » s'impose sur celle de sa maîtrise par la société²⁶¹.

Deux approches qui indiquent aux NST deux voies pour la mise au point de dispositifs, comme l'illustre le scientifique George Whitesides (l'un des grands détracteurs de Drexler par ailleurs):

The first is to take *existing nanomachines – those present in the cell* – and learn from them [...]. The second is to start from scratch and independently to develop fundamental new types of nanosystems [...]. It will be a marvellous challenge to see if we can out design evolution. It would be a staggering accomplishment to *mimic the simplest living cell*²⁶².

À noter que les deux voies relèvent d'une artificialisation de la nature. Si la première implique l'artificialisation explicite de la nature par l'altération technique d'entités naturelles elles-mêmes afin de les utiliser, une fois « ré-ingénierées », pour la production d'objets techniques²⁶³, c'est aussi le cas dans la deuxième, la biomimétique. Car si avant d'être incorporée dans les NST cette approche pouvait offrir une voie alternative à l'utilisation des « machines naturelles », ce n'est plus cas, du fait que les experts qui œuvrent dans le nanomonde « [...] more simply take all building blocks—molecules, macromolecules, proteins... as devices or machines and use them as docile servants²⁶⁴ ».

Dans le cadre de cette perspective fonctionnaliste qui voit une nature téléologique et ingénieuse ayant produit des leviers, des pompes, des interrupteurs, des batteries, des ventilateurs, etc., il n'est pas surprenant que la matière se voit destituée de ses propriétés pour devenir « [...] elle-même un *dispositif* agencé pour accomplir une fonction donnée. À la

²⁶¹ Bernadette Bensaude-Vincent, *Se libérer de la matière?*, *op. cit.*, p. 30-31. Les NST s'inscriraient d'ailleurs dans la tendance du paradigme de la dématérialisation qui, selon Bensaude-Vincent, malgré ses airs « verts », « [...] naturalise l'économie et la technique [et] artificialise tout autant la nature [...] » (p. 32).

²⁶² G. M. Whitesides, « The Once and Future Nanomachine », *Scientific American*, vol. 285, n° 9, 2001, p. 78-84, cité dans Gregor Schiemann, « Nanotechnology and Nature. On Two Criteria for Understanding Their Relationship », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 88 (c'est nous qui soulignons).

²⁶³ Bernadette Bensaude-Vincent et Xavier Guchet, *op. cit.*, p. 85.

²⁶⁴ Bernadette Bensaude-Vincent, *Reconfiguring Nature through Synthesis*, *op. cit.*, p. 307.

limite, elle s'efface pour devenir *pure information*²⁶⁵ ». Voilà que nous retrouvons ce qui semble être le dernier rejeton de la cybernétique. En effet, pour divers auteurs, les racines socio-historiques et culturelles des NST se retrouvent dans le paradigme informationnel²⁶⁶, en continuité directe avec les postulats d'après lesquels la vie, l'esprit, le corps, la nature, bref l'univers, sont un support d'informations. Ce qui explique en outre la puissance remarquable dont font preuve les NST, dans la continuité de la cybernétique, de remettre en cause les frontières entre nature, machine, humain, vivant.

3.2 Le « *nano is bio* »

Un autre point déterminant dans le brouillage de la distinction entre monde humain et nature dans le cas des NST est le *déterminisme technoscientifique*²⁶⁷. Dans le nanomonde, il a des origines variées et s'exprime sous multiples visages. Ce qui différencie principalement les discours sur les NST de ceux d'autres champs imprégnés de déterminisme technologique est notamment, selon l'historien et sociologue des sciences Cyrus Mody, la projection lointaine de ces technologies dans le passé (et sous une autre modalité, dans le futur, comme nous l'avons vu au premier chapitre)²⁶⁸. Dans le discours des promoteurs des NST se trouve l'affirmation que non seulement la nanotechnologie existait déjà dans des disciplines comme la chimie et les sciences des matériaux, mais aussi que les premiers nanotechnologues

²⁶⁵ *Idem*, *Se libérer de la matière?*, *op. cit.*, p. 37 (c'est nous qui soulignons).

²⁶⁶ Selon Dupuy : « En arrière de tout "paradigme" scientifique, il y a ce que Karl Popper appelait un "programme métaphysique de recherches" — ensemble non "testable" de propositions que l'on tient pour vraies sans chercher à les remettre en cause, cadre théorique qui limite le type de questions que l'on pose, mais en donne aussi l'inspiration première. Le paradigme "nano" procède de la même métaphysique que les sciences cognitives. Celle-ci peut se dire ainsi : tout dans l'univers, donc la nature, la vie et l'Esprit, est machine informationnelle [...] » (*Quand les technologies convergeront*, *op. cit.*, p. 413). Selon Bensaude-Vincent, l'idée des assembleurs universels que nous avons vue au premier chapitre aurait été empruntée de l'un des pères de la cybernétique, John von Neumann (*Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*). De plus, la « domestication » même des bouts de matière se ferait à l'aide de l'ADN et de l'ARN qui permettraient d'y insérer des informations. Parmi les auteurs soutenant la filiation des NST à la cybernétique, se trouvent encore Céline Lafontaine et Michèle Robitaille (*op. cit.*), Sylvie Catellin (*op. cit.*) et Marina Maestrutti (*op. cit.*).

²⁶⁷ En ce sens, les NST sont également héritières de la cybernétique, car pour emprunter les mots de Lafontaine, « [...] l'inéluctable est l'horizon de pensée du paradigme cybernétique » (Céline Lafontaine, *op. cit.*), p. 221.

²⁶⁸ Cyrus C. M. Mody, « Small, but Determined: Technological Determinism in Nanoscience », *Hyle*, vol. 10, n° 2, 2004. Selon Mody, « [...] it is difficult to imagine other sciences where events of billions of years ago would so consistently be invoked unless those events were themselves the objects of study [...] » (p. 18).

travaillèrent dans les fours médiévaux en faisant de la poterie et de la vitrification²⁶⁹. Le développement de ce domaine peut reculer même jusqu'à des époques immémoriales: « [...] nature (or 'biology') has been doing nanotechnology for billions of years; every virus, bacterium, and cell is a nanomachine of enormous complexity²⁷⁰ ». Et voilà, sous un jour nouveau, le fameux « bio is nano » discuté plus haut.

Le rôle joué par les sciences biologiques dans le déterminisme des NST est en effet majeur et présente des façades diverses. Drexler a par exemple emprunté à la biologie, entre autres, le concept d'*évolution*. Ce par quoi il a pu insérer l'activité technoscientifique dans le processus évolutif, faisant de l'avènement des NST une continuité naturelle du progrès technique de l'être humain. Autrement dit, il a favorisé la légitimation du programme pour lequel il milite (comme discuté au premier chapitre) par le biais de sa *naturalisation*. Plutôt que de renvoyer à l'idée selon laquelle la production d'artefacts serait partie intégrante de l'histoire humaine, affirmer que les NST sont, comme la biologie, « inscrites dans la nature » signale que les NST adviendront car elles sont *inscrites dans l'évolution*. Inutile donc d'entraver leur développement ou de s'y opposer²⁷¹. L'impression finale qui tend à se cristalliser est le *nano-destin*: « [...] nano is on its way whether we choose to be part of it or not²⁷² ». Selon Mody, les bases de la rhétorique de cette forme de déterminisme technologique, qui consiste en la « logique autonome du développement technologique », sont partagées aussi bien par les supporters de Drexler que par ses détracteurs—la croyance généralisée dans la « Loi » de Moore en étant un exemple courant.

Mais le rapport entre NST et biologie (le « bio is nano ») est prolifique et porte encore d'autres fruits. Comme nous avons pu remarquer à maintes reprises, un argument répandu

²⁶⁹ *Ibid.* Mody appelle cela la « proto-nanotechnologie », et selon lui ce type de discours aiderait à convaincre le public de l'innocuité des NST par leur long passé.

²⁷⁰ *Ibid.*, p. 4. Ce qui rend, nous dit Mody, « [...] the history of nanotechnology unfathomably deep [...] » (p. 14).

²⁷¹ Raphaël Larrère, « Une éthique pour les êtres hybrides : de la dissémination d'Agrostis au drame de Lucifer », *Multitudes*, 12 mars 2007, [en ligne] <http://multitudes.samizdat.net/spip.php?article2367> (consulté le 13 juillet 2008). Selon Mody, « [...] Drexler sees nanotechnology unfolding in a stepwise, progressive fashion, where each step is related to the next by an inherent design rationale [...] » (p. 10). À ce propos, voir aussi Bensaude-Vincent, *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*

²⁷² Cyrus C. M. Mody, *op. cit.*, p. 17. Mais s'il y a un déterminisme, selon Mody il y aurait peu de fatalisme, car tous les acteurs impliqués croient toujours pouvoir prendre la direction de la vague nano.

dans le milieu est que la vie est « une nanotechnologie qui a réussi ». Ici, la nature elle-même sert d'outil de légitimation discursive. Il s'agit selon Mody d'un cas de déterminisme technologique profond, car la nature est utilisée comme preuve de la possibilité et même l'inéluctabilité du nanomonde: « After all, nature's nano-achievements show [...] that nanomachines are possible, and nature's version of nano has completely restructured the earth and produced human life, culture, and consciousness²⁷³ ». Ainsi, peut-on comprendre pourquoi des chercheurs soutiennent que « [m]ost arguments against nanotechnologies are arguments against life itself²⁷⁴ ». Comme corollaire, le note Bensaude-Vincent, la nature est bien plus qu'une preuve de la faisabilité de nanomachines : elle devient une obligation²⁷⁵. En fait, le rapport à la biologie devient si naturalisé que l'on arrive au point de ré-inscrire les produits nanotechnoscientifiques dans l'évolution. Ce sera à leur tour d'évoluer: « [...] our own nanomachines will develop in a way determined by biology, chemistry, and engineering design; and as they do develop, our inventions cannot help but revolutionize our world just as much as nature's nanobots did²⁷⁶ ». En somme, alors que nous avons vu plus haut que le rapport entre les NST et la biologie découlait du présupposé que la nature fonctionnerait comme le monde humain, ici le présupposé s'inverse : *le monde technologique fonctionne comme celui de la nature*. Or, cette inclinaison des NST à rapprocher ses objets techniques de la nature paraît en fait en être un trait caractéristique du nanomonde.

²⁷³ *Ibid.*, p. 4 . Comme l'illustre le propos de Whitesides : « Nanoscale machines already do exist, in the form of the functional molecular components of living cells – such as molecules of protein or RNA [...] – in enormous variety and sophistication. The broader question of whether nanoscale machines exist is thus one that was answered in the affirmative by biologists many years ago » (Whitesides G., « The Once and Future nanomachines », *Scientific American*, septembre 2001, p. 78, cité dans Bernadette Bensaude-Vincent, *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*, p. 4).

²⁷⁴ Il s'agit ici des propos du renommé chercheur Marvin Minsky (« Virtual Molecular Reality », in Kruppenacker, M. et Levis, 1995, p. 193, cité dans Bernadette Bensaude-Vincent, *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*, p. 3).

²⁷⁵ Bernadette Bensaude-Vincent, *Two Cultures of Nanotechnology?*, *op. cit.*, p. 3.

²⁷⁶ Cyrus C. M. Mody, *op. cit.*, p. 4.

3.3 De la production d'objets techniques à la création de natures

Selon le philosophe Alfred Nordmann, une large part des NST donne lieu à un type de production technoscientifique bien particulier. Les NST démontreraient une tendance à aboutir à ce que l'on appelle les technologies nouménales²⁷⁷. Ce type de technologie est au-delà de la perception et de l'expérience humaines, se plaçant de ce fait avec les « choses en soi » (things-in-themselves)²⁷⁸. Elles font partie d'un monde (nouménal) qui consiste en « [...] nature uncomprehended, unexperienced, and uncontrolled; it is nature in the sense of uncultivated, uncanny otherness²⁷⁹ ». Étant donné que la complexité du fonctionnement d'un objet nouménal dépasse la portée de nos sens et de notre cognition, la possibilité de son contrôle technique excède les capacités de représentation humaine. Pour le dire court, les objets nouménaux sont *incompréhensibles* pour l'humain. Ainsi, pour Nordmann, malgré les efforts de théorisation sur les phénomènes du nanomonde, la manière dont se comportent les nano-objets en eux-mêmes reste inaccessible à la connaissance : ils font partie de l'« *uncanny otherness* ». Les NST impliqueraient de ce fait un recul de l'accès, de la perception et du contrôle humain par rapport aux objets techniques. Selon Nordmann, les technologies nouménales existent lorsque « [...] the link between representation and control is broken, that is, when we successfully create artifacts and perhaps a technical agency whose presence and action are inscrutable to us and, in effect, indistinguishable from the presence and action of the natural processes [...]»²⁸⁰.

Déjà, l'échelle nanométrique, qui est au cœur des percées des NST, demeure elle-même inconnaissable : les objets nano sont si petits qu'imaginer leur grandeur est humainement inenvisageable, et ce, en même temps que cette petitesse est un élément

²⁷⁷ Alfred Nordmann, « *Noumenal Technology: Reflections on the Incredible Tininess of Nano* », *Techné*, vol. 8, n° 3, 2005, p. 3-23. D'origine kantienne, les noumènes sont les « [...] philosophically infamous and mysterious things-in-themselves » (p. 3). La technologie nucléaire semble avoir été l'une des premières technologies nouménales, car avec elle « [...] we have gotten ourselves into a situation in which we can no longer conceive (*vorstellen*) what we can produce (*herstellen*) and do (*anstellen*) » (Günther Anders, *Endzeit und Zeitende: Gedanken über die atomare Situation*, München, Beck, 1972, p. 73, cité dans Alfred Nordmann, *op. cit.*, p. 7).

²⁷⁸ *Ibid.*, p. 3.

²⁷⁹ *Ibid.*, p. 3.

²⁸⁰ *Ibid.*, p. 7.

essentiel du « monde de l'infiniment petit »²⁸¹. Voilà un objet nouménal : nonobstant tout effort déployé, l'humain ne parvient pas à l'appréhender. Car à la petitesse absolue des objets nano à laquelle l'humain est confronté, il n'y a point de mesures physiques capables de remplacer le symbolique²⁸². Tout ce qui nous reste ce sont, selon les mots de Nordmann, les « rituels » qu'entreprennent manuels et rapports sur le nanomonde, où l'on s'acharne à trouver des moyens pour permettre au lecteur d'imaginer ce qui est pourtant humainement inimaginable. Un effort qui frôle par là même l'insensé, comme le remarque Nordmann :

« To see a nanometer would be like seeing a postage-stamp from half way across the earth »—which says no more or less than that we cannot do it, that we can neither see nor imagine it. And yet we attempt again and again to imagine the unimaginable, running up against the limits of comprehension [...]. The tininess of nano is not just amazing but incredible—impossible to be known, believed, or imagined. Of course, the brochure goes on to ask of us what cannot be done [...]»²⁸³.

Cette particularité qu'ont les NST d'outrepasser les capacités cognitives humaines a pour corollaire un écart important entre le contrôle technique de leurs produits et leur maîtrise : si l'on peut manipuler la matière à cette échelle, les nano-objets sont réfractaires à la prise conceptuelle, en dépit de nos efforts d'en faire des objets de connaissance²⁸⁴. Ce pourquoi « [r]ather than serve as an instrument for deliberate action in the world, such *noumenal* technology recedes into the uncanny otherness of nature [...]»²⁸⁵. La nouveauté du nanomonde consisterait donc, aux yeux de Nordmann, davantage en un processus de *naturalisation de la technique* que d'artificialisation de la nature. En ce sens, le type de développement dont relèvent le NST ne peut pas être vu comme une étape de plus dans la

²⁸¹ *Ibid.*, p. 7.

²⁸² C'est le cas de toute mesure construite, comme le mètre lui-même. Mais si symboliquement il est vide de contenu, phénoménologiquement il est possible de le saisir à l'intérieur du cadre perceptif humain; pendant que pour un nanomètre il n'y a pas de comparaison possible: « [...] we apparently need to find a way of imagining the nanometer in a way that is not relative to the meter and that substitutes for the absence of any physical relation to human gestures or sensory modalities » (*Ibid.*, p. 12).

²⁸³ *Ibid.*, p. 12 et 21. Les tentatives sont aussi infructueuses qu'originales: « The relation of 1 nanometer to 1 millimeter [...] is like the relation of the distance between New York and Boston to the distance between earth and sun » (p. 13); ou encore: « To arrive at the number of atoms in a cubic centimeter of water (a few drops), first cover the earth with airports, one against the other. Then go up a mile or so and build another solid layer of airports. Do this 100 million times » (*Ibid.*, p. 13).

²⁸⁴ *Ibid.*, p. 8.

²⁸⁵ *Ibid.* Les OGM sont selon Nordmann l'exemple par excellence de ce paradigme car leur « [...] technical intervention remains essentially inconspicuous to human senses as well as natural selection » (p. 16).

direction de la domination et de la maîtrise humaine sur la nature. Au lieu de rendre le monde plus connu, de le rationaliser et de calmer l'anxiété en amplifiant la sphère d'action délibérée de l'humain, les NST seraient avant tout des technologies « anxiogènes ». Leur étrangeté fondamentale à la condition humaine les rendant incommensurables²⁸⁶. Plutôt qu'à un monde anthropomorphique ou à une nature artificialisée, le nanomonde aboutirait ainsi à une « quasi-nature »²⁸⁷.

L'analyse de Nordmann semble pouvoir être soutenue d'ailleurs par les objectifs poursuivis dans le champ des NST, car comme il a été question au premier chapitre, l'on ambitionne de fabriquer des dispositifs dont l'action avoisine la magie : des objets techniques autonomes, auto-réparateurs, auto-organiseurs. Des technologies dont le fonctionnement, comme le remarque la philosophe Marina Maestrutti, se rapproche de beaucoup des « systèmes naturels »²⁸⁸. L'analyse de Nordmann rejoint également, dans une certaine mesure, celle du philosophe Jean-Pierre Dupuy qui, pour sa part, décèle dans ce domaine l'apparition du « nano-ingénieur ». Il s'agit d'un scientifique qui travaille sur le processus d'évolution, délaissant ainsi le rôle traditionnel qui était le sien dans la science, pour celui d'« apprenti-sorcier ». Cependant, souligne Dupuy, le scientifique « [...] ne sera pas un apprenti sorcier par négligence ou incompetence, mais par finalité²⁸⁹ ». L'expert n'aspirerait plus à la maîtrise; il serait attiré par le nanomonde plutôt par la possibilité de mise au point des phénomènes émergents ou spontanés²⁹⁰. L'auto-assemblage paraît pouvoir bien illustrer cette « perte de maîtrise » intentionnelle:

[...] self-assembly remains a process of making things through *generation* rather than through *engineering*. Instructions are built-in the components, instead of being provided by an external program or engineer [...]. Because of its spontaneity, self-

²⁸⁶ *Ibid.*, p. 9.

²⁸⁷ Cependant, Nordmann laisse ouverte la question à savoir si les NST développeront ou non leur caractère nouménal, car il reconnaît qu'elles sont un champ encore en définition et dans ce sens, cela dépendra de comment elles seront orientées. Car si les surfaces nanostructurées ou des composés de grands dispositifs ne s'inscrivent pas dans les technologies nouménales, c'est par contre le cas de tout dispositif doté de propriétés biologiques.

²⁸⁸ Marina Maestrutti, *op. cit.*, 33.

²⁸⁹ Jean-Pierre Dupuy, *Quand les technologies convergeront*, *op. cit.*, p. 416.

²⁹⁰ Suivant Dupuy, l'expert « [...] estimera que son entreprise est d'autant plus couronnée de succès que la machine qu'il aura mise au point le surprendra » (*Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*. Projet de mission, Conseil Général des Mines, 2002, p. 10). À ce sujet voir aussi du même auteur *Quand les technologies convergeront*, *op. cit.*, p. 417.

assembly has encouraged the perspective of a new era of technology without human subject²⁹¹.

Cette transformation, disons, du « métier de scientifique » est liée *ipso facto* à des changements dans la démarche technoscientifique, comme le démontrent les enjeux épistémiques des NST dégagés par Dupuy. Puisque celles-ci permettraient de non plus seulement modéliser la nature mais d'effectivement la refaire, elles représenteraient l'aboutissement ultime du *verum factum* (le principe qui affirme que l'on ne peut connaître rationnellement que ce que l'on a fabriqué). Or, comme le soulève Dupuy, un enjeu de taille en résulterait. Si la connaissance scientifique procède du re-façonnement au sens littéral de la nature, « [...] du coup, ce n'est plus la nature qu'ils [les humains] connaîtront, mais ce qu'ils auront fait²⁹² ». Laisser tomber la quête de la connaissance de la vérité de la nature n'empêche néanmoins pas à l'humain d'agir sur la deuxième nature qu'il aura fabriquée lui-même. Cela, associé à l'intérêt du chercheur dans l'exploration de ses propres inventions aux dépens de l'enquête sur un « réel indépendant de l'esprit », c'est la conception même de la nature, comme « [...] donné extérieur à soi, affirme Dupuy, qui apparaîtra comme dépassée²⁹³ ». Confiné à la connaissance, tant se peut, de l'artifice, et axé sur l'opérationnalité, se trouve ici en jeu ultimement le *statut du savoir* lui-même. Maintes distinctions qui trouveraient encore leur raison d'être aujourd'hui se verraient alors abolies de par leur manque de sens : ce serait le cas, selon Dupuy, de celles entre connaître et faire, entre objet et

²⁹¹ Bernadette Bensaude-Vincent et Xavier Guchet, *op. cit.*, p. 87. Bensaude-Vincent démontre d'ailleurs comment le long du XX^e siècle, la chimie de synthèse fut transformée par l'informatique, aboutissant à ce que l'on appelle le « rational design », par contraste avec la chimie de synthèse. Le design computationnel des molécules a selon elle changé le statut même des techniques, car la rationalité et l'efficacité ont été mises de l'avant aux dépens de la dimension « craft ». Les NST poursuivraient tout à fait cette ambition où « [t]he supreme achievement would be to build up a material from nothing, using computer calculations, the most fundamental information about the atoms, and the basic principles of physics » (*Reconfiguring Nature through Synthesis, op. cit.*, p. 298).

²⁹² Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure, *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*, Tome 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'information, 2004, p. 22. Disponible sur www.cgm.org/themes/devéco/develop/nanofinal.pdf. Comme nous l'avons souligné au premier chapitre, pour Dupuy, l'analyse des NST est devenue inséparable du programme NBIC, celui-ci étant implicite dans ses réflexions sur les NST.

²⁹³ *Ibid.*, p. 22. Voir aussi Jean-Pierre Dupuy, *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale, op. cit.*, p. 24.

modèle, entre savant et ingénieur et entre recherche fondamentale et appliquée²⁹⁴. Voilà toute une révolution épistémologique annoncée.

Alors que le naturel, la technique, le vivant et l'inerte sont en train de fusionner conceptuellement et objectivement, ce qui est cause en dernière instance aux yeux de Dupuy c'est le *statut ontologique des entités du monde*. D'autant plus que le « programme métaphysique » des NST vise d'après lui à naturaliser la vie et l'esprit à travers une artificialisation de la nature et de l'esprit²⁹⁵. Dupuy semble avoir identifié un aspect crucial des NST : « Si les nanotechnologies ambitionnent de prendre le relais de la nature et de la vie, ce n'est que parce qu'elles ont auparavant complètement redéfini ces dernières en termes ... nanotechnologiques²⁹⁶ ». Il s'ensuivrait que l'idée de « nature artificielle » *ne serait plus antinomique* et que celle de « transgression de la nature » *se trouverait vide de sens*. Finalement, c'est d'un ébranlement des conditions d'existence de catégories qui accompagnent l'humain, depuis des temps anciens, dans la structuration de ses relations avec le monde qu'il est question. Aussi Dupuy parle-t-il des effets métaphysiques des NST.

L'examen de la remise en cause du dualisme entre nature et technique par les NST nous permet d'avancer que nonobstant l'hétérogénéité de ce domaine technoscientifique, la condition nécessaire à son existence et à sa vraisemblance repose sur la mise en équivalence de la nature et de la technique. Voilà en même temps une de ses spécificités. Comme Schiemann le souligne, « [i]t is essential to nanotechnology that nature and technology not be categorically opposed as the man-made and the non-man-made, but rather regarded as parts of a structurally identical whole²⁹⁷ »; sinon, l'idée même de « nanorobots cellulaires » serait invraisemblable. Cette équivalence paraît s'obtenir à travers le double processus simultané d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technologie, dont les termes, loin

²⁹⁴ *Idem*, *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*, op. cit., p. 25 et *Les Nanotechnologies: éthique et prospective industrielle*, op. cit., p. 22.

²⁹⁵ *Idem*, *Les Nanotechnologies: éthique et prospective industrielle*, op. cit.

²⁹⁶ *Idem*, *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*, op. cit., p. 19.

²⁹⁷ Gregor Schiemann, *Nanotechnology and Nature*, op. cit., p. 210 (c'est nous qui soulignons).

d'être paradoxaux comme ils peuvent paraître à première vue, semblent intimement intriqués. C'est un processus qui est loin d'être linéaire, sa dissection en deux termes « purs » ne pouvant être que partielle, les deux termes trop souvent s'inter-induisant, comme nous avons pu l'observer.

Une autre particularité des NST concerne le type d'hybrides qu'elles permettent de fabriquer. Si Latour voit des hybrides partout dans les sociétés d'aujourd'hui, les NST rendent ces entités extrêmement concrètes. Car tel qu'il a été discuté au premier chapitre, la puissance technique de ces dernières permet d'en fabriquer au sens littéral, fusionnant matériellement nature, machine, et vivant. Force est donc de constater la différence frappante entre l'hybridité du réchauffement climatique qu'évoque si souvent Latour et celle du nanomonde. Pour toutes ces raisons, les NST s'avèrent finalement un objet empirique clef à l'heure actuelle pour l'étude et la compréhension de l'effritement des frontières entre nature et technique.

Après avoir analysé le brouillage conceptuel de cette distinction dans le nanomonde, il est temps de passer à l'étape pratique de notre projet de mémoire. Dans le chapitre qui suit, ce renversement des frontières sera exploré empiriquement à travers l'analyse du discours des chercheurs québécois en NST, de manière à ce que le double processus qui artificialise la nature et naturalise la technologie soit déconstruit et que ses structures cognitives soient mises en relief.

Chapitre III

L'artificialisation de la nature et la naturalisation de l'artifice aux yeux des chercheurs québécois

« [...] toute question épistémologique est bien aussi une question politique. »

Bruno Latour, *Politiques de la nature*.

Ce chapitre présente l'étape empirique de notre recherche. Afin d'établir le lien entre les représentations analysées et les discours des chercheurs rencontrés, nous y expliciterons la démarche opératoire de recherche adoptée en discutant les choix méthodologiques qui ont été pris en vue d'illustrer empiriquement la remise en cause du dualisme par les NST. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous présenterons comment prend forme le double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique dans le discours des chercheurs québécois.

A. Observations méthodologiques

Comme il a été mentionné dans l'introduction de ce mémoire, notre objectif premier avec le volet empirique est bien celui d'*illustrer* les structures discursives dépitées théoriquement dans la troisième partie du chapitre précédent (sur les fondements théoriques sur le rapport entre nature et artifice dans le nanomonde). Eu égard au fait qu'à l'origine tout autant de la conception que de la contestation de la distinction entre nature et artifice dans les NST se trouvent des constructions symboliques, langagières, donc discursives²⁹⁸, l'analyse de

²⁹⁸ Le discours peut d'ailleurs être vu comme une porte d'accès aux représentations sur la nature et la technique en question. Dans ce mémoire nous entendons d'ailleurs « représentation sociale » en tant que l'image faite de l'objet en question.

discours, méthode qui repose sur la possibilité « [...] de connaître la vie sociale à partir de cette dimension symbolique des comportements humains²⁹⁹ », s'est avérée à nos yeux une méthode adéquate pour dégager notre objet de recherche du matériau. Elle nous permettra ainsi de cerner dans l'empirie comment le double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique est articulé discursivement par les chercheurs québécois impliqués dans les NST³⁰⁰. Considérons maintenant les propriétés empiriques de notre matériau.

1. Le matériau : particularités et statut

Notre matériau d'analyse consiste en des entretiens semi-dirigés réalisés avec des acteurs scientifiques majeurs dans le champ des NST au Québec. Il a été produit dans le cadre du projet de recherche de la sociologue Céline Lafontaine (directrice de ce mémoire) intitulé *Les nanotechnologies : de l'imaginaire aux représentations sociales*, dont la visée première est de mieux saisir les transformations sociales et culturelles suscitées par les NST dans les sociétés contemporaines, ainsi que les questions éthiques pouvant en découler. La grille d'entrevue a donc été élaborée de façon à faire la lumière sur les représentations et les pratiques qui dessinent les contours de ce champ de recherche, comme il sera possible de le voir dans le schéma de la grille retranscrit plus loin.

Ces entretiens se sont révélés pertinents au regard de notre objet de recherche car outre le fait qu'une des dix questions était consacrée précisément à l'hybridation entre nature et artifice, la tension entre ces termes a émergé spontanément dans les réponses des chercheurs, structurant différents passages de leur discours. Les données empiriques que nous utilisons répondent en grande partie d'ailleurs de l'originalité de ce projet de mémoire : alors que la plupart des travaux sur le rapport entre nature et artifice dans les NST se fondent

²⁹⁹ Paul Sabourin, « L'analyse de contenu », *La recherche sociale : de la problématique à la collecte de données*, Benoît Gauthier, dir., Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2003, p. 358.

³⁰⁰ À propos de la valeur sociologique de la connaissance pratique des acteurs sociaux ou, en d'autres termes, de l'idéologie comme théorie de la connaissance, nous référons le lecteur au travail remarquable du sociologue et épistémologue Gilles Houle notamment dans « L'idéologie : un mode de connaissance », *Sociologie et Sociétés*, vol. XI, n° 1, avril 1979, p. 123-145. Pour ce qui est de la méthode d'analyse que nous avons employée, nous nous sommes inspirée particulièrement de celle décrite par Paul Sabourin (*op. cit.*).

sur le discours de vulgarisateurs ou promoteurs des NST, ou encore des rapports gouvernementaux, dans notre cas, la parole en analyse, venant des grands acteurs scientifiques du Québec, est inédite.

1.1 Les chercheurs

L'objectif du projet de Madame Céline Lafontaine étant de rendre compte des NST du point de vue des scientifiques de l'univers nano au Québec, les sujets ont été choisis de façon à ce que la parole des principaux chercheurs et chercheuses³⁰¹ au plan provincial fût prise en considération. À cet effet, deux stratégies principales ont été employées : la première fut d'identifier sur le site *Web* du gouvernement du Canada les détenteurs de chaires de recherche dans le domaine des NST au Québec; puisque le nombre de chaires de recherche était assez réduit, nous avons complété cette démarche en faisant appel au répertoire de chercheurs disponible sur le site *Web* de l'organisme *NanoQuébec*³⁰², ce qui signalait également la reconnaissance par la communauté nano-québécoise des sujets choisis. Finalement, les interviewés sont soit des détenteurs de chaires de recherche en NST, des directeurs de centres de recherche ou encore des acteurs majeurs au plan provincial. Pour les choisir nous avons aussi, bien évidemment, tenu compte de leur représentativité sociologique, à savoir les institutions universitaires québécoises d'attache et les spécialités disciplinaires, comme le tableau ci-dessous permet de voir. Quant au nombre de vingt entretiens, il fut déterminé surtout en fonction de la taille de la communauté nano au Québec, et compte avec quinze chercheurs et cinq chercheuses.

³⁰¹ La distinction entre les chercheurs et les chercheuses n'est pas considérée dans l'analyse du matériau afin d'assurer la confidentialité de leurs propos.

³⁰² Cet organisme para-public, tel que soulevé au premier chapitre, est l'outil que le Québec s'est donné pour promouvoir et développer les NST sur son territoire. Son site *Web* offre des nombreux services, dont un répertoire assez exhaustif des chercheurs, des industries et des laboratoires impliqués dans les NST au Québec.

Tableau I. La signalétique des chercheurs rencontrés

Discipline principale		Institution	
Physique	4	U. Laval	3
Chimie	4	Polytechnique	5
Microbiologie/Biochimie	2	U. McGill	4
Pharmacie	1	UQAM	1
Électronique-physique	1	INRS	2
Génie biochimique	1	U. Sherbrooke	2
Génie physique	1	Université de Montréal	3
Génie chimique	4		
Génie électrique	1		
Génie mécanique	1		

Les thèmes de recherche des chercheurs étaient multiples et se recoupaient, ainsi nous les listons :

- Nanostructures; nanomatériaux
- Synthèse de nanoparticules; points quantiques
- Interfaces; couches minces
- Nanobiotechnologie; nanopharmaceutique; nano-neuroscience; thérapies géniques; régénérescence osseuse
- Toxicologie
- Vecteurs; ciblage de médicaments; transport de nanoparticules
- Biomatériaux; organes artificiels
- Biosenseurs; biopuces
- Nanoélectronique
- Nano-systèmes; nanorobots

1.2 L'entretien

Nous disposons donc de vingt entretiens au total, dont dix réalisés à l'été 2006 par Madame Céline Lafontaine, et les dix derniers, par nous, à l'été 2007. En règle générale, ils se sont passés au bureau des chercheurs³⁰³ et la durée moyenne était d'une heure et demie, mais la rencontre pouvait aller d'une heure à trois heures. Avant de commencer l'entretien, nous leur présentions à nouveau le projet de recherche dont il était question et ses objectifs (nous l'avions déjà fait via courrier électronique lors de l'invitation faite au chercheur pour participer au projet). Ensuite, nous leur expliquions les modalités de l'entretien ouvert, qu'il n'y avait pas de bonne ou de mauvaise réponse et que l'intérêt portait sur leurs propres conceptions des thèmes suggérés, tout en leur rappelant également la confidentialité de leurs propos. Comme il est possible de voir ci-dessous dans la retranscription de la grille de l'entrevue, elle consistait en dix questions thématiques qui faisaient un tour d'horizon des NST, permettant aux interviewés d'exprimer leur vision sur des sujets très variés, comme les controverses entourant la définition des NST, la structure de la recherche, les fondements épistémologiques et les implications éthiques de ce domaine. Comme il a été mentionné plus haut, la cinquième question était entièrement consacrée au rapport entre nature et artifice.

Tableau II. La grille d'entretien

<p>1. Question d'amorce : présentation du chercheur et de ses recherches</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pour commencer cet entretien, j'aimerais que vous parliez de votre parcours socio-académique et professionnel, votre formation et vos choix de carrière, et ce qui vous a amené au domaine des nanotechnologies. b. En quoi consistent vos recherches actuelles? <p>2. Définition des nanotechnologies</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Étant donné que les nanotechnologies touchent toute une diversité de sciences, de disciplines et de domaines de recherche et qu'il n'y a pas encore d'uniformité dans leur définition, comment vous définiriez le domaine des nanotechnologies? b. Est-ce qu'il y a une différence entre nanosciences et nanotechnologies?
--

³⁰³ À l'exception de deux d'entre eux qui ont demandé expressément de se rencontrer dans un café.

3. Interdisciplinarité

- a. Le travail interdisciplinaire étant un trait caractéristique du champ des nanotechnologies, comment vous voyez et vivez le travail interdisciplinaire, et quels en sont les inconvénients et les avantages?
- b. Comment arrivez-vous, les chercheurs venant de disciplines distinctes, à vous comprendre avec formations et langages différents? Et comment s'établit un langage commun entre les travaux?
- c. Que pensez-vous de la formation des nouveaux chercheurs en nanotechnologies, devrait-elle être plus interdisciplinaire ou spécialisée?

4. Paradoxe du contrôle

On note un discours paradoxal sur les nanotechnologies : d'une part elles sont annoncées comme une révolution qui permettra la maîtrise de l'infiniment petit, et d'autre part il est question de l'imprévisibilité du comportement de la matière à cette échelle, des discours drexleriens sur le *bottom-up* et les nanorobots autorépliquants, donc hors de la maîtrise technoscientifique.

- a. Comment vous voyez cette révolution annoncée de la maîtrise de l'infiniment petit et ces deux discours sur la possibilité de contrôle de la matière?
- b. Quel est le niveau de contrôle et d'incertitude quand on travaille à cette échelle?

5. Hybridation nature-artifice

Basées sur le postulat de l'unité de la matière, les nanotechnologies semblent rendre plus floues les frontières entre nature et artifice, entre matière organique et inorganique, entre vivant et non-vivant.

- a. En quoi et comment les nanotechnologies peuvent remettre en cause ces frontières?
- b. Peut-on encore faire la différence entre ces catégories à cette échelle? Si oui, comment?
- c. Est-ce que ces distinctions font encore du sens? Si oui, pourquoi? Sinon, est-ce un nouveau rapport/conception avec la nature et le vivant?
- d. Quelles sont les conséquences scientifiques et éthiques de cette possible hybridation?

6. Science-fiction

La science-fiction et l'imaginaire futuriste, par exemple les idées de nanorobots, d'autoréplication et de révolution, nourrissent le *nano-hype*, les discours publics et la science, ce qui rend floue la frontière entre science et science-fiction.

- a. Comment voyez-vous ce contexte où il y a un mélange entre l'aspect futuriste et révolutionnaire d'un côté et la science et les discours sur les nanotechnologies de l'autre? Y voyez-vous des inconvénients ou des avantages?
- b. Comment faire la part entre science et science-fiction?
- c. Que pensez-vous des hypothèses relatives aux robots autorépliquants?

7. Rapport science-technologie

Le rapport entre science et technologie existait déjà mais avec les nanotechnologies il semble avoir une fusion encore plus grande entre science et technologie.

- a. Comment voyez-vous ce rapport entre science et technologie et la primauté accordée à l'application technologique des recherches ?
- b. Est-ce possible de différencier entre ce qui est de l'ordre de la science et ce qui est de l'ordre de la technologie? En Europe, on utilise davantage le terme nanoscience, et en Amérique du Nord, nanotechnologie, y a-t-il une différence selon vous?
- c. Y a-t-il encore de la place pour la recherche fondamentale en nanotechnologies?

8. Rapport université-industrie

Les nanos sont annoncées comme une nouvelle Révolution Industrielle et il y a une fusion plus intense entre université et industrie, comme le démontre l'organisme NanoQuébec et le modèle qu'il prône où l'industrie est très proche de l'université.

- a. Comment percevez-vous le rapport entre université et industrie, et l'importance accordée à la valorisation économique de la recherche?
- b. Et l'idée de chercheur-entrepreneur et les *starts-up* en milieu universitaire?
- c. Y a-t-il des paradoxes dans cette approximation entre industrie et université?
- d. À propos de la formation du chercheur en NST, les chercheurs formés au Québec sont-ils préparés en fonction de ce nouveau rapport entre recherche et industrie? Que pensez-vous d'intégrer des cours de gestion dans la formation des chercheurs scientifiques?

9. Militaire

Le militaire étant mondialement l'un des principaux bailleurs de fonds des nanotechnologies, comment percevez-vous la perspective que vos recherches soient financées par le militaire?

10. Prospective des recherches

De façon prospective, à court, moyen et long terme, quelles retombées économiques, sociales et environnementales pensez-vous que vos recherches peuvent avoir, et quelles questions sociales, éthiques, environnementales elles peuvent-elles soulever ?

Quant au contenu du matériau, il illustre que le double processus qui s'est profilé suivant le cadre théorique, soit l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique, se trouve effectivement à la base de la remise en cause de la distinction entre nature et artifice, car il a émergé spontanément dans le discours des chercheurs. Il n'y a pas eu d'ailleurs de délimitation d'un corpus spécifique du matériau aux fins de notre analyse, nous avons utilisé l'ensemble des questions abordées pour l'identification des extraits sémantiques et des catégories cognitives renvoyant au double processus. Finalement, les thèmes les plus fructueux pour notre angle d'analyse ont été, outre celui sur l'hybridation, ceux qui touchaient à la présentation des recherches, à la définition des NST, au paradoxe du contrôle et à la science-fiction.

1.3 *Le discours*

Les propriétés discursives de notre matériau sont encadrées par la structure d'un entretien semi-dirigé. Le niveau de langage et le type de vocabulaire sont donc plutôt familiers, mais recèlent aussi des termes spécialisés, surtout lorsque les chercheurs discutent sur des projets de recherche. Pour ce qui est des interférences ayant pu entrer en jeu dans la production de nos données, elles procèdent des contraintes liées à un entretien face à face³⁰⁴.

L'une des difficultés que nous avons rencontrée dans la réalisation de cette recherche, et qui révèle les limites auxquelles nous sommes confrontés, concerne le fait que les sujets interviewés sont juge et partie de l'objet d'étude. En tant qu'acteurs du champ scientifique, les chercheurs sont conscients de la possibilité d'opposition sociale à leur domaine et ont, comme tout autre groupe d'acteurs sociaux, intérêt à protéger leur milieu de pratique³⁰⁵. En d'autres termes, est à prendre en considération le rôle joué ici par les idéologies, entendues comme les représentations « [...] d'un ensemble social selon une perspective d'action *dans* et

³⁰⁴ En somme, nous faisons allusion au fameux constat de Pierre Bourdieu: « le problème de la sociologie est d'avoir affaire à un objet qui parle ». Or, cette difficulté semble être décuplée lorsque l'« objet » qui parle et le sociologue sont face à face, une fois que tout rentre en ligne de compte : la personnalité de chacun des individus et le type d'interaction qui en découle, l'intonation de la voix, l'entregent, la communication non-verbale, la fatigue mentale au moment de l'entretien, etc.

³⁰⁵ Au sujet de l'intérêt des chercheurs à maintenir leur autonomie, voir Brian Salter et Mavis Jones, « Biobanks and bioethics : the politics of legitimation », *Journal of European Public Policy*, vol. 12, n° 4, août 2005, p. 710-732.

sur la société³⁰⁶ » qui configurent les discours en vue de leur donner une cohérence. Il s'ensuit notamment qu'il est difficile de faire la part, dans l'argumentation des interviewés, entre ce dont ils ont préféré d'éviter de parler pour protéger leur autonomie et ce qui relevait d'un simple manque de connaissance (par exemple à propos des enjeux éthiques). En fait, une posture proprement défensive est claire dans le discours de trois des vingt sujets à divers moments de l'entretien. Discursivement, cette attitude s'est traduite par des propos très généraux, peu personnels, se rapprochant parfois de « clichés »³⁰⁷. Les « questions sensibles », disons celles qui sont apparues comme étant les plus délicates pour les enquêtés, portaient notamment sur le paradoxe du contrôle, l'hybridation entre nature et artifice et tout ce qui touchait aux implications éthiques des NST.

La description du matériau, matière-première de notre analyse, étant faite, il est temps de voir comment notre objet de recherche y est construit.

B. Nature et technique vues par les chercheurs québécois

À la suite du travail de déconstruction et de reconstruction du matériau, nous présentons ici son découpage suivant les catégories discursives (ou les fondements sociologiques) qui structurent et articulent le processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique. Il est à noter que les extraits utilisés comme illustration ont été sélectionnés selon leur clarté et qualité expressive, et que nous avons gardé le langage parlé, procédant seulement à la correction des fautes et à l'épuration des extraits (en ce qui concerne la répétition de mots ou des hésitations dont la soustraction n'affectait pas le contenu du discours). Il va sans dire que nous avons aussi altéré les informations personnelles qui pourraient permettre l'identification des chercheurs sans altérer les aspects qui nous intéressent dans cette étude.

³⁰⁶ Fernand Dumont, « Structure d'une idéologie religieuse », *Recherches sociographiques*, vol. 1, n°2, 1960, p. 168.

³⁰⁷ À ce moment s'est dévoilé à nos yeux à quel point le sociologue doit faire appel à tout un ensemble de qualités personnelles pour mener à bien un entretien qualitatif, soit, dans notre cas, de favoriser de son mieux l'engagement du sujet dans l'entretien, alors que, en même temps, nombre de phénomènes demeurent hors la portée du sociologue, comme par exemple la personnalité de l'enquêté.

1. La nature artificialisée

Le premier terme du double processus qui sera présenté consiste en les différentes manières dont la nature est artificialisée dans les discours des chercheurs, car il nous est apparu, par l'empirie, que la représentation artificialiste de la nature constitue le point de départ de la dynamique qui se joue entre l'artificialisation du naturel et la naturalisation de l'artifice.

1.1. La conception artificialiste-utilitariste de la nature

Cette catégorie comprend les représentations artificialistes de la nature qui agissent comme champ structurant du discours des chercheurs sur les NST. Sous l'angle morphosyntaxique, la nature est rapportée par un vocabulaire renvoyant au machinique, à des dispositifs technologiques et au fonctionnalisme. *Grosso modo*, l'on projette sur la nature une logique instrumentale, un cadre de pensée qui laisse son empreinte également dans la forme de la construction discursive. Les extraits illustrant ce cas d'artificialisation de la nature ont été identifiés dans le discours de chercheurs ayant des parcours disciplinaires distincts et dans différents thèmes de discussion.

Le postulat de l'unité de la matière, discuté dans les chapitres précédents, semble se trouver à la base de l'artificialisation cognitive de la nature. La conviction que « [...] tout revient à des électrons, des protons, des neutrons³⁰⁸ » accorde en effet à l'approche *bottom-up* une valeur heuristique, et cette dernière devient l'outil de médiation entre le « *know-how* » de la nature et les procédés technologiques :

[...] si on pense aux bactéries qui sont dans les sources d'eau chaude ou qui fonctionnent avec du soufre, ça, on les considère comme naturel. Là, [...] il y a un *mécanisme unifié d'où c'est parti* [ce fonctionnement]. Maintenant on essaie de prendre finalement *les mêmes blocs de Lego*, si on peut dire, pour essayer de comprendre comment ils s'assemblent, et construire de nouveaux systèmes³⁰⁹.

³⁰⁸ B, question sur la définition des NST, parlant du changement de comportement de la matière à l'échelle nano, p. 5.

³⁰⁹ R, question sur l'hybridation, p. 179 (c'est nous qui soulignons). Il est à noter qu'en ce qui concerne les passages soulignés des extraits des entretiens, ce sont toujours nos mises en relief.

La nature peut par la suite être vue comme faisant elle-même de la « technologie », même si ce n'est pas de la « haute technologie » :

Il ne faut pas associer nano forcément à haute technologie non plus. [...] il y a des choses qui sont nano qui ne sont pas forcément de la haute technologie [...]. Il y a des *fibres de bois qui existent au niveau nano naturellement* et qui ne sont pas de *haute technologie*³¹⁰.

Le *bottom-up*, constituant donc ici une approche *nanotechnologique* commune à la nature et à l'artifice, établit la *continuité entre le travail technoscientifique et l'œuvre du monde de la nature*. Or, alors que l'un des chercheurs voit dans ce type de discours une tentative de légitimation de l'inclusion de domaines de recherche dans le champ des NST, il ne le remet pas en cause. Cela a été possible de voir lorsque l'intervieweuse soulève justement le discours ci-dessus, tenu également par l'industrie papetière qui affirme que le bois se forme par une « nanotechnologie naturelle »:

... mais *ça, c'est vrai pour tout*. [...] parce que, *naturellement, tout se fait à l'échelle nanométrique, c'est certain*. Mais je pense que c'est une façon pour certains de justifier qu'ils font de la nanotechnologie³¹¹.

Accompagnant l'approche technologique qu'est le *bottom-up*, nous retrouvons la conception mécaniste et fonctionnaliste de la nature, qui est à vrai dire bien accentuée dans le discours de certains chercheurs:

[Grâce à l'avancée de la biologie moléculaire] on comprend beaucoup ce qui se passe dans la *machinerie interne*. *La cellule c'est un système, c'est comme finalement une puce électronique qui a des entrées et des sorties [...]. Une des démonstrations impressionnantes des nanotechnologies, c'est dans la biologie en fait. Tous les protéines, c'est des nanomachines en fait [...]. Dans n'importe quel livre de biologie cellulaire [...] ce qui est fascinant pour un ingénieur, c'est qu'en fait on regarde comment fonctionnent certains moteurs [...]. Je crois que le sperme en l'occurrence, c'est comme un rotor mécanique, [...] et là c'est vraiment une nanomachine, parce que ce sont les molécules qui font le rôle de stator et rotor [...]. Et ça c'est vraiment des nanomachines, et je pense que ça sert aussi de modèle pour la nanotechnologie [...]*³¹².

³¹⁰ H, question sur la définition des NST, p. 7.

³¹¹ F, question sur l'hybridation, p. 8.

³¹² R, sur ses recherches, p. 157-158.

Un autre chercheur décèle même des techniques de l'électronique dans la nature vivante :

[...] *notre lithographie qui est l'ADN* dans le cas du vivant, bien, c'est la lithographie optique ou bien électronique³¹³.

Loin d'être anodine, cette artificialisation théorique de la nature semble faire preuve en fait d'une grande opérationnalité. Elle amplifie la portée de l'instrumentalité des pratiques, car la nature et la vie elle-même deviennent des *outils heuristiques* dans la poursuite des objectifs technologiques, comme le démontre ce chercheur qui discute de la production d'organismes artificiels:

[Pour créer un organisme vivant artificiel] ça serait l'approche *bottom-up* mais [...] c'est vraiment en *utilisant les machines de la vie en quelque sorte*. On utilise l'ADN [...], les techniques de la biologie moléculaire. [...] on utilise finalement les *nanotechnologies de la nature pour faire ça*. [Le vivant artificiel] ne va pas venir dans le sens [...] des nano secs entre guillemets, je pense que la seule façon de le faire, enfin, la façon à court terme de le faire, ce sera en utilisant *les mêmes approches que la vie*³¹⁴.

La représentation artificialiste, fonctionnaliste et technologique de la nature ouvre ainsi la voie à une artificialisation *concrète* de la nature. Bien plus qu'une métaphore, la *représentation technologique de la nature* semble constituer un facilitateur, un catalyseur à l'exploitation du monde de la nature et de ses phénomènes en vue de la résolution des problèmes technoscientifiques. Ce passage, où l'un des chercheurs discourt sur les recherches qui se font afin de repousser les limites de la miniaturisation est encore très éloquent à ce sujet:

Dans la miniaturisation, [ce qu'on regarde] pour aller plus petit, c'est qu'il existe un *moteur moléculaire, le plus efficace qui existe probablement, qui est dans la bactérie*. C'est des [flux], *sorte de protons au lieu de la gazoline et c'est un rotor, ça tourne à 360 degrés*. Et [...] c'est impossible de le faire aujourd'hui, ce genre de moteur là. Ce qu'ils essaient de faire c'est de la *biomimétique*, où ils étudient justement la bactérie [...]. [L'idée c'est] *d'exploiter ces moteurs-là pour les intégrer dans les systèmes, des microsystemes*³¹⁵.

³¹³ A, question sur le rapport science-technologie, discutant du rapport entre OGM et NST, p. 14.

³¹⁴ R, question sur l'hybridation, p. 180.

³¹⁵ G, sur ses recherches, p. 6-7.

Et celui-ci où le chercheur parle des intérêts dans la création de bactéries transgéniques pour la transformation de l'herbe en éthanol :

[...] le génie génétique c'est justement jouer avec des molécules en *exploitant finalement les machines, les nanomachines de la vie*. On leur donne juste un petit coup de pouce et après on peut les guider à faire finalement ce qu'on voudrait [...]. Vu que *chaque cellule c'est finalement un nanosystème autonome* [...], bien vous injectez dans ce nanosystème les instructions sous forme de gènes, qui vont s'insérer avec des enzymes, avec d'autres nanosystèmes et puis après [...] il va peut-être faire ce que vous voulez [...]³¹⁶.

L'opérationnalité qu'offre la nature dans les nanomonde prend de l'élan car elle paraît être intimement liée à la logique d'ingénierie—qui a par ailleurs de plus en plus de place dans le domaine des NST. Dans la nature, l'on puise des solutions pour ses « problèmes ». Il importe de noter qu'il n'est pas question que d'une inspiration conceptuelle, mais aussi d'une *appropriation matérielle* du naturel aux fins de l'ingénierie :

[...] parce qu'en robotique [il faut] pouvoir contrôler aussi [le dispositif], [le but est] *d'exploiter le moteur moléculaire* [d'une bactérie] là-dessus. [O]n cultive [...] une bactérie [...] magnéto-tactique qui contient, à l'intérieur, des nanoparticules [utilisées] pour migrer vers [les pôles magnétiques] pour trouver les nutriments [...]. [Cette] bactérie [est] la plus rapide au monde, elle nage [...] jusqu'à 200 microns par seconde [...]. Il n'y a aucun *système présentement qui peut faire tant de longueur en une seconde*. Ça fait que *c'est ça qu'on exploite*, [...] on les intègre dans les systèmes, et on les contrôle à partir du système électronique et informatique. [...] d'après nos calculs, on est presque à 100% persuadé qu'une petite bactérie comme ça serait plus efficace [dans les tumeurs pour contrer la viscosité des vaisseaux sanguins] que la meilleure technologie qui coûterait environ un tiers de million de dollars [...]. C'est là qu'on voit la *biologie au service de l'ingénierie* [...]³¹⁷.

[Celui qui travaille sur le projet des bactéries magnétiques] n'est pas un microbiologiste [...] sauf que il commence à avoir pas mal [...] de connaissances, mais des connaissances plus sur les *propriétés*. Comme, par exemple, sur les bactéries, il n'ira pas voir le cytoplasme ou les systèmes de synthèse. C'est plus vers la propulsion, les dimensions, comment ça réagit à l'effet de la température [...], *parce qu'on utilise toujours l'approche un peu ingénierie, [on] utilise ça [les bactéries] comme des composantes*³¹⁸.

³¹⁶ R, question sur l'hybridation, p. 181-182.

³¹⁷ G, sur ses recherches, p. 6-7 et 8.

³¹⁸ G, question sur l'interdisciplinarité, p. 11.

À la lumière de ce que nous venons de discuter, il ne nous semble finalement pas injustifié d'affirmer que l'artificialisation du naturel à l'œuvre dans les NST est beaucoup plus qu'une métaphore banale de valeur heuristique³¹⁹. Elle sert à proprement parler d'*outil d'intervention* dans le monde réel pour sa transformation effective. Enclenché au plan abstrait et épistémologique, ce processus qui artificialise le domaine de la nature finit par aboutir dans des pratiques qui prolongent les possibilités et l'étendue de la production de natures artificielles.

1.2. La pratique d'artificialisation de la nature décuplée et différée

Si l'artificialisation de la nature est une pratique très ancienne, dont les prémices sont généralement ramenées aussi loin qu'au développement de l'agriculture³²⁰, nous verrons dans cette catégorie que les NST offrent des outils techniques qui permettent de repousser les limites de l'artificialisation du réel au-delà de ce que l'on était à même de faire jusqu'à date. Elles ouvrent la voie au franchissement de frontières inédites qui, si elles étaient transcendées auparavant, l'étaient sur le plan de l'imaginaire. Les extraits qui s'y rapportent ont été retrouvés dans tous les champs disciplinaires, notamment lorsque les chercheurs discutaient de leurs propres recherches ou de celles qui se font en NST, la forme discursive étant par conséquent surtout descriptive.

D'emblée, étant donné qu'avec les NST on devient capable de travailler à une échelle si réduite que l'on peut ambitionner de déterminer la place des atomes et des molécules pour établir un design spécifique, des matériaux nouveaux peuvent être effectivement créés:

[En travaillant] sur des matériaux en couche très mince ou des matériaux de très, très petite dimension [...], on est capable de *faire des matériaux qui ne pourraient pas exister autrement*, qui ne seraient pas stables dans la nature sous forme plus grosse [...]. Moi, ce qui m'intéresse comme défi, c'est *comment assembler les atomes ensemble*. *Comment*

³¹⁹ Sur le rôle joué par les métaphores dans la pratique technoscientifique, voir l'ouvrage d'Evelyn Fox Keller, *Le rôle des métaphores dans le progrès de la biologie*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond, Institut Synthélabo, 1999.

³²⁰ Raphaël Larrère revisite pourtant cette position dans « Agriculture : artificialisation ou manipulation de la nature? », *Cosmopolitiques*, n° 1, 2002, p. 158-173.

*réussir à battre la nature pour faire un nouveau semi-conducteur qui va avoir des nouvelles propriétés*³²¹.

Mais ce qui paraît le mieux particulariser l'artificialisation promue par les NST, la distinguer des autres pratiques d'intervention sur la nature, ce sont les opérations d'*hybridation concrète entre technologie et nature*. D'un côté, des dimensions ou des parties du monde naturel sont insérées dans les dispositifs technologiques. Les travaux qui essaient de miniaturiser les senseurs en associant nature vivante et électronique afin de détecter en quelques secondes des microorganismes pathogènes (les fameux « labos sur puce ») en sont un exemple:

[L'idée] c'est d'attacher [les bactéries magnétiques] sur des billes qui contiennent des phages [...], qui sont des virus d'à peu près 90 nanomètres [...] spécifiques à la bactérie pathogène. Et là, [...] on rentre ça dans un microsystème qui a un système électronique [...], ce qui force les bactéries [...] à pousser [le matériel d'analyse] pour l'échantillon [...]. Les bactéries qui sont non pathogènes vont tout simplement se tasser et celles qui sont ciblées [...] vont se coller au phage. [Alors en mesurant si le signal électrique change], on va pouvoir détecter s'il y a une bactérie pathogène qui a été collée ou pas [...]³²².

D'un autre côté, l'on cherche à insérer des entités artificielles (objets, dispositifs, systèmes) dans la nature. Cette dimension a émergé de manière nette dans notre matériau notamment en ce qui touchait aux recherches associées au domaine biomédical, où les NST constituent des atouts inouïs pour contourner ce qui constitue l'une des contraintes premières de ce type d'hybridation : le « masquage » de l'artifice ou son acceptation par la nature—dans ce cas-ci, le corps. Elles sont donc particulièrement convoitées pour la fabrication de dispositifs qui ont besoin de déjouer les défenses naturelles du corps et le système immunitaire, comme les vecteurs de médicaments, les prothèses ou les greffes. L'on vise, à l'aide de techniques inédites de manipulation des matériaux à la nano-échelle, à en accroître ce que l'on appelle la « biocompatibilité »—comme le précise l'un des interviewés, « [...] s'il

³²¹ B, sur ses recherches et sur l'interdisciplinarité, p. 1 et 4.

³²² G, sur les projets en NST, p. 7.

[le matériel] est biocompatible, le corps va l'accepter [...], donc il y aura une intégration des tissus sur le matériau³²³ ».

La « fonctionnalisation des surfaces » apparaît comme l'une des techniques les plus prometteuses à cet effet. Cet extrait démontre le rôle essentiel qu'y jouent les NST:

[Pour] fonctionnaliser la surface d'un implant, [...] que ça soit un simili os, une simili artère, etc., on veut généralement des propriétés de surface qui soient de l'échelle des protéines parce que c'est ce que les cellules sont capables de reconnaître, et donc on doit agir à cette échelle là. Donc, *la nanotechnologie permet de discuter, si on veut, en biologie, à l'échelle de l'interlocuteur*, et l'interlocuteur c'est la protéine [...]³²⁴.

C'est dire qu'avec les NST on peut « travailler » la surface d'un matériau par exemple en y greffant des molécules nanométriques qui « camouflent » la présence de l'objet « intrus ». Le pas que l'on compte franchir grâce aux NST est majeur, du fait qu'il serait possible de faire reculer les limites du rejet, encore très importantes à l'heure actuelle, de façon considérable :

[V]is-à-vis du sang, la prothèse était recouverte de phospholipides, donc la cellule, les globules rouges par exemple, ne voyaient pas les téflons [de la prothèse]. Donc ils n'engendraient pas de rejet, [car] les cellules voient les phospholipides. Donc on a essayé un peu de *se moquer du corps humain, on masquait* [la prothèse]. Ça s'appelle les techniques de biomimétisme [...]. On *minimise le rejet*. On ne peut pas l'éviter. Le rêve est celui de régénérer l'artère malade de la personne³²⁵.

Ce « masquage d'un matériau étranger » est autant crucial dans la conception de vecteurs (véhicules intracorporels) de médicaments :

[...] le but [est] d'encapsuler le médicament [pour] qu'il aille juste à l'endroit cible [...]. Bien, pour faire ça, on a beau y penser mais ça prend justement un peu de nanotechnologies, je dirais [...]. Notre *corps c'est la défense naturelle du corps*. [...] souvent on peut utiliser les polymères, juste pour les *rendre les vecteurs furtifs [face au] système de défense naturel* [...]³²⁶.

Ces extraits font voir par ailleurs que le processus de rejet peut être vu comme la part du naturel qui *résiste* aux efforts humains déployés pour le soumettre en rendant patente

³²³ Q, question sur l'hybridation, p. 146.

³²⁴ C, question sur la définition des NST, p. 3.

³²⁵ S, sur ses recherches, p. 207 et 211.

³²⁶ L, sur ses recherches, p. 28 et 29.

l'incompatibilité entre le monde de l'artifice et celui de la nature. Dans les mots de l'un des chercheurs même, « le corps est très intelligent³²⁷ ». Dans la mesure où le développement des NST pourrait apporter les moyens d'atteindre le but biomédical d'assujettir la nature à l'artifice, cette dimension qui rend manifeste la part « insubordonnable » de la nature et son irréductibilité à l'œuvre humaine tend à s'effacer.

Ce « coffre à outils », qui permettrait d'enfin « communiquer » avec les cellules pour accroître leur interaction avec le matériau et leur ordonner le développement des tissus, implique forcément un contrôle et une domination plus étendus de la nature, car l'on peut :

[...] dire [aux cellules] comment croître, comment se multiplier, comment répondre finalement dans un environnement synthétique³²⁸.

L'on est donc à même de diriger le comportement cellulaire et d'encourager une « colonisation » plus intime et solide des matériaux dans le corps. Par exemple, dans le cas des prothèses, on peut « optimiser de la réponse cellulaire » afin d'inciter l'adhésion cellulaire:

[...] l'effort est concentré [sur]: *comment rendre cette surface plus attrayante [et plus fonctionnelle] pour l'environnement biologique*. [...] de différentes façons, la nanotechnologie [est utilisée] pour pouvoir rendre cette surface la plus attrayante. [Parce que par exemple pour un implant, si] il y a plus d'interaction avec les cellules, il est possible d'*attirer et de recruter plus de cellules vers l'interface créée* [...]. [Le résultat] c'est la consolidation de l'implant [...]³²⁹.

[On] développe en fait des systèmes pour permettre aux cellules osseuses de *mieux adhérer sur ces matériaux et de mieux coloniser ces matériaux*. [...] en fait, l'objectif c'est d'avoir des matériaux qui soient biodégradables et qui puissent être *remplacés petit à petit parce qu'ils synthétisent vos cellules osseuses* [...]³³⁰.

Les NST s'avèrent tout autant essentielles dans le sens inverse, soit en ce qui concerne les implants vasculaires (dans les artères), où la « colonisation » de l'implant par les cellules doit être évitée:

³²⁷ S.

³²⁸ M, sur ses recherches, p. 112.

³²⁹ K, sur ses recherches, p. 4-5.

³³⁰ N, sur ses recherches, p. 50.

[La nanotechnologie est utilisée] pour éviter ça. [...] l'une [des] approches [est le] *nano-coating*, c'est-à-dire, on met des [revêtements] qui sont très, très, très minces, [de] 20 nanomètres, et qui *changent complètement la propriété [inter-faciale] de votre implant*. À ce moment-là, ça *évite l'adhésion par exemple de plaquettes [...]*³³¹.

L'artificialisation permise par les NST semble être finalement d'une part plus *intime*, car l'on arrive, comme nous venons de voir, à « parler à l'échelle des molécules ». D'autre part, l'artifice qui est intégré à la nature est de plus en plus *actif*. On cherche effectivement de plus en plus des matériaux « bioactifs » et des techniques qui rendent « l'inerte moins inerte » pour qu'il interagisse avec la nature vivante et favorise les processus régénératifs :

Les rejets c'est le résultat, je pense, de l'incapacité de l'homme actuellement de faire des matériaux [...] synthétiques, les téflons [...] les plastiques, etc., même les titanes, les métaux, les glaces, les verres, les céramiques, capables d'être intégrés dans le corps humain. [...] tout le monde s'accorde pour dire qu'il y a deux grands problèmes : on veut remplacer un matériau biologique, naturel, qui est vivant, comme notre peau, nos cellules, nos os, nos artères, par un matériau qui, lui est synthétique, et en plus il est inerte [...]. Il y a 5-10 ans est arrivée une idée un peu nouvelle [...] et qui dit : si on n'est pas capable de régénérer des organes, de remplacer des organes avec des tissus synthétiques, peut-être devons-nous considérer l'opportunité de *mettre les cellules du corps à travailler avec nos matériaux*. On n'a plus le concept que l'on implante un matériau qui est inerte, mais on doit planter un *matériau qui est actif, qui est proactif* avec les cellules, donc un matériau qui *interagit* avec notre corps [...]. Je veux une *structure d'échafaudage* qui ne soit pas rigide comme celle des cathédrales, je veux une structure qui puisse bouger avec les cellules, *je veux donc quelque chose de vivant*³³².

Dans le champ des NST, il est question, somme toute, d'une hybridation qui était techniquement infaisable jusqu'ici, et dont le corollaire, comme les extraits ont pu le démontrer, est un brouillage profond entre le naturel et le technique, au point où l'utilisation des catégories nature et artifice deviennent inapplicables. Les deux domaines s'intriquent à un degré si intime, ils sont si enchevêtrés, que deux entités d'origines distinctes ne peuvent être discernées. Cet exemple en thérapie génique atteste de l'impuissance même à déterminer où commencent et où terminent l'artifice et la nature:

[U]n des domaines de la nanotechnologie [est] l'utilisation des systèmes de l'ordre du nanomètre [...] pour *modifier le profil génétique d'un individu*. [Une des approches]

³³¹ K, sur ses recherches, p. 6 et 7.

³³² S, sur ses recherches, p. 208, et question sur l'hybridation, p. 223.

consiste à utiliser ce qu'on appelle des *virus artificiels*, c'est-à-dire on va recréer des structures nano-particulaires qui *auraient les propriétés des virus mais en étant complètement artificiels*. C'est-à-dire qu'ils ont des fonctionnalités, qu'ils ont la taille des virus [...] et *sont capables vraiment d'amener un gène dans une cellule particulière*, en exploitant certaines portes d'entrées de la cellule et certains mécanismes de la cellule. Donc à ce niveau là, *on est en train de reproduire de manière artificielle les propriétés d'un micro-organisme qui existe à l'état naturel [...]* sans avoir peut-être les propriétés dangereuses que peuvent avoir un virus [...]³³³.

1.3. Les chercheurs face à la fusion entre nature et artifice: entre surprise et quête

Cette catégorie aborde la perception de l'hybridation entre le naturel et l'artificiel aux yeux des chercheurs eux-mêmes, comment ils réagissent et accueillent cette situation où ces domaines sont indiscernables, comme nous venons de le voir. Les extraits relevés sont issus de la question qui leur a été posée précisément sur l'hybridation (question 5 de la grille d'entrevue). Les formes discursives varient, mais s'y trouvent les propos les plus réflexifs, philosophiques, parfois épistémologiques.

Dans l'extrait suivant, où le chercheur répond sur comment distinguer les catégories du naturel et de l'artificiel, et du vivant et du non-vivant, le postulat de l'unité de la matière à l'échelle nanométrique se trouve, de nouveau, au cœur du brouillage de ces frontières :

[je vais] tout de suite répondre très court : *un nanomètre = un nanomètre*. Donc *nano = nano peu importe la matière* (rires), parce qu'un nanomètre, c'est vraiment 10^{-9} mètres... [...] Ça répond à la question? [...] les nano c'est ça, la nanotechnologie c'est de regarder à cette échelle³³⁴.

Ce principe apparaît donc comme la condition nécessaire à l'indéfinition épistémologique des NST, car comme nous avons discuté au premier chapitre, dès que l'on définit un champ par la taille de ses objets d'étude, toute matière, quelle que soit son origine, est susceptible de s'y trouver indistinctement :

³³³ I, question sur l'hybridation, p. 6-7.

³³⁴ L, question sur l'hybridation, p. 38.

[Du point de vue biochimique], *n'importe quelle molécule issue du vivant c'est du nano*³³⁵.

Un tel *degré de réduction* de l'échelle de travail propre aux NST (celui des atomes et molécules), pourrait expliquer finalement l'indistinction conceptuelle qui a lieu entre la nature et l'artifice, le vivant et l'inerte :

[...] les nanos, de par leur composition intrinsèque, de par le fait qu'on regarde au niveau atomique ou moléculaire [...], *on revient à des produits de base que la Nature N majuscule a déjà utilisés [...]. Si je regarde le bois, c'est un agencement d'atomes de carbone, hydrogène, oxygène. Bien, aujourd'hui on fait des polymères avec les mêmes trois constituants, selon des formes qui n'étaient pas présentes dans la nature. Mais à la base, c'est les mêmes atomes. Les briques sont les mêmes. Aujourd'hui on fait un château, demain on détruit le château et on prend les briques pour faire une cave à vin*³³⁶.

Hum, à cette échelle à mon avis *c'est difficile de faire la distinction* parce que de toute façon, quand on va aller chercher l'échelle de quelques atomes, on se rapproche de toute façon de... Là je suis un peu embêté parce que je ne vois pas... [...] C'est parce qu'à l'échelle à laquelle on se place nous-mêmes, en tant qu'être vivant [...] *on est un regroupement d'atomes, donc c'est toujours la même chose* [...]³³⁷.

Malgré ce mouvement de dé-différenciation théorique entre le naturel et l'œuvre humaine, les NST semblent présenter une tendance à ce que la dimension de l'artifice ait une emprise sur celle de la nature. Comme les extraits suivants le démontrent, si ces distinctions s'estompent, l'on finit par appréhender et définir la « matière naturelle » par les propriétés *utiles* qu'elle peut avoir à l'égard de la technologie:

[...] je crois que dans le transistor à l'ADN [...], en fait on s'intéresse simplement aux *propriétés électriques de la matière vivante*, point à la ligne, nothing new. [...] je pense [...] que ce à quoi on s'intéresse là-dedans, [c'est] à *l'unité de la matière* [...]. *On utilise l'unité de la matière, on n'utilise pas la notion de vivant*. Un tube de carbone, c'est 5 carbones qui sont organisés comme ça, et *on utilise l'ADN parce que c'est organisé d'une manière hélicoïdale*. C'est que nous, on va lui mettre un petit peu le côté... autour de l'ADN il y a l'aura du vivant, il y a l'aura de l'être humain, mais au départ, la personne qui le regarde, elle regarde un peu *comment, dans une hélice de carbone, il transmet l'électricité. Ce n'est pas vraiment l'ADN*...³³⁸

³³⁵ N question sur la science-fiction, p. 61.

³³⁶ S, question sur l'hybridation, p. 223.

³³⁷ N, question sur l'hybridation, p. 57.

³³⁸ H, question sur l'hybridation, p. 15.

Moi je ne fais pas cette distinction là [entre naturel et artificiel]. [...] moi *si j'utilise un ADN, c'est une molécule que ça vient pas d'un être vivant* [...]. J'utilise une molécule dont je peux *contrôler la position certains groupes chimiques*, comme ça je peux positionner des éléments, des petits ... [...] *et le fait que c'est une molécule centrale en vie, en principe ça ne m'intéresse pas*³³⁹.

L'ampleur de cette fusion entre entités reste néanmoins nébuleuse pour plusieurs chercheurs. Le discours de certains d'entre eux recèle des contradictions internes : si au départ ils affirment être capables de faire la distinction entre ces catégories, par la suite, leur propre discours démontre le flou où leur travail se trouve:

[...] *On sait que c'est vivant dans le fond, on sait que c'est vivant. [...] comme la vitesse, par exemple, va varier entre telle et telle chose [...]. Pour nous autres, c'est vraiment clair qu'est-ce qui est biologique puis qu'est-ce qui ne l'est pas. Mais si on regarde le tout total... [...] d'autres appellent ça hybride, c'est hybride, c'est un mélange bio et de... [...] c'est pour ça qu'on dit micro-bio systèmes*³⁴⁰.

Or, ce qui a été une constante pour la plupart des interviewés, c'est qu'en dépit du fait qu'ils soient plongés dans les processus et les pratiques d'hybridation, comme il a été possible de le voir depuis le début de ce chapitre, plusieurs d'entre eux semblaient être confrontés au flou des frontières de leur travail pour la première fois. La question sur l'hybridation semblait les prendre de ce fait « au dépourvu ». C'est ce que nous avons nommé l'effet « surprise » dans le titre de cette catégorie :

[...] de façon bien honnête, dans nos projets, ce n'est pas le genre de choses qu'on se pose comme question [la distinction entre les entités naturelles, artificielles, vivantes et inertes]. Parce que, bon, nos matériaux, en fait sont synthétiques, c'est certain qu'on leur donne une certaine activité bio, donc qu'ils ont une certaine activité envers les cellules, mais ça reste quand même que c'est inerte tant et aussi longtemps que la cellule lui a pas donné finalement son... Il y a une interaction qui se fait dans les deux sens, la matrice synthétique interagit avec la cellule et puis la cellule interagit, remodèle en fait le matériau. Donc... Ce n'est pas quelque chose qu'on s'est posé comme question, je dois vous dire³⁴¹.

Les réponses qui allaient dans ce sens étaient nombreuses. Les seuls chercheurs ayant démontré non seulement avoir une réflexion entamée à propos du basculement de ces

³³⁹ E, question sur l'hybridation, p. 17.

³⁴⁰ G, question sur l'hybridation, p. 14-15.

³⁴¹ M, question sur l'hybridation, p. 81.

frontières, et, encore davantage, être délibérément à la recherche de ce flou épistémologique, se trouvent dans le groupe des physiciens :

Oui c'est tout à fait vrai [que c'est difficile de faire la différence entre nature et artifice, vivant et non-vivant], et je pense que *c'est une bonne chose parce qu'il faut que ces frontières-là fondent* [...]. Moi, même philosophiquement, je dirais qu'il n'y a pas une grosse différence entre une particule d'or et une particule de fer qui fait partie des globules rouges dans le sang. Tout est lié, surtout à cette échelle-là [...]. Philosophiquement, ça va nous aider à franchir la barrière entre la compréhension de ce qui est vivant et ce qui n'est peut-être pas vivant [...]. [J]e pense qu'il faut se poser ces questions-là afin de faire deux choses. Premièrement de comprendre l'origine de la vie sur terre [...], et aussi ça va nous aider à trouver de la vie ailleurs [...]³⁴².

Alors moi je ne sais pas vraiment c'est quoi la différence entre vivant et mort, conscience et... je pense c'est une des grandes frontières en science à ce moment-là [...]. C'est pour ça que je trouve les nanos intéressantes, parce que je peux commencer à réduire les systèmes [...] jusqu'à [...] peut-être faire comme un « *reverse engineering* » pour vraiment comprendre [...] *qu'est-ce que c'est la conscience, qu'est-ce que c'est l'être vivant*.³⁴³

[...] *je n'en vois pas vraiment l'avantage de faire une distinction*. [...] *Non, pas vraiment* [...]. Peut-être je devrais réfléchir encore, peut-être, mais je ne vois pas vraiment un vrai avantage à faire ça. [...] Ça sert à quoi de faire la distinction? [...] *Peut-être au niveau de, du langage, mais même ça*³⁴⁴.

C'est pourquoi nous nous sommes référée à ce discours en tant que « quête » dans le titre ci-dessus. Les physiciens semblent être à l'unisson avec la théorie quantique, à la recherche même de l'unité ultime du monde, de la nature, de la vie et de l'esprit. Une redéfinition de ces entités, ou leur déconstruction est donc ce à quoi ils semblent s'attendre. Or, il s'agit de l'horizon même qui se dessine avec les NST. Il apparaît qu'à mesure de leur développement, il ne sera plus possible de parler dans les termes classiques du naturel, de l'artificiel, du vivant et du non-vivant:

[Ces distinctions font encore du sens] je pense, peut-être parce que moi, j'ai eu des cours très différents, [...] je n'ai pas eu de formation en nanotechnologie. Peut-être que

³⁴² O, question sur l'hybridation, p. 99-100. Il est lieu de noter que nous ne discutons par les impressions des chercheurs par rapport à l'éthique qui concerne le processus d'hybridation entre nature et artifice en raison des limites du mémoire.

³⁴³ E, question sur l'hybridation, p. 16.

³⁴⁴ Q, question sur l'hybridation, p. 145.

dans 20 ou 30 ans, s'il y a effectivement des formations nanoscience et nanotechnologie, les choses seront beaucoup plus entremêlées, les gens auront peut-être moins tendance à faire la distinction³⁴⁵.

Le nanomonde annoncerait ainsi d'autres cadres de pensée, où de nouvelles catégories cognitives doivent être élaborées. Nous retrouvons finalement ici les implications éthiques de premier plan des NST: quelles sont les nouvelles conceptions que l'être humain pourra entreprendre du monde et de lui-même et qui serviront de structure à son rapport à l'autre et au milieu qui l'entoure? Quels enjeux les sous-tendront? Ces questions pour le moment restent ouvertes.

2. La mue de l'artifice en nature

Il est temps maintenant de décortiquer le deuxième moment du double processus, soit la naturalisation de la technique. Nous verrons ici comment les NST acquièrent des qualités du monde de la nature, en devenant, pour ainsi dire, un champ d'activité humaine qui est hors de portée de l'humain, comme le domaine naturel lui-même.

2.1. Droit devant avec l'œuvre de la nature

Cette catégorie concerne l'établissement de « liens de parenté » entre le champ des NST et la nature. Ici, la naturalisation se donne par la familiarisation de ce domaine avec l'œuvre de la nature. De son avènement à ses produits technoscientifiques, en passant par ses procédés et approches, on établit des rapprochements du nanomonde avec le monde naturel. La forme discursive est chargée de comparaisons et de parallèles entre les deux domaines, et les extraits identifiés se trouvent sous diverses questions.

L'approche *bottom-up* apparaît comme le trait d'union entre la façon dont la nature crée son monde et celle dont l'humain fabrique de la technologie, devenant ainsi la condition des similarités établies entre nature et artifice:

³⁴⁵ T, question sur l'hybridation, p. 259.

[...] on peut faire *bottom-up* non contrôlé [...]. Mais ce qu'on ne sait pas faire, c'est du nano-organisé! [...] on est extrêmement loin de ce rêve de pouvoir contrôler la matière et l'organiser au niveau du laboratoire un peu *comme la nature sait le faire, hein*³⁴⁶.

*Les chimistes font des molécules depuis des lunes, puis la nature fait des molécules depuis ...euh... puis la nature a donné un être organisé, nous-mêmes, les animaux, les plantes [...]*³⁴⁷.

Le *bottom-up* permet donc, comme ces extraits laissent voir, d'inscrire heuristiquement les NST dans la *suite du travail de la nature*. Par surcroît, si, par exemple, chimistes et nature peuvent être vus comme partageant une même activité, l'on est à même de naturaliser tant les NST que leurs produits:

[...] Je ne pense pas qu'on va faire faire à la nature ce qu'elle ne fait pas. C'est simplement tirer profit des phénomènes particuliers dans la nature, puis les mettre au service soit de nos connaissances ou bien des technologies qui pourraient être utiles [...]. Donc les tubes de carbone sont un exemple : *on pourrait dire, c'est fait par l'homme, mais pas vraiment, parce que c'est fait naturellement comme ça*, dans des conditions particulières. *C'est la nature qui favorise cette structure là [...]. On les concentre, on les utilise, on regarde ce qu'elles font, puis on peut peut-être en tirer profit. [...]* je le vois plus comme utiliser ce qui est naturel mais en étant un peu plus intelligent dans la façon qu'on l'utilise [...]. Donc c'est une *évolution naturelle scientifique*³⁴⁸.

Un autre type de naturalisation des NST qui a émergé dans le matériau est celui de leur inscription dans des domaines anciens, comme si elles existaient depuis des siècles. Ici, la naturalisation se donne par leur habitude et familiarisation³⁴⁹:

En fait, c'est qu'on en faisait déjà des trucs nanos sans le savoir. Comme beaucoup de chimistes qui font de la nanotechnologie, tout à coup, ils ont découvert que la molécule de niveau atomique [...] c'est vraiment nano comme dimension [...]³⁵⁰.

On [...] parle des dangers des nanotechnologies, des nanoparticules. Bien, des nanoparticules c'est sûr qu'il y en a aujourd'hui beaucoup, c'est à la mode. Mais *il y en a toujours eu des nanoparticules*. Parce qu'on fume une cigarette, il y a des nanoparticules dans l'air, partout, tout le temps, il y a des nanoparticules. Elles sont là

³⁴⁶ H, question sur la définition des NST, p. 8.

³⁴⁷ A, question sur le contrôle, p. 8.

³⁴⁸ A, question sur l'hybridation, p. 9.

³⁴⁹ Selon Moscovici, « [...] l'art d'un homme devient toujours la nature d'un autre homme » (*La société contre nature, op. cit.*, p. 140).

³⁵⁰ D, sur présentation des recherches, p. 2.

même si on ne les appelait pas des nanoparticules. Donc c'est un peu... le problème finalement, on vient au point ... *on fait de la nanotechnologie, mais on en faisait y a X années. On ne s'en rendait pas compte*³⁵¹.

D'autres chercheurs identifient pourtant des biais dans ce type de discours :

[...] la dimension n'est pas suffisant [pour définir le domaine des NST] parce que, si on gardait ça, presque toute la biologie, la chimie, presque toute la métallurgie, etc., serait de la nanoscience, et moi je ne pense pas que c'est de la nanoscience. [...] au Moyen Âge, on a mis des petites particules d'or dans le verre pour le faire rouge [...], bien, à mon avis, ce n'est pas nanotechnologie, parce qu'on n'avait pas vraiment eu le contrôle de ces particules³⁵².

[...] la nanotechnologie, je veux dire, les nanomatériaux ne sont pas nouveaux, ça c'est sûr, il y a des particules colloïdales [...] depuis 1857 et... il y a des cultures qui utilisaient des nanoparticules sans le savoir pour colorer leurs peintures ou leurs céramiques [...]. Nanotechnologie, ça, c'est plutôt nouveau puisqu'on arrive maintenant à faire ce qu'on veut, à les manipuler, à les synthétiser, à les caractériser [...] ³⁵³.

Les NST sont également naturalisées par le biais d'une pensée qui semble avoir des prémisses communes avec la pensée de Spinoza et de Moscovici³⁵⁴. Comme le démontre le discours de ce chercheur, lorsque l'intervieweuse lui demande comment faire la différence entre le naturel et l'artificiel, il accorde à la technique une naturalité qui procède d'un *rallongement de la naturalité de l'humain*:

[...] quand on parle d'artificiel, qu'est-ce que ça veut dire artificiel? Je veux dire, *les êtres humains font partie de la nature, donc si nous, on fait quelque chose, pourquoi on l'appelle artificiel alors que nous, quand même, on fait partie de la nature [...]*. Je n'ai pas vraiment une réponse à ça. Moi je pense que quand même nous, on fait partie de la nature, on développe des procédés qui n'existent pas dans la nature en tant que tels,

³⁵¹ F, sur présentation des recherches, p. 1-2.

³⁵² E, question sur la définition des NST, p. 6 et 7.

³⁵³ T, question sur la définition des NST, p. 252.

³⁵⁴ Pour Moscovici, l'art crée du naturel car il serait un prolongement de la « nature » humaine : « Un art ne fait pas reculer la nature : mais [signifie] l'évolution du monde naturel lui-même » (Moscovici, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, op. cit., 41). Pour Spinoza, « [T]here cannot be a distinction between the artificial and the natural, between Art and Nature, because all that pertains to artifacts pertains also to Nature and its immutable laws » (Alan Gabbey, « Spinoza on the Natural and the Artificial », dans Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., *The Artificial and the Natural*, op. cit., p. 233).

mais on fait quand même partie de la nature, donc *ce procédé est... dans une certaine mesure est naturel quand même*³⁵⁵.

Sans vouloir affirmer que ces argumentations sont toutes stratégiques ni nier la part d'autres facteurs impliqués, force est de constater que, tout compte fait, ce type de discours présente une utilité importante du point de vue de la protection de ce champ technoscientifique. Car en inscrivant les NST dans la continuité de la nature, on les rend « apprivoisées », ce qui constitue une invitation à en mitiger les risques :

Les nanoparticules, le problème c'est qu'on ne sait pas comment les identifier correctement. Une molécule, [on peut l'identifier], puis on dit : est-ce qu'elle est toxique oui ou non ? Une nanoparticule, bien, [...] toujours la même particule, tu as changé un atome, la réactivité n'est pas la même [...]. Mais il y a beaucoup de particules qui existent depuis des générations et des générations qui sont émises par les voitures, par exemple, des nanoparticules qui sont émises par les diesels. Donc y en a toutes sortes de nanoparticules qui existent, qui sont *toutes assemblées dans la nature*³⁵⁶.

C'est ainsi que le « fait naturel » finit, en raison du caractère bénin qui lui est par principe associé, par être utilisé comme moyen de banalisation des risques du nanomonde.

2.2. L'autonomisation du développement technologique

Un autre type de naturalisation des NST qui a été décelé empiriquement dans le matériau a trait au déterminisme technologique. Ici, l'on perçoit la sphère technoscientifique propre à l'activité humaine comme un processus autant *hors de portée de la volonté humaine* que l'évolution elle-même. L'idée-phare étant que les NST sont une partie inévitable de l'histoire de la civilisation humaine. La possibilité de choix social s'efface au profit du déploiement de la nécessité du monde de la nature. Se dégage finalement de ce discours une désappropriation à l'humain de son pouvoir en tant que sujet social et politique, dont témoigne l'assertion selon laquelle « [...] on ne peut pas empêcher que la technologie avance³⁵⁷ ».

³⁵⁵ Q, question sur l'hybridation, p. 145.

³⁵⁶ A, question sur rapport science-technologie, parlant des risques des produits des NST, p. 15.

³⁵⁷ K, question sur le contrôle, parlant sur risques, p. 12.

Dans les extraits suivants, aussi bien la conception qui inscrit le développement des NST dans le processus évolutif propre à la nature, que celle qui évacue la possibilité politique de délibérer sur le présent et le futur, sont présentes :

Moi, je pense que [les nanotubes vont] avoir un impact en électronique, mais je ne sais pas lequel [...]. Surtout en électronique, [...] les choses doivent être très petites, puis c'est de là que prend tout l'intérêt de l'assemblage [*bottom-up*]. Donc c'est plus une *évolution naturelle* [...], *c'est tout simplement naturel de faire ce type de recherche* [de miniaturisation par le *bottom-up*]. [Pour ce qui est de l'impact des nanotubes], il faut attendre, être patient [...]. Mais une chose est sûre, c'est que c'est la physique qui gère tout ça, la chimie des matériaux, puis il y a une *évolution attendue qui va se produire d'une façon ou d'une autre. C'est la tendance naturelle*³⁵⁸.

Ici, le chercheur répond à la question sur les conséquences négatives de la dimension science-fictionnelle du nanomonde :

De toute façon, [...] il y a [toujours] des gens qui s'opposent à quelque chose. Cette position, ça nous aide à réfléchir. À trouver des solutions. À prendre un certain recul par rapport, des fois, à ce qu'on fait, *mais ça n'empêche pas l'avancement, ça n'empêcherait pas l'avancement. Ça c'est un processus na-tu-rel, naturel*. Et puis, même si maintenant, je dirais, s'il y a les lois qui viennent nous dire : OK, qu'on ne parle plus de nanotechnologies, on coupe tous les financements en nanotechnologies [...], les gens vont le faire en cachette [...]. Parce que c'est une *révolution naturelle*, c'est quelque chose qui *devrait avancer, devenir petit, petit, petit, oui, ça devrait avancer* [...]. *On ne peut pas l'empêcher, c'est ça que je pense*³⁵⁹.

L'idée d'évolutionnisme technologique prend donc de l'ampleur aux dépens du pouvoir socio-politique de l'humain. L'évocation de la *Loi de Moore* au sein du discours sur les NST en est l'exemple par excellence, car il est ardu de trouver des discours aussi déterministes et naturalisants³⁶⁰ :

[...] *l'affaire dimensionnelle est une affaire naturelle* [...]. *C'est en 1960, quand Moore avait tracé sa courbe, ils étaient déchirés, ils savaient qu'on allait arriver dans le nano*³⁶¹.

³⁵⁸ A, sur ses recherches, p. 4 et 5.

³⁵⁹ K, question sur la science-fiction, p. 13-14.

³⁶⁰ Gordon Moore, cofondateur de l'entreprise *Intel*, a fait une prévision en 1965 qui a valeur de loi jusqu'à nos jours : constatant que depuis l'invention des circuits électroniques, leur capacité se doublait chaque 18 mois, il a déclaré que ce rythme de miniaturisation se poursuivrait.

³⁶¹ H, question sur la définition des NST, p. 5.

[Les NST nous ouvrent] des perspectives nouvelles mais dans un ordre normal des choses, dans une évolution en tant que telle. [...] *tout ça est lié à un bonhomme qui a fait une petite courbe* de rien du tout et qui a dit : *voilà ce qu'on va réussir à faire durant les 50 prochaines années* en termes de l'évolution des petites puces qu'on a appelé transistors. C'est ça le résultat de ça. [...] pour moi c'est très évolutif, *qu'est-ce qu'il y a de plus évolutif qu'une droite?* [...] il n'y a rien d'aléatoire, il n'y a même pas eu de petite cassure, vous allez voir la [ligne] droite [...] ³⁶².

C'est comme en micro-électronique, une fois qu'on avait réussi à placer tous les éléments essentiels pour faire une puce sur un chip, bien, *après qu'il y a eu cette loi de Moore, [...] donc tous les deux ans [...] ça double*. Il suffisait en quelque sorte de faire les éléments deux fois plus petits pour avoir une densité quatre fois plus grande. *Quand vous êtes dans ce régime là, ça devient beaucoup plus simple de progresser* ³⁶³.

Enfin, c'est comme si la technologie se développait toute seule, que même sans acteurs, sans investissement humain et matériel, les NST arrivaient de façon inéluctable. Posée comme un fait, l'inévitabilité de leur développement donne lieu à un évolutionnisme de la technique qui a pour condition et corollaire l'omission du fait que toute technologie est un construit socio-culturel et non un « phénomène émergent ». Cette naturalisation « programme » le présent en fonction d'un avenir socio-historique qui est déjà pré-déterminé: il est aux nanos. En bout de ligne, l'« évolution » des NST devient pour l'un des chercheurs à un tel point naturalisée, lieu commun, qu'il semble même s'ennuyer d'une percée technoscientifique plus audacieuse et moins prévisible ³⁶⁴ :

[Les NST], d'abord, ce n'est pas de la nouvelle science, *on pouvait le prévoir depuis très longtemps* [...] ³⁶⁵.

[...] ce que je suis en train de dire c'est que la technologie n'avance que sur une façon *très conservatrice, très évolutive et très peu révolutionnaire* ³⁶⁶.

³⁶² H, question sur la science-fiction, p. 19 et 20.

³⁶³ R, sur ses recherches, p. 160.

³⁶⁴ Ce chercheur est un cas intéressant, car il inscrit les prémisses de la *Loi de Moore* dans la naissance de l'humain : [...] j'ai vu une image absolument superbe [...] : l'intelligence mesurée en termes de capacité de calcul [...]. Depuis, je ne sais pas, 15 mille ou 20 mille ans, en fait, la *Loi de Moore* est là-dedans comme ça... Elle est juste là, l'échelle de temps est tellement petite et, regardez un peu comment elle évolue, cette capacité là » (H, question sur l'hybridation, p. 16).

³⁶⁵ H, sur la définition des NST, p. 7.

³⁶⁶ H, sur la définition des NST, p. 4-5.

2.3. Science et technologie dans une *terra incognita*

Sous cette troisième catégorie, la naturalisation de la technique résulte des diverses manières dont les NST sont rapprochées, que ce soit par une volonté délibérée des scientifiques ou non, d'une *terra incognita*. L'analyse d'Alfred Nordmann, qui établit des liens entre les NST et la « chose en soi », discutée dans le chapitre précédent, nous a beaucoup inspirée. Nous verrons ici que, d'une part, les chercheurs parlent de l'inconnu, du nouveau, de l'étrange, et de l'autre, ils donnent ou cherchent à donner aux objets techniques des comportements et des caractéristiques de la nature vivante. Les extraits sont issus de plusieurs questions de la grille et touchent à toutes les disciplines.

Le nœud gordien des défis épistémologiques auxquels sont confrontés les scientifiques semble être l'étrangeté fondamentale du nanomonde par rapport à celui de l'être humain :

[on utilise les NST] pour une raison particulière, parce que c'est une gamme d'échelle qui est très peu explorée, et qui l'est de plus en plus grâce aux techniques modernes [...], puis qui *réserve des surprises*. Donc c'est pour ça que les gens ont beaucoup d'intérêt. On ne connaît pas beaucoup ces surprises-là, mais *on sait qu'il y a une terre inexplorée*. Bien, en allant, en marchant sur cette terre là, on apprend des choses [...] ³⁶⁷.

[...] c'est sûr, la nano est intéressante à cause des propriétés... c'est *comme si on était sur une autre planète*, avec d'autres propriétés physiques, tout ça, qu'on peut exploiter. Ça donne des outils supplémentaires dans notre coffre d'outils ³⁶⁸.

Étudier et exploiter techniquement cette étrangeté, que nous avons nommée *terra incognita*, a des implications cognitives importantes. Il en découle notamment une incomplétude inhérente à l'appréhension des phénomènes qui ont lieu à l'échelle du nanomonde :

La physique et la chimie [à l'échelle nano] sont tout à fait différentes, on ne comprend même pas les phénomènes tels que la diffusion ou l'agglomération [...]. [À] l'échelle nano, le phénomène se fait *tout à fait différemment qu'aux échelles qu'on comprend, qu'on voit dans la vie de tous les jours* [...]. Une bille d'un micromètre se comporte tout à fait différemment qu'une bille de dix nanomètres [...]. Ça fait que juste la diffusion d'une nanoparticule peut varier par des facteurs de dix, de cent, de mille, juste si tu varies la

³⁶⁷ A, question sur l'hybridation, p. 9-10.

³⁶⁸ G, sur les implications de ses recherches, p. 28.

taille de la nanoparticule d'un à trois nanomètres. Et ça, c'est quelque chose qu'on ne comprend pas encore et qui n'a jamais été étudiée à plus grande échelle, *parce qu'à plus grande échelle ça n'existe pas, ces questions-là*. À plus grande échelle, c'est la diffusion dans une cellule vivante, [ce qui] ne se fait vraiment pas, c'est trop visqueux [...]. Je dirais que la physique de base est différente à partir d'à peu près dix nanomètres, plus bas que ça, plus petit que ça, ça commence à être dans *un régime qu'on ne comprend pas*³⁶⁹.

Or, une compréhension qui est déjà en partant partielle, limitée, handicapée par ricochet les possibilités de maîtrise scientifique des processus nanométriques. Dans le nanomonde, on n'est plus dans un cadre où l'on travaille avec l'artifice en tant que tel, celui qui est conçu, créé et produit par l'humain; l'on y *interagit avec de l'altérité*. Aussi le contrôle technique et la maîtrise conceptuelle deviennent-ils finalement un enjeu majeur du travail à la nano-échelle:

[...] Le problème du contrôle c'est quelque chose qui est justement... c'est un problème important. On parle de faire du design de matériaux [...], déjà essayer de contrôler la matière à l'échelle nanométrique, ce n'est pas évident [...]³⁷⁰.

[...] moi, dans mon domaine, [le contrôle] c'est, je pense, moins un problème. Parce que, je pense qu'on a une bonne idée du contrôle... bon, je disais tantôt qu'on n'avait pas de contrôle, mais jusqu'à un certain point quand même. Je donne un exemple bête. Si on veut mettre 250 atomes dans une particule, est-ce qu'on va arriver exactement 250 ? *Pas évident, ça peut être 260, 230*. Mais est-ce que les propriétés vont être différentes ? *Peut-être pas beaucoup. Peut-être puis oui, on ne sait pas* [...]³⁷¹.

[...] on ne contrôle pas toutes les propriétés parce qu'on ne peut pas les voir [...]. On pense, on peut spéculer, faire des hypothèses à partir des résultats [...] mais qui sont encore *incomplets*. Donc ça fait en sorte *des fois qu'on a un résultat que, oups, on n'avait pas prévu ce résultat-là*³⁷².

Il y a toutefois des chercheurs qui voient l'enjeu du contrôle autrement. Pour eux, le travail à cette échelle est bien plus certain :

³⁶⁹ O, sur la définition des NST, p. 93 et 94. Ce chercheur nous a présenté une forte contradiction à ce sujet, car l'extrait que nous venons de citer a été dit de façon tout à fait spontanée, durant la discussion sur la définition des NST. Or, lorsque la question sur le paradoxe de contrôle lui a été posée par la suite, le discours a été très différent : « Je pense que la physique reste la même, c'est juste qu'il faut trouver quelle loi s'applique en particulier à cette échelle-là. Je pense que toute la théorie a déjà été faite [...] » (p. 97).

³⁷⁰ T, question sur le contrôle, p. 253.

³⁷¹ F, question sur le contrôle, p. 6.

³⁷² M, question sur le contrôle, p. 78-79.

Bien le contrôle, [...] on l'a de plus en plus hein? Ça, les méthodes *bottom-up*, [...] on [voit] des articles tout le temps là-dessus, et puis on arrive vraiment à faire des surfaces atome par atome, hein? [...] on construit exactement ce qu'on veut et puis on trouve des surfaces très intéressantes³⁷³.

Moi c'est sûr qu'avec les techniques que j'ai, que j'utilise, les matériaux que je développe, les polymères que je manipule aux surfaces, j'ai la technique qui me permet justement de les quantifier et de les caractériser à la même échelle, ça fait que mon incertitude est du même ordre de grandeur³⁷⁴.

Ce type de discours, il est intéressant de remarquer, est vu lui-même par d'autres interviewés comme un « discours de type ingénieur » :

Bien, avant d'avoir un vrai contrôle il est souhaitable d'avoir une meilleure compréhension de la matière au niveau nanométrique. Donc, on peut toujours utiliser le point de vue des ingénieurs et essayer de *faire le contrôle sans bien comprendre, mais on risque d'avoir des surprises évidemment, parce qu'on ne connaît pas le comportement exact* [...]. [...]. C'est une approche différente. L'ingénieur, il veut faire un dispositif qui marche, mais il n'est pas forcément intéressé à comprendre très bien comment ou pourquoi il marche [...]³⁷⁵.

C'est-à-dire que pendant que certains chercheurs posent une distinction entre la compréhension théorique d'un phénomène et le « contrôle » de ce même phénomène, soit la capacité de sa manipulation, ceux qui tiennent un discours de « type ingénieur » (et qui ne sont pourtant pas forcément des ingénieurs) semblent réduire les deux sphères à celle du contrôle. En d'autres mots, dès que, par sa manipulation, l'objet technique « paraît » réagir de la façon attendue, l'on peut s'en satisfaire. L'extrait suivant illustre cette attitude :

[...] on utilise des couches minces, on les produit ou les caractérise assez bien, mais il y a encore des propriétés dont on n'est pas certain. On [...] aimerait voir par exemple la densité des couches minces de polymère, on aimerait voir la densité des chaînes de polymères sur les surfaces [...], on croit qu'elles sont très importantes mais il n'y a aucune technique qui nous permet d'aller voir. [Mais les trous dans la connaissance ne posent pas d'empêchements pour l'utilisation de la matière à cette échelle] parce que, dans le cas qui nous intéresse, l'application est macro. [Donc] on prend des cellules, [...] on varie les propriétés de fabrication, on a certaines propriétés physico-chimiques qu'on a caractérisées, on regarde les réponses des cellules et puis on essaie de faire un

³⁷³ P, question sur le contrôle, p. 119.

³⁷⁴ L, question sur le contrôle, p. 37.

³⁷⁵ Q, question sur le contrôle, p. 136.

lien. *Puis là on dit : quand il n'y a pas de cellules qui attachent ici, on a atteint notre but. Mais on ne sait pas exactement pourquoi [...]*³⁷⁶.

Une telle rupture entre le résultat opérationnel et son appréhension scientifique aboutit finalement à des situations où

*[...] même si on reproduit la nature, on est loin de comprendre ce qui se passe dans la nature [...]*³⁷⁷.

Malgré l'effort de caractérisation des propriétés des matériaux à l'aide des instruments, la compréhension des phénomènes à la nano-échelle demeure ainsi incomplète. Il reste à savoir si l'écart existant entre manipulation et appréhension est transitoire ou si les phénomènes du nanomonde font effectivement partie d'un univers qui est par trop étranger à la condition humaine :

*Au niveau scientifique, c'est sûr, c'est un autre monde... [...] c'est une autre façon de voir le monde qui nous entoure, c'est une autre façon d'imaginer [...]*³⁷⁸.

*[...] je pense que jamais comme avec les nanotechnologies, [mettre en place quelque chose d'éthique] c'est quelque chose d'important, parce qu'on explore un monde qui n'est pas notre monde, hein? [Car] on ne voit pas à cette échelle. On n'est pas capable d'imaginer, et si l'imagination est plus importante que la connaissance, et on n'est même pas capable de l'imaginer, on commence à être loin, tu comprends?*³⁷⁹

*[...] c'est absolument vrai que plus la taille est basse, plus le comportement, la physique de base sont quelque chose qu'on ne comprend même pas, c'est quelque chose de vraiment nouveau [...]. Par exemple, les particules de 2 nanomètres sont assez dangereuses quand elles sont deux dans une cellule, mais les particules de cinq nanomètres, ça commence à être inerte. [Il] y a personne qui comprend ça. [...] il y a plusieurs groupes qui ont remarqué ce phénomène-là, mais comprendre... ça nous dépasse à ce moment-là, parce que comme humain on n'a pas le sens de cette échelle-là, on n'a pas le sens de la physique à cette échelle. Ça fait que quand on pense à la diffusion, quand on pense à l'agglomération, à toutes ces affaires physiques, on pense toujours aux choses de l'échelle qu'on comprend, comme si c'était des billes ou des raisins. Mais en fait, à la nano-échelle, c'est tout à fait différent*³⁸⁰.

³⁷⁶ M, question sur le contrôle, p. 78-79.

³⁷⁷ N, question sur l'hybridation, p. 58.

³⁷⁸ S, question sur l'hybridation, p. 224-225.

³⁷⁹ S, question sur la science-fiction, p. 230.

³⁸⁰ O, sur la définition des NST, p. 93-94.

En d'autres termes, l'enjeu qui se pose dans le nanomonde est d'ordre phénoménologique :

C'est sûr qu'on ne sait pas pourquoi le téflon [...], à 100 nm, il devient élastique, ça on ne le sait pas. Et *pour le savoir, on doit être capable de manipuler, de toucher, de voir, d'investiguer et probablement il y a des lois physiques qui nous échappent*³⁸¹.

[...] on essaie de jouer avec la lumière, afin d'augmenter les limites de ce qu'on peut voir, mais c'est vrai que des fois tout est indirect c'est *comme nager dans le vide* (rire). [...] on n'y touche presque jamais, on n'est pas certain. [...] la question c'est toujours : comment? on peut toujours se poser des questions sur qu'est-ce qu'elles font ces particules-là, comment elles sont, bla bla bla, mais *la grande question c'est : comment le faire, comment le voir?*³⁸²

Un aspect central qui est lié à l'étrangeté du nanomonde et qui a des conséquences sur la façon de faire de la science, est justement la façon dont on y a accès : que l'« observation » de cet univers soit incommensurablement indirecte :

[Sur la possibilité de contrôle], *on a toujours un peu d'illusion là-dedans*, dans le sens qu'on pense qu'on contrôle, qu'on connaît ou qu'on sait ce qui se passe à l'échelle nano, mais *ce n'est pas évident qu'on sait ce qui se passe*. On a des modèles. [...] on essaye de maîtriser, de comprendre mieux ce qui se passe, mais on a des *moyens extrêmement indirects* pour mesurer ce qui se passe. A l'échelle macro, à l'échelle du quotidien [...], on a des mesures directes, on prend une règle, on mesure quelque chose, on sait que c'est tant de centimètres, tant de mètres [...]³⁸³.

[...] un des points importants [en NST] c'est que *tout ce qu'on voit entre guillemets en nanotechnologies, on ne voit plus rien de façon directe*. Tout, beaucoup de phénomènes, vous ne les voyez qu'à travers une panoplie d'instruments [...]. *[U]ne image faite en AFM, en fait ce n'est pas une image au sens propre [...]* C'est rendu plus [...] difficile de voir les résultats [...]. *On est comme beaucoup plus détaché en fait de ce qu'on fait*³⁸⁴.

Le discours de ces chercheurs attire l'attention sur un trait déterminant du champ des NST : le type d'instruments auxquels les scientifiques ont affaire dans la « caractérisation » des propriétés des nanomatériaux. Alors que l'on est entièrement dépendant des instruments pour manipuler et contrôler la nano-échelle, ils sont tout à fait différents des microscopes utilisés aux échelles macro et même micro. Comme il a été discuté au premier chapitre, les

³⁸¹ S, question sur le contrôle, p. 220.

³⁸² O, reprise sur l'idée que l'humain n'a pas le sens de l'échelle nano, p. 112.

³⁸³ D, question sur le contrôle, p. 6.

³⁸⁴ R, question sur contrôle, p. 175.

« résultats », soit les « images » du nanomonde, sont un imbroglio de faits, de réel, d'artifice et d'imaginaire, un fusionnement intime entre sujet et objet et entre nature et artifice. Compte tenu du saut qualitatif que représente ce type d'instruments, il est surprenant de remarquer que seulement trois chercheurs aient soulevé spontanément le caractère particulier des « microscopes » du nanomonde. Enfin, dans la mesure où il s'agit d'une artificialisation qui n'est pas prise en compte dans l'obtention des résultats (*grosso modo*, la médiation informatique qui produit des images selon les conventions prédéterminées des logiciels), une naturalisation de la technique a lieu, dans ce cas des *a priori* idéologiques de l'activité technoscientifique qui sont projetés sans recul sur la nature.

Revenant aux limites du contrôle constitutives du travail à la nano-échelle, elles ne posent pas tant de problèmes à certains chercheurs. Il y en a qui semblent être en effet « à l'aise » avec ce rapport particulier à la production technoscientifique, où l'on « fait la cour » à l'imprévisible et à l'incontrôlable :

[...] si on prend le corps humain, c'est qui qui le maîtrise ? Qu'est-ce qui fait que vous êtes et que je suis comme je suis aujourd'hui à partir de pratiquement rien ? Ça c'est un peu... *est-ce qu'il faut qu'il y ait quelqu'un qui contrôle ? Je ne pense pas, non*³⁸⁵.

Moi, en tout cas en recherche, ma perception face à quelque chose qu'on ne comprend pas, qu'on ne contrôle pas, c'est d'améliorer les connaissances pour apprendre à mieux la comprendre, puis à mieux le contrôler. Puis c'est un des défis des nanotechnologies. Puis *je me sens très, très à l'aise avec le fait qu'effectivement, il y a des choses qu'on ne contrôlera pas, il y a des effets qu'on ne pourra pas nécessairement prédire. [...] c'est quelque chose qui fait partie du défi puis de l'intérêt de la recherche qu'on fait, cet aspect-là : qu'on ne contrôle pas tout [...]*³⁸⁶.

En ce sens, se dessine un rapport à la science qui s'approche effectivement de l'idée de Jean-Pierre Dupuy sur le scientifique apprenti-sorcier, vue au chapitre précédent. Le scientifique lui-même s'inscrit délibérément dans une dynamique où il partage le contrôle—d'emblée, fondamentalement restreint dont il dispose quand il travaille sur le nanomonde, comme cette catégorie a pu le démontrer—avec des entités et des processus de la nature. Cette particularité de l'éthos scientifique se dévoile surtout lorsqu'il est question de projets où la

³⁸⁵ F, question sur le contrôle p. 6.

³⁸⁶ J, question sur le contrôle, p. 10.

réalisation de l'objet technique final implique qu'on lui donne la contingence propre à la nature, comme l'illustrent ces extraits :

[Ce projet] c'est des robots qui sont [...] dans l'eau [...] et qui sont *entièrement autonomes*. Tu ne peux pas communiquer avec, ils sont déjà préprogrammés. [...] on utilise les bactéries encore [...]. On va pouvoir les contrôler, puis les faire pousser dans une certaine direction de façon autonome [...]. On peut leur faire faire des tâches complexes en ayant pas le contrôle [...], [les robots] sont déjà préprogrammées d'avance, un peu *comme une fourmilière, ou une ruche* et chacun est programmé à agir de manière différente, ce qu'on appelle le *collective behavior*. Et ensuite [...] ils vont *s'adapter à plusieurs choses en interagissant entre eux*, ce qu'on appelle le *swarm intelligence*, un peu d'intelligence partout et distribuée avec beaucoup d'interaction [...]. Et *c'est certain que quand on parle d'autonomie, de moins de communication [cela implique] donc moins de contrôle*³⁸⁷.

[L'un des buts ultimes des NST ce sont] les *machines qui peuvent évoluer*. [...] ce n'est pas la vie artificielle comme telle, mais des *machines qui ont des propriétés de la vie : qui peuvent se guérir ou se réparer s'il y a quelque chose de brisé ou s'adapter aux changements de l'environnement* [...]³⁸⁸.

À la lumière de ce que nous venons de voir dans cette catégorie, les NST possèdent une spécificité déterminante en ce qui a trait à la façon dont on fait de la science et de la technologie: plutôt que de rationaliser et de rendre le monde plus intelligible, elles en accroissent la complexité, en y ajoutant du naturel au sens de l'inconnu et de l'étranger. Selon un des chercheurs, qui parle de la création de protéines artificielles et de nanorobots, ainsi que de la transgénèse,

[...] comme je vous dis, *la seule différence avec la nature c'est que c'est beaucoup plus rapide*, ce qu'on peut faire est beaucoup plus rapide [...]³⁸⁹.

Ce chercheur voit-il juste? Après tout ce que nous venons d'observer dans cette catégorie, reste-t-il vraiment des différences substantielles entre les exploits technoscientifiques entrepris dans le nanomonde et la nature?

³⁸⁷ G, question sur le contrôle, p. 13-14.

³⁸⁸ O, question sur l'hybridation, p. 102.

³⁸⁹ J, question sur le contrôle, p. 12.

La déconstruction empirique de l'artificialisation de la nature et de la naturalisation de la technique par le discours des chercheurs en NST du Québec nous a permis de trouver, à la base du premier terme du processus, la *représentation artificialiste de la nature*, laquelle sert d'outil dans l'avancée des *pratiques concrètes d'artificialisation* de la nature. Pratiques qui, à leur tour, aboutissent à des objets techniques conçus sur la fusion entre *le naturel et l'artificiel*. Faisant *éclater telles catégories*, le travail sur le nanomonde rejoint par ce fait même l'objectif de la plupart des physiciens interviewés. Quant à la naturalisation de la technique, nous avons vu que l'un de ses ressorts empiriques passe par l'association intime des NST aux « faits naturels » : qu'il s'agisse de l'émergence du nanomonde, des approches utilisées ou des objets qui en résultent, les nanotechnologies ne feraient que *poursuivre*, en étant le cas échéant plus « performantes », ce qui se fait *tout naturellement*. La technique est naturalisée également par *l'autonomisation du développement du nanomonde*, par exemple lorsque l'on met de l'avant son caractère inéluctable, ainsi que par une pratique de la science et de la technique dont les pas avancent de plus en plus vers ce qui est humainement *non-maîtrisable*.

Qu'en est-il après tout de ce double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique? Alors qu'au premier abord l'on est porté à croire que ses deux termes sont contradictoires, l'analyse théorique et la déconstruction empirique révèlent un tout autre scénario : l'artificialisation de la nature et la naturalisation de la technique ne sont ni paradoxales ni antagonistes. Davantage, elles se soutiennent et, à certains moments, s'avèrent même interdépendantes. D'où la possibilité de déceler ici et là des passages ambivalents, étant donné que l'une implique l'autre. Aussi suggérons-nous que les termes qui forment ce double processus sont deux éléments d'une même *dynamique synergique*. Laquelle, il semble aller de soi, encourage le développement technoscientifique. Sur le plan davantage conceptuel, elle paraît mener à la *déconstruction symbolique des deux pôles du dualisme moderne* : d'un côté, dé-caractérisée par la technique, la *nature est désontologisée*, et de l'autre, le *monde de l'activité humaine est démuné de ses propriétés* par son homogénéisation par rapport au domaine naturel. Ces pistes de réflexion demandent qu'une recherche entière leur soit consacrée. La nôtre touchant à sa fin, nous ne pourrions que soulever quelques derniers questionnements à ce propos dans les considérations finales.

Considérations finales

« In short, the certainty of what counts as nature—a source of insight and promise of innocence—is undermined, probably fatally. »

Donna Haraway, *Cyborg Manifesto*.

« The End of Nature is really After Nature [...]. »

Marilyn Strathern, *After Nature*.

« [...] les deux termes de *natio* et de *nature* sont les doublets [...] d'une même racine, *nasci*. Il ne faudra donc pas nous étonner de trouver chez les auteurs de cette époque une Nature hiérarchique [...]; elle sera à l'image de la société, comme notre physique est à l'image de notre société actuelle. »

Robert Lenoble, *Histoire de l'idée de nature*.

Dépeint à la lumière de son imaginaire, le nanomonde s'est montré un champ technoscientifique hybride, d'un bout à l'autre traversé par le brouillage des frontières entre nature et technique. Sa logique technoscientifique même est apparue comme reposant sur l'hybridation : le concours entre l'imaginaire aspirant à la fusion entre nature, artifice, vivant, inerte, humain et machine, le recul des frontières épistémologiques entre ces domaines et la puissance technique des NST aboutit à la création d'*hybrides concrets*. Lesquels, corollairement, échappent à la prise conceptuelle par les catégories nature/artifice, que sont celles dont disposent nos sociétés pour les saisir. En réalisant ce mémoire de maîtrise, notre objectif premier a été d'examiner cette remise en cause de la distinction entre nature et artifice dans le cas des NST, d'en explorer les ressorts et les implications socio-culturelles.

Un retour socio-historique sur la construction de la différenciation entre le monde de la nature et celui de l'humain nous fut donc essentiel pour mieux en appréhender la mesure sociologique. La généalogie du dualisme nature/culture a révélé qu'il est bien davantage qu'une abstraction de la philosophie moderne: pour avoir configuré la base de l'éthos des sociétés modernes, il a été au cœur, si l'on peut dire, de l'exception occidentale, ayant constitué entre autres une condition majeure de l'institutionnalisation des sphères scientifique et sociopolitique. Nous avons vu ensuite comment la cybernétique, discipline qui a institué, *grosso modo*, l'information comme principe heuristique commun à la machine, au vivant et à l'humain, a opéré un nivellement entre ces différents domaines ontologiques, bousculant de ce fait profondément le dualisme nature/artifice hérité de la modernité.

Un nouveau regard des sciences humaines et sociales sur le dualisme moderne a été suscité par le foisonnement, depuis la cybernétique, d'objets socio-techniques « hybrides », réfractaires à la distinction entre nature et artifice, tels que les « machines intelligentes » et les OGM. Regard dont la prise en compte nous fut indispensable pour mieux embrasser théoriquement la différenciation entre nature et artifice tout autant que sa contestation. Bruno Latour nous a dévoilé un paradoxe capital de la distinction antagonique entre nature/culture: son institutionnalisation a été fondamentale à la progression de la pratique, propre aux sociétés modernes, qui est à son antipode, en l'occurrence l'hybridation entre entités du réel. Prenant en compte le degré d'hybridité qu'auraient atteint nos sociétés, il défend un désengagement, par ces dernières, des catégories de la pensée de la philosophie moderne afin qu'elles élargissent leur cadre cognitif de manière à ce que les divers hybrides y trouvent leur place. La pensée de Donna Haraway a quant à elle fait ressortir la valeur socio-politique tant du dualisme que de son renversement. Percevant, dans la lignée de la pensée postmoderne, la nature comme source des rapports de pouvoir et des exclusions, Haraway vise à la transcendance du dualisme moderne. Ainsi l'hybridation entre nature et artifice devient-elle une revendication politique, en ce sens qu'elle laisse entrevoir une soi-disant abolition de la nature par le biais de l'artificialisation technique de l'humain.

En nous attardant dès lors à l'examen du brouillage de la distinction entre nature et technique dans le nanomonde, nous avons constaté qu'il s'opère conceptuellement à travers

le *double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique*. Le rôle qu'y joue le paradigme artificialiste de la nature s'est révélé central, car en assoyant l'idée qu'elle fonctionne essentiellement de la même façon que les NST, il fait d'elle un *modèle technologique* dont les « approches » servent d'inspiration pour la création de nano-dispositifs. L'association du monde de la technique au domaine naturel (le « nano is bio »), de son côté, naturalise la technique et ouvre à l'*autonomisation* des NST. D'où le caractère fortement déterministe du nanomonde : pour être inscrit dans le « processus évolutif » il devient, par la force des choses, une *nécessité*. Enfin, il est apparu que les NST donnent lieu à des productions socio-techniques particulières: les technologies nouménales. Du fait que leur échelle de travail et leurs processus technologiques se trouvent hors la portée perceptive et cognitive de l'humain, les NST seraient la scène, selon Alfred Nordmann, d'un processus de naturalisation de la technique, dans le sens d'un *recul de la maîtrise technoscientifique du réel*, voire de la connaissance. Nous avons vu aussi que leur tendance à devenir, en tant qu'espace socio-technique, une « quasi nature » recoupe la transformation de l'éthos scientifique que Jean-Pierre Dupuy identifie dans les NST, car elles attireraient les chercheurs notamment par la possibilité d'exploiter davantage des phénomènes émergents dont le contrôle leur est plutôt restreint.

La déconstruction empirique de chacun des termes du processus qui artificialise la nature et naturalise la technique par des entretiens semi-dirigés réalisés avec des chercheurs en NST du Québec a fait émerger trois catégories empiriques qui s'articulent et sous-tendent l'artificialisation de la nature : la conception artificialiste de la nature s'est avérée un *outil heuristique opérationnel*, en ce qu'elle contribue au retrait des limites des pratiques d'artificialisation de la nature. À l'aide des atouts techniques des NST, la portée de ces pratiques finit par se décupler. Des limites inédites dans l'artificialisation sont dépassées et des objets proprement hybrides, mi-nature mi-technologie, voient le jour. Un renversement de vision du monde sur lequel la plupart des chercheurs n'était pas à même d'élaborer, mais qui constituait une quête pour les physiciens. Nous avons identifié aussi trois catégories articulant la naturalisation de la technique. Les entretiens ont montré que les produits et les approches des NST apparaissent comme un *prolongement de l'œuvre de la nature*, et que dans la

suite de *l'autonomisation du développement technologique*, les choix concernant le développement du nanomonde deviennent aussi étrangers aux délibérations socio-politiques que le domaine naturel. Les NST démontrent également une étrangeté substantielle au plan cognitif, car par rapport à la condition humaine, elles se rapprochent d'une *terre incognita*, tant par l'échelle de travail où elles opèrent que par le type de production technologique à laquelle elles donnent lieu.

Par la suite et de l'analyse théorique et de la déconstruction empirique du double processus d'artificialisation de la nature et de naturalisation de la technique, nous suggérons que loin d'être un paradoxe, ses deux termes sont non seulement intimement enchevêtrés, mais parties d'une *dynamique synergique*. Dynamique qui opère, à son tour, une *dédifférenciation simultanée de la nature et du travail humain*. Il en résulte une perte identitaire tant de l'une que de l'autre, car dans la mesure où les deux domaines sont réciproquement décaractérisés, l'on ne peut parler de nature pas plus qu'on ne peut parler de technique. Ainsi assistons-nous à une désontologisation de la nature comme catégorie de la pensée.

Nous ne saurions soulever dans l'intégralité les implications sociologiques pouvant découler d'une telle déconstruction. Nous nous en tiendrons à esquisser quelques pistes de réflexion. Des enjeux épistémologiques surgissent d'emblée. Désontologisée, la nature n'est plus comme entité idéale heuristique à être comprise et maîtrisée par la science. La distinction entre nature et artifice, horizon conceptuel de la science moderne, se dissout. L'une des premières questions qui se pose dès lors est la possibilité d'existence de la science : si le double processus à l'œuvre dans les NST sape les différences épistémologiques et ontologiques entre nature et technique, si la nature devient un « modèle technologique à être mimé », dans quelle mesure peut-on encore parler de « faire de la science »? Et s'il s'avère être possible, dans ces circonstances, de faire de la science, de quelle science parle-t-on? Quels en sont les principes et quel en est l'horizon? L'analyse du rapport nature/artifice dans les NST nous amène à nous interroger, à l'instar d'autres auteurs, si l'ère de la science est

effectivement, avec l'ère du savoir, en voie de « sonner son glas »³⁹⁰. Ainsi, « does science have a future? » « Will we continue to think scientifically? »³⁹¹ Par ailleurs, il est lieu de remarquer que si pour ce qui est de la science, il reste à voir sa possibilité lorsque la nature fait défaut, tout semble aller autrement pour ce qui est de la technique. Car comme l'illustre la pensée postmoderne, on peut bien déconstruire la science comme porteuse de vérité sur la nature, tout en laissant intouchée son opérationnalité technique³⁹².

La possibilité de la critique et l'éthique (regroupées ici en ce que le recul critique se montre essentiel aux délibérations éthiques) sont également mises à l'épreuve par la déconstruction symbolique de la nature. D'autant plus que cette dernière est amplifiée en raison du degré de réduction de l'échelle de travail propre aux NST. L'ordre du nanomètre paraît en effet déconstruire aussi bien la nature que le corps et la vie. Donc, du même coup, la rationalité instrumentale. Car l'appropriation matérielle du naturel se donne à un niveau si réduit que les idées mêmes d'appropriation, de domination et d'exploitation deviennent, pour ainsi dire, du non-sens. Après tout, il n'est que d'électrons, de protons et de neutrons :

[...] je crois que dans le transistor à l'ADN [...], en fait on s'intéresse simplement aux propriétés électriques de la matière vivante, point à la ligne, nothing new [...]. On utilise l'unité de la matière, on n'utilise pas la notion de vivant. Un tube de carbone, c'est 5 carbones qui sont organisés comme ça, et on utilise l'ADN parce que c'est organisé d'une manière hélicoïdale. C'est que nous, on va lui mettre un petit peu le côté... autour de l'ADN il y a l'aura du vivant, il y a l'aura de l'être humain, mais au départ, la personne qui le regarde, elle regarde un peu comment, dans une hélice de carbone, il transmet l'électricité. Ce n'est pas vraiment l'ADN...³⁹³

[...] disons que, pour moi, travailler à cette échelle, je ne pense pas au phénomène du vivant, pas du tout [...]. Je vois ça [les NST et le vivant] comme deux trucs séparés. Et les nanos pour moi, c'est quelque chose de tout à fait mort (rire). [...] je ne vois rien de vivant là-dedans³⁹⁴.

³⁹⁰ Nous empruntons ici à la thèse de Jean-François Lyotard sur la transformation du savoir, développée notamment dans *La condition postmoderne. Rapport sur le savoir*, Paris, Les Éditions de Minuit, 1979.

³⁹¹ Lewis Pyenson et Susan Sheets-Pyenson, *Servants of Nature*, New York, W. W. Norton & Company, 2000, Préface.

³⁹² Voir à ce sujet notamment Jean-François Lyotard, *op. cit.*

³⁹³ H, question sur l'hybridation, p. 15.

³⁹⁴ P, question sur l'hybridation, p. 120.

Il devient d'autant plus difficile de cerner les pratiques d'artificialisation de la nature et de l'humain qu'elles s'appuient sur des processus naturels et biologiques, comme tant d'exemples que nous avons pu voir, tels que les implants qui font appel à la régénérescence cellulaire du patient et les molécules biologiques qui transportent des médicaments.

Que la rationalité instrumentale devienne imperceptible, voire insaisissable, ce n'est pas dire pour autant qu'elle disparaît. Loin de là. Par leur puissance d'action décuplée, les NST illustrent le recul même des barrières dans l'intervention technique sur le réel :

En traitant la nature comme un artefact, l'homme se donne le pouvoir d'agir sur la nature à un degré qu'aucune technoscience jusqu'ici n'a jamais rêvé d'atteindre. [...] les nanotechnologies ouvrent un continent immense que l'homme va devoir normer s'il veut donner sens et finalité. Il faudra alors que le sujet humain recoure à un surcroît de volonté et de conscience pour déterminer, non pas ce qu'il peut faire, mais bien ce qu'il doit faire³⁹⁵.

Dupuy soulève bien, entre autres, les défis auxquels la critique et l'éthique sont confrontées à l'heure actuelle : en quoi fonder—s'il en faut, diront certains—les limites aux pratiques de l'action humaine? Comment penser les limites dans un monde où les limites techniques se rétrécissent? Quoi qu'il en soit, il apparaît que de nos jours il est devenu plutôt risqué de « [...] rely on nature to impose its own limits³⁹⁶ ».

Certes, les pratiques d'artificialisation (ou d'« humanisation de la nature ») sont en continuité avec le projet moderne. Ce qui semble être pourtant nouveau, et aller à l'encontre de celui-ci, c'est le processus de naturalisation de l'artifice qui les accompagne désormais. La science était l'instrument privilégié de la modernité dans la lutte contre les préjugés et les mythes en vue de la « dénaturalisation » de ce qui était social dans le monde humain. Un projet que l'on sait aujourd'hui bien idéal, mais qui justement en tant que projet ne manque de manifester un contraste frappant avec le scénario que les NST mettent en scène : la naturalisation du développement scientifique lui-même. Elles tranchent avec la science

³⁹⁵ Jean-Pierre Dupuy et Françoise Roure, *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*, Tome 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'information, 2004, p. 36.

³⁹⁶ Marilyn Strathern, *Reproducing the Future. Anthropology, Kinship and the New Reproductive Technologies*, Routledge, 1992, p. 59.

moderne dans la mesure où celle-ci s'inscrivait dans le cadre d'un projet bien plus large dont la visée était de donner à l'humain le pouvoir de décider à son gré du monde où il vivrait. Or, comme nous avons pu le remarquer, ce n'est pas l'humain qui semble tenir le pouvoir de décider s'il veut ou non le développement du nanomonde. Ce sont les processus évolutifs naturels qui l'y amèneraient. C'est pourquoi un enjeu majeur que les NST suscitent est d'ordre politique. Dans le nanomonde, on a tendance à oublier que « [n]anotechnology is—as all technology—a human affair³⁹⁷ ». Alors qu'au cours de l'Antiquité on a atomisé et mécanisé la nature pour libérer l'humain des dieux et de la surnature, aujourd'hui l'on autonomise le progrès technoscientifique, réduisant, par ce fait même, la liberté humaine, eu égard au fait que l'on tend à mépriser le pouvoir des délibérations socio-politiques : « On sort ainsi d'une conception de la technique en termes de moyens et de fins, ce qui suppose un projet et donc un sujet, pour une conception du développement technique en terme de processus aveugle, sans sujet, sans maîtrise possible³⁹⁸ ».

Les NST contredisent, après tout, la thèse latourienne, ou du moins certaines de ses propositions. D'abord parce que la puissance de l'artificialisation de la nature que les NST entreprennent ne relève plus du dualisme nature/artifice mais de son dépassement. Comme nous l'avons vu, une sorte de monisme entre nature et technique fonde la condition du nanomonde. Puis, alors que pour Latour la disparition de la nature est motif de célébration, car il y voit la possibilité d'instaurer enfin et dans les faits le politique—dans ses mots : « Après la mort de Dieu et celle de l'homme, il fallait que la nature, elle aussi, finisse par céder. Il était temps : on allait bientôt ne plus pouvoir faire de politique du tout³⁹⁹ »—, les NST indiquent qu'en dépit de la perspective de « disparition de la nature » qu'elles laissent entrevoir, leurs pratiques d'artificialisation du réel ne sont ni ralenties ni davantage commandées par des délibérations socio-politiques. Aussi nous forcent-elles à nous demander : l'existence de la nature comme catégorie ontologique peut-elle vraiment être

³⁹⁷ Gregor Schiemann, « Nanotechnology and Nature. On Two Criteria for Understanding Their Relationship », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 81.

³⁹⁸ Raphaël Larrère, « Une éthique pour les êtres hybrides : de la dissémination d'Agrostis au drame de Lucifer », *Multitudes*, 12 mars 2007, [en ligne] <http://multitudes.samizdat.net/spip.php?article2367> (consulté le 13 juillet 2008).

³⁹⁹ Bruno Latour, *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, Paris, La Découverte/Poche, 2004, p. 42.

tenue pour responsable de la misère du politique? Peut-elle être vue comme son « vice caché »? On le voit, quelles que soient leurs formes sociales (religion, mythes, science), les naturalisations résistent à la disparition de la nature.

Le processus de naturalisation de la technique indique en effet un changement dans le statut du monde de l'artifice. Celui-ci perd, pour ainsi dire, la qualité première pour laquelle il a été érigé: son intentionnalité. Comme le dit Moscovici, il était apparu pour le sujet occidental comme un moyen d'«échapper à la nature⁴⁰⁰». Or, sa naturalisation mine justement le « caractère contre-nature de la société », car elle pose la production d'artifices comme étant indépendante des décisions humaines. Ainsi, les NST soulèvent-elles un enjeu symbolique sur le statut de l'être humain et de son action dans le monde. En bref, les deux pôles ontologiques auxquels renvoie la distinction nature/artifice se trouvent déstructurés.

Il n'est pas question ici de nier « the inherently relativistic character »⁴⁰¹ de ces catégories de découpage du réel, car aujourd'hui l'on sait qu'à la limite rien n'est totalement naturel ni artificiel⁴⁰². La question est en fait de savoir quel chemin nos sociétés entreprendront pour faire face aux enjeux de classification du monde que les NST rendent incontestables. Nous avons vu, avec Latour, que si les sociétés veulent délibérer et réglementer sur les nouvelles entités matériellement hybrides, il faudra les penser. Mais les sociétés ne doivent pas seulement relever le défi de les penser, de les imaginer et de les rendre visibles. La voie même qu'elles choisiront pour y arriver est matière à débat⁴⁰³. Déjà, dans quelle mesure peut-on parler en termes propres d'hybride, compte tenu qu'à l'origine, ce nom renvoie à une entité qui intègre de l'étranger, de l'altérité⁴⁰⁴? Si l'hypothèse de l'indifférenciation ontologique entre nature et technique se confirme, il n'y est pas d'étrangeté. Ainsi, « [...] how to conceptualise a part that is not a part of a whole?⁴⁰⁵ » Et

⁴⁰⁰ Serge Moscovici, *La société contre nature*, Paris, Collection 10/18, Union générale d'édition, 1972, p. 335.

⁴⁰¹ Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Cambridge, MIT Press, 2007, p. 6.

⁴⁰² *Ibid.*, p. 2.

⁴⁰³ Marilyn Strathern, *op. cit.*, p. 4.

⁴⁰⁴ Marina Maestrutti, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse de doctorat en Philosophie, Université Paris X – Nanterre, 2007, p. 254.

⁴⁰⁵ Marilyn Strathern, *op. cit.*, p. 111.

l'humain, est-il à même de symboliser des entités qu'il ne peut pas différencier⁴⁰⁶? La tâche paraît d'autant plus importante que les produits du nanomonde signalent une fuite de l'échelle humaine, donc de nos capacités imaginatives.

L'issue serait-elle celle d'une « distinction de degré », laquelle placerait les entités dans un continuum allant du plus naturel au plus artificiel, du plus vivant au plus inerte, du plus humain au plus animal? L'adoption d'une perspective déconstructiviste et relativiste, comme certains auteurs le remarquent judicieusement, tend pourtant à négliger le fait que le « [...] concept of nature functions and has always been used as a cultural value, a social norm, and a moral authority⁴⁰⁷ ». Selon Maestrutti, une fois que le corps s'« affranchit du naturel » il est susceptible de devenir objet de toute pratique d'artificialisation, aussi radicale soit-elle⁴⁰⁸. Il paraît en aller de même en ce qui concerne le monde lui-même. « No “nature”, hardly any “law”⁴⁰⁹ ». Ou alors, quel idéal pourra suppléer à la nature en tant que jalon d'encadrement de l'activité humaine? Et les limites sont-elles acceptables à l'intérieur d'un cadre culturel dont l'horizon que s'entrevoit est l'abolition des frontières?

Si de nouveaux outils conceptuels, éthiques et épistémologiques doivent être élaborés, quelle grille de classification du monde configureront-ils? Comment celle-ci hiérarchisera les êtres? Quelles symboliques auront ce que l'on désigne aujourd'hui par la nature, le vivant et l'humain? Il se trouve en jeu ultimement l'impact de la conceptualisation des nouveaux développements technoscientifiques sur le cadre de pensée occidental et comment celui-ci déterminera le *rapport humain au monde et à soi-même*.

En bouleversant les assises qu'utilise le sujet occidental pour se repérer dans le monde, le nanomonde paraît annoncer ultimement une crise existentielle, celle de « [...] la sécurité et l'identité de la vie humaine [...] ». La peur de ne plus être dans un monde

⁴⁰⁶ Dans les mots de Marilyn Strathern, en se référant aux processus d'hybridation du corps : « Perhaps what is being consumed in this process is that relational facility, the idea of a symbol itself. We cannot in any simple way talk of the new body as “symbolising” a new society if we cannot externalise or differentiate the one from another » (*After Nature. English Kinship in the Late Twentieth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, p. 183).

⁴⁰⁷ Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, *op. cit.*, p. 3.

⁴⁰⁸ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 263.

⁴⁰⁹ Marilyn Strathern, *After Nature, op. cit.*, p. 152.

reconnaissable⁴¹⁰ ». Aussi rejoignons-nous Jean-Pierre Dupuy en ce que nous identifions des enjeux métaphysiques dans les NST. Alors que le modèle dualiste ne semble plus avoir de valeur heuristique, que l'altérité que représentait la nature n'y est plus, si nous continuons le chemin propre à la modernité, de quoi deviendrons-nous « maîtres et possesseurs »? Vers où nous mènera-t-il? Pour Marilyn Strathern, nous vivons une crise qui « [...] is poignantly experienced in the sensation that there is much "less" nature in the world today than there once was [...]»⁴¹¹ ». Si nous poursuivons son raisonnement, du moment que la nature est atteinte, son miroir qu'est la société l'est aussi. C'est pourquoi penser le type de lien existant entre nature, société et sujet devient à nos jours un impératif. Dans quelle mesure sont-ils liés? Quelle est la part de chacun dans la possibilité des autres? Selon Strathern, nous assistons à l'effacement de l'individu et de la société au profit de la domination de la Culture: « It would seem that Culture emerges as the new totalising concept that can gather all human enterprise to itself [...]. [B]ut there is a small problem. [W]ithout Nature, it will indeed only have itself to consume⁴¹² ». Si la fin de la nature se confirme, il reste après tout à savoir quelle culture consommera-t-on.

Finalement, l'étude du rapport entre nature et artifice dans le nanomonde révèle un enjeu majeur de nos sociétés. Nous espérons être parvenue à y rendre justice, par notre écrit, à la hauteur de son importance sociologique, en essayant notamment de baliser les contours d'un questionnement. Comme le soutenait le sociologue Fernand Dumont, les sciences humaines sont « le résultat d'une crise de définition du monde où l'on vit ». Une crise qui s'annonce, comme nous avons souhaité le mettre en lumière, plus que jamais profonde.

⁴¹⁰ Marina Maestrutti, *op. cit.*, p. 116.

⁴¹¹ Marilyn Strathern, *After Nature, op. cit.*, p. 37.

⁴¹² *Ibid.*, p. 176.

Bibliographie

- Atkinson, William Illsey. *Nanocosm. Nanotechnology and the big changes coming from the inconceivable small*, Toronto, Viking Canada, 2003.
- Bensaude-Vincent, Bernadette. « Nanobots and Nanotubes : Two Alternative Biomimetic Paradigms of Nanotechnology », *Genesis Redux. Essays in the History and Philosophy of Artificial Life*, Jessica Riskin, dir., Chicago, University of Chicago Press, 2007, p. 221-236.
- _____. « Reconfiguring Nature through Synthesis: From Plastics to Biomimetics », *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 293-312.
- _____. *Se libérer de la matière? Fantômes autour des nouvelles technologies*, Paris, INRA Éditions, 2004.
- _____. « Two Cultures of Nanotechnology? », *Hyle*, n° 10, vol. 2, 2004, p. 65-82.
- Bensaude-Vincent, Bernadette et Xavier Guchet. « Nanomachine: One Word for Three Different Paradigms », *Technè*, vol. 11, n° 1, 2007, p. 71-89.
- Breton, Philippe. *À l'image de l'homme. Du Golem aux créatures virtuelles*, Paris, Seuil, 2005, p. 101-127.
- _____. *L'Utopie de la communication*, Paris, La Découverte, 1995, p. 15-28.
- Bernier, Patrick. « Nanosciences et nanotechnologies : dimension sociétale et problèmes de santé publique », *Nanosciences et Nanotechnologies: une réflexion prospective*, Gouvernement de la France, 2005. Disponible sur http://160.92.130.199/mstp/nano_mstp2005.pdf#page=29
- Casper, Monica J. et Barbara A. Koenig. « Reconfiguring Nature and Culture : Intersections of Medical Anthropology and Technoscience Studies », *Medical Anthropology Quarterly*, vol. 10, n° 4, 1996, p. 523-536.
- Catellin, Sylvie. « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies : anticipation et perspective », *Quaderni*, numéro spécial: La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 13-24.
- _____. « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur ? », *Vivant*, [en ligne] <http://www.vivantinfo.com/index.php?id=137>
- Commission de l'éthique de la science et de la technologie, *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 2006.
- Conseil de la science et de la technologie (CST), *Aperçu de la recherche sur les nanotechnologies*, Gouvernement du Québec, 2001.

- _____. *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit*, Gouvernement du Québec, 2001.
- Des Chene, Dennis. « Forms of Art in Jesuit Aristotelianism (with a Coda on Descartes) », *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 135-147.
- Descola, Philippe. *Par-delà nature et culture*, Lonrai, Éditions Gallimard, 2005.
- Drexler, K. Eric. *Engins of Creation*, New York, Anchor Press, 1986.
- Dumont, Fernand. « Structure d'une idéologie religieuse », *Recherches sociographiques*, vol. 1, n° 2, 1960, p. 162-187.
- Dupuy, Jean-Pierre. « Quand les technologies convergeront », *Revue du Mauss*, n° 23, 2004, p. 408-417.
- _____. *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*. Projet de mission, Conseil Général des Mines, 2002.
- Dupuy, Jean-Pierre et Françoise Roure. *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*, Tome 1, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'information, 2004. Disponible sur www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf
- Edwards, Paul. *The Closed World. Computer and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, MIT Press, 1997, p. 175- 207.
- ETC Group, *The Little Big Down: A Small Introduction to Nano-scale Technologies*, 2004. Disponible sur <http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=471>
- Fogelberg, Hans et Hans Glimell. *Bringing Visibility to the Invisible: Towards a Social Understanding of nanotechnology*, STS Research Report 6, Université Göteborgs, Göteborg, 2003.
- Haraway, Donna. *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature*, New York, Routledge, 1991.
- Hayles, N. Katherine. « Computing the Human », *Theory, Culture & Society*, vol. 22, n° 1, 2005, p. 131-151.
- Hessenbruch, Arne. « Beyond Truth : Pleasure of Nanofutures », *Techné*, vol. 8, n° 3, 2005. Disponible sur <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v8n3/hessenbruch.html>
- Houle, Gilles. « L'idéologie: un mode de connaissance », *Sociologie et sociétés*, vol. XI, n° 1, 1979, p. 124.

- Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST). *Les effets à la santé reliés aux nanoparticules*. Disponible sur <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-451.pdf>
- Johnson, Ann. « The End of Pure Science: Science Policy from Bayh-Dole to the NNI », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 217-230.
- Kay, Lily. *Who wrote the book of life? A History of the Genetic Code*, Stanford, Stanford University Press, 2000, p. 73-127.
- Lafontaine, Céline. « Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination », *Quaderni*, numéro spécial : La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 39-53.
- _____. *L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine*, Paris, Seuil, 2004.
- Lafontaine, Céline et Michèle Robitaille. « Nano-Body or Nobody? Radical Life Extension of a Disembodied Self », *The New Boundaries between Bodies and Technologies*, Bianca Maria Pirani and Ivan Vargua, dir., Cambridge, Cambridge Scholars Publishing, 2008, p. 126-143.
- Larrère, Raphaël. « Une éthique pour les êtres hybrides : de la dissémination d'Agrostis au drame de Lucifer », *Multitudes*, 12 mars 2007, [en ligne] <http://multitudes.samizdat.net/spip.php?article2367>.
- Latour, Bruno. *Changer de société. Refaire la sociologie*, Paris, La Découverte, 2006.
- _____. *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, Paris, La Découverte/Poche, 2004.
- _____. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte/Poche, 1997.
- Laurent, Louis et Jean-Claude Petit. « Nanosciences and its Convergence with other Technologies. New Golden Age or Apocalypse? », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 45-76.
- Le Breton, David. *L'adieu au corps*, Éditions Métailié, 1999, p. 179-218.
- Legros, Patrick et al. *Sociologie de l'imaginaire*, Paris, Armand Collin, 2006.
- Lenoble, Robert. *Histoire de l'idée de Nature*, Paris, Éditions Albin Michel, 1969.
- Luzeaux, Dominique et Thierry Puig. *À la conquête du nanomonde : nanotechnologies et microsystèmes*, Paris, Éditions du Félin, 2007.
- Liotard, Jean-François. *La condition postmoderne. Rapport sur le savoir*, Paris, Les Éditions de Minuit, 1979.

- Maestrutti, Marina. *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse de doctorat en Philosophie, Université Paris X – Nanterre, 2007.
- Martuccelli, Danilo. *Sociologies de la Modernité*, Saint-Amand, Gallimard, 2004, p. 109-141.
- Mehta, Michael D. « Privacy X Surveillance. How to avoid a Nano-panoptic Future », *Canadian Chemical News*, novembre-décembre 2002, p. 31-33. [en ligne] http://www.accn.ca/index.cfm/ci_id/3013.htm
- Meyer, Martin et Osmo Kuusi. « Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology », *Hyle*, vol. 10, n. 2, 2004, p. 153-168. [en ligne] <http://www.hyle.org/journal/issues/10-2/meyer-kuusi.htm>
- Milburn, Colin. « Nanotechnology in the Age of Posthuman Engineering : Science Fiction as Science », *Nanoculture. Implications of the New Technoscience*, Katherine Hayles, dir., Intellect Books, Portland, 2004, p. 109-129.
- Mody, Cyrus C. M. « Small, but Determined: Technological Determinism in Nanoscience », *Hyle*, vol. 10, n° 2, 2004, p. 99-128.
- Moscovici, Serge. *La société contre nature*, Paris, Collection 10/18, Union générale d'édition, 1972. Édition électronique disponible sur http://classiques.uqac.ca/contemporains/moscovici_serge/moscovici_serge.html
- _____. *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Nouvelle bibliothèque scientifique, Flammarion, 1968. Édition électronique disponible sur http://classiques.uqac.ca/contemporains/moscovici_serge/moscovici_serge.html
- National Science and Technology Council (NSTC), *Shaping The World Atom By Atom*, 1999. Disponible sur <http://www.wtec.org/loyola/nano/IWGN.Public.Brochure/>
- Nordmann, Alfred. « Noumenal Technology: Reflections on the Incredible Tininess of Nano », *Techné*, vol. 8, n° 3, 2005, p. 3-23.
- Peterson, Christine et Jacob Heller. « Nanotech's Promise : Overcoming Humanity's most Pressing Challenges », *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Fritz Allhoff et al., dir., Hoboken, Wiley, 2007, p. 57-70.
- Pyenson, Lewis et Susan Sheets-Pyenson. *Servants of Nature*, New York, W. W. Norton & Company, 2000.
- Robinson, Wade L. « Nanoethics », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 285-300.
- Roco, Mihail C. et William Sims Bainbridge. *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive*

Science, National Science Foundation (NSF), 2002. Disponible sur <http://www.wtec.org/convergingtechnologies> <

- Sabourin, Paul. « L'analyse de contenu », *La recherche sociale : de la problématique à la collecte de données*, Benoît Gauthier, dir., Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2003, p. 357-384.
- Schiefsky, Mark J. « Art and Nature in Ancient Mechanics », *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 67-108.
- Schiemann, Gregor. « Nanotechnology and Nature. On Two Criteria for Understanding Their Relationship », *Hyle*, vol. 11, n° 1, 2005, p. 77-96.
- _____. « Dissolution of the Nature-Technology Dichotomy? Perspectives from an Everyday Understanding of Nature on Nanotechnology », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 209-213.
- Schmidt, Jan C. « Unbounded Technologies: Working Through the Technological Reductionism of Nanotechnology », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 35-50.
- Schummer, Joachim. « Societal and Ethical Implications of Nanotechnology: Meanings, Interest Groups, and Social Dynamics », *Techné*, vol. 2, n° 8, hiver 2004, p. 56-87.
- _____. « Interdisciplinary Issues in Nanoscale Research », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 9-20.
- Segal, Jérôme. *Le Zéro et le Un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20^e siècle*, Éditions Syllepse, 2003, p. 143-235.
- Soper, Kate. « Thinking the Unnatural », *Capitalism, Nature, Socialism*, vol. 16, n° 1, 2005 p. 129-134.
- Staden, Heinrich von. « Physis and Techné in Greek Medicine », *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., MIT Press, Cambridge, 2007, p. 21-49.
- Strathern, Marilyn. *After Nature. English Kinship in the Late Twentieth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.
- _____. *Reproducing the Future. Anthropology, Kinship and the New Reproductive Technologies*, Routledge, 1992.
- Tournay, Virginie et Dominique Vinck. « Avant propos : la régulation des nanotechnologies, un enjeu de standardisation historiographique et politique », *Quaderni*, numéro spécial : La fabrique des nanotechnologies, n° 61, automne 2006, p. 5-11.

Turkle, Sherry. « Enhancing Human Performance when the Computer is not a Tool but a Companion », *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, dir., National Science Foundation (NSF), 2002, p. 150-157.

UNESCO. *The Ethics and Politics of Nanotechnology*, Paris, UNESCO, 2006.

Robinson, Wade L. « Nanoethics », *Discovering the Nanoscale*, D. Baird, A. Nordmann et J. Schummer, dir., Amsterdam, IOS Press, 2004, p. 285-300.

Wilson, Robin Fretwell. « Nanotechnology: The challenge of Regulating Known Unknowns », *Journal of Law, Medicine and Ethics*, hiver 2006, p. 704-713.

Wiener, Norbert. *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society*, Da Capo Press, 1988, p. 28-47.

Wolff, Francis. « The Three Pleasures of Mimesis According to Aristotle's Poetics », *The Artificial and the Natural. An Evolving Polarity*, Bernadette Bensaude-Vincent et William R. Newman, dir., Cambridge, MIT Press, 2007, p. 51-66.

Sites Web

Alliance for Nanotechnology in Cancer: http://nano.cancer.gov/about_alliance/ccne_q-and-a.asp (consulté le 29 mars 2008)

Foresight Institute: <http://www.foresight.org/> (consulté le 01 février 2008)

Institut for Soldier Nanotechnologies : <http://web.mit.edu/isn/> (consulté le 20 octobre 2007)

Lux Research : http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_TNR4.pdf (consulté le 10 juillet 2007)

Ministère du Développement du Québec : <http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=2953> (consulté le 20 avril 2007)

NanoQuébec : <http://nanoquebec.ca/> (consulté le 10 juin 2007)

Ray Kurzweil : <http://www.kurzweilai.net/articles/art0556.html?printable=1> (consulté le 20 février 2008)

The Project on Emerging Technologies : <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/> (consulté le 10 juillet 2007)