

Université de Montréal

**Initiatives médiatiques pour baliser le développement des
nanotechnologies**

*Une enquête qualitative auprès des journalistes et des chercheurs
en nanobiotechnologies*

par

Philippe-Aubert Côté

Faculté de Médecine

Thèse présentée à la Faculté de Médecine
en vue de l'obtention du grade de Ph. D.
en Sciences Biomédicales
option Bioéthique

Octobre 2012

© Philippe-Aubert Côté, 2012

Université de Montréal
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Cette thèse intitulée :

Initiatives médiatiques pour baliser le développement des nanotechnologies
Une enquête qualitative auprès des journalistes et des chercheurs en nanobiotechnologies

Présentée par :
Philippe-Aubert Côté

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Vardit Ravitsky, président-rapporteur
Béatrice Godard, directeur de recherche
François Pothier, co-directeur
Jocelyne St-Arnaud, membre du jury
Mohamed Chaker, examinateur externe
Daniel Lajeunesse, représentant du doyen de la Faculté de Médecine

Résumé

Grâce aux nanotechnologies, l'être humain peut maîtriser la matière à l'échelle du nanomètre — soit au niveau des atomes et des molécules. Les matériaux obtenus suite à ces manipulations présentent des propriétés nouvelles qui les rendent très intéressants pour nombre d'applications techniques, et ce dans tous les domaines technoscientifiques. Ainsi, les nanotechnologies sont souvent considérées comme les prémises d'une profonde révolution technologique et sociale.

Toutefois, si les nanotechnologies intéressent investisseurs, gouvernement, entreprises et universités, elles soulèvent aussi des questions éthiques, notamment au sujet de leur toxicité, de leurs retombées et de la modification de l'être humain. À ces questions s'ajoutent plusieurs interrogations sur la gouvernance des nanotechnologies : comment, en effet, encadrer en amont le développement de celles-ci pour éviter d'éventuelles conséquences néfastes en aval? Parmi ces interrogations, le rôle des médias dans les relations entre les développeurs de nanotechnologies et le public est souvent mentionné. Certains voient dans les médias un acteur auquel les chercheurs pourraient recourir pour établir un dialogue avec le public afin d'assurer un développement harmonieux des nanotechnologies. Si cette recommandation semble très pertinente, il n'existe, à notre connaissance, aucune étude empirique pour en vérifier la faisabilité auprès des acteurs concernés (chercheurs, médias, etc.).

Dans le cadre de cette thèse, nous avons donc voulu examiner et analyser les perceptions des chercheurs et des journalistes québécois envers des initiatives médiatiques pour baliser le développement des nanotechnologies. Pour ce faire, nous avons procédé à une étude qualitative auprès de vingt (20) chercheurs en nanobiotechnologies/nanomédecine et dix (10) journalistes spécialisés en vulgarisation scientifique.

L'analyse des entretiens avec les répondants a révélé que si les acteurs rencontrés sont favorables envers de telles initiatives, il existe plusieurs contraintes pouvant gêner une telle entreprise. Suite à l'examen de ces contraintes, nous avons suggéré des initiatives

concrètes que les chercheurs québécois pourraient mettre en place pour mieux baliser le développement des nanotechnologies à l'aide d'un dialogue avec le public. Ces suggestions consistent notamment à créer des médias privés pour les chercheurs, à recourir aux médias indépendants et à investir le web. De telles initiatives, cependant, ne peuvent s'obtenir qu'au prix d'un remaniement des priorités des chercheurs.

Mots-clés : Bioéthique, Chercheurs, Éthique des médias, Journaliste, Médias, Nanoéthique, Nanotechnologie, Nanobiotechnologie, Nanomédecine, Nanoscience

Abstract

Thanks to nanotechnologies, mankind can control matter at the nanometer scale, on the level of individual atoms and molecules. Materials obtained following these nanoscale manipulations demonstrate novel properties with the potential for application to all scientific and technological disciplines. Nanotechnologies are therefore often considered a foundation for a deep technological and social revolution.

However, while nanotechnologies interest investors, government, private enterprises and universities, they also raise ethical questions, particularly regarding their toxicity, their outcome and the modification of human beings. On top of these ethical questions several other interrogations arise with respect to the governance of nanotechnologies: how, indeed, should their development be initially monitored in order to avoid eventual negative consequences in the future? Among these many questions, the role of the media in the relations between the developers of nanotechnologies and the public is often mentioned. Some see in the media an actor that researchers might refer to in order to establish a dialogue with the public to insure a harmonious development of nanotechnologies. While this recommendation seems very relevant, no empirical study exists to our knowledge to assess its feasibility among the concerned stakeholders (researchers, media).

Within the scope of this thesis, we thus wanted to examine and analyze the perception of researchers and journalists from Quebec towards media initiatives to monitor the development of nanotechnologies. To do so, we proceeded to perform a qualitative study with twenty (20) researchers in the fields of nanobiotechnology/nanomedicine and ten (10) journalists specialized in scientific popularization.

The analysis of interviews with responders revealed that while the concerned parties are in favour of these initiatives, there are several constraints that may impede such an enterprise. Following the study of these constraints, we have suggested concrete initiatives that Quebec researchers may implement in order to better monitor the development of nanotechnologies through a dialogue with the public. These suggestions mainly consist in creating private media for researchers, resorting to independent media and engaging the

World Wide Web. Such initiatives, however, can only be obtained at the price of a realignment of researchers' priorities.

Keywords : Bioethics, Researcher, Media Ethics, Journalist, Media, Nanoethics, Nanotechnology, Nanobiotechnology, Nanomedicine, Nanoscience

Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	xii
Liste des figures.....	xiii
Liste des sigles et abréviations.....	xiv
Dédicace.....	xv
Remerciements.....	xvi
Introduction.....	1
1. Nanotechnologies : applications et définition.....	7
1.1 Introduction.....	7
1.2 Le nanomonde.....	8
1.2.1 L'échelle du nanomètre.....	8
1.2.2 Les interventions humaines dans le nanomonde.....	9
1.2.2.1 Intérêt des interventions à l'échelle nanométrique.....	9
1.2.2.2 Moments importants du développement des nanotechnologies.....	10
1.2.2.3 Deux remarques sur le développement des nanotechnologies.....	13
1.2.2.3.1 Le paradigme de Smalley et le paradigme de Drexler.....	13
1.2.2.3.2 Feynman est-il vraiment le père des nanotechnologies?.....	15
1.3 Applications des nanotechnologies.....	16
1.3.1 Approches descendantes et ascendantes.....	16
1.3.2 Principaux champs d'application des nanotechnologies.....	18
1.3.3 Nanobiotechnologie et nanomédecine.....	19
1.3.3.1 Définition et pierres angulaires de la nanomédecine.....	19
1.3.3.2 Diagnostic et imagerie.....	20
1.3.3.3 Théragnostiques.....	22

1.3.3.4 Outils thérapeutiques	23
1.3.3.5 Médecine régénérative	25
1.3.3.6 Autres applications.....	26
1.4 Définitions des nanotechnologies.....	27
1.4.1 Une définition problématique.....	27
1.4.2 Principales approches de définition	28
1.4.2.1 Approche nominale.....	29
1.4.2.2 Approche téléologique	31
1.4.2.3 Approche réelle.....	34
1.4.2.4 Approche sociale.....	36
1.4.3 Éléments consensuels des définitions des nanotechnologies.....	37
1.5 Récapitulatif	39
2. Nanotechnologies : réflexions éthiques	41
2.1 Introduction	41
2.2 Thèmes éthiques associés aux nanotechnologies	41
2.2.1 Toxicité.....	43
2.2.2 Optimisation des performances humaines	45
2.2.3 Éthique clinique	46
2.2.4 Éthique de la recherche.....	47
2.2.5 Vie privée, confidentialité	48
2.2.6 Gouvernance.....	49
2.2.6.1 L'importance accordée au public.....	50
2.2.6.2 Quel type de dialogue pour les nanotechnologies?.....	52
2.3 Limites des réflexions éthiques	55
2.3.1 Prématuration de la réflexion éthique.....	56
2.3.2 Déjà-vu éthique.....	57
2.3.3 Limites spatio-temporelles	59
2.4 Orientations de recherche dégagées	62
2.5 Nanotechnologies et médias.....	64

2.5.1 Science et médias : une problématique générale	65
2.5.2 Nanotechnologies et médias : une problématique particulière	67
2.6 Récapitulatif et questions de recherche	68
2.6.1 Récapitulatif.....	68
2.6.2 Esquisse des questions de recherche.....	70
3. Considérations théoriques	72
3.1 Introduction	72
3.2 Éthique et morale : quelques définitions	73
3.3 Quelques éléments de la pensée de Gilbert Hottois	76
3.3.1 Définition de la bioéthique selon Gilbert Hottois.....	77
3.3.1.1 Recherches, discours et pratiques	77
3.3.1.2 Pluridisciplinarité.....	78
3.3.1.3 Clarification et solution : visée éthique descriptive ou normative?	78
3.3.1.4 Questions à portée éthique soulevée par la recherche et le développement technoscientifique	79
3.3.1.5 Sociétés pluralistes.....	81
3.3.2 Recommandations méthodologiques	81
3.3.2.1 Le problème de la complexité.....	82
3.3.2.2 Critique des processus de conclusion et des types d'argumentation	83
3.4 Articulation de la thèse avec les considérations théoriques	85
Problématique et questions de recherche	87
Introduction	87
Problématique.....	87
Objectif et questions de recherche.....	90
1) Stratégie de recherche	90
2) Objectif de recherche	91
3) Questions de recherche	91
4. Démarche méthodologique	92
4.1 Introduction	92

4.2 La recherche en bioéthique : généralités	92
4.2.1 La recherche empirique en bioéthique : justification	92
4.2.2 Notre thèse : une démarche qualitative	94
4.3 Aspects méthodologiques concrets	95
4.3.1 Choix des méthodes	95
4.3.1.1 Éléments théoriques	95
4.3.1.2 Application concrète au projet de thèse	96
4.3.2 Échantillonnage	96
4.3.2.1 Éléments théoriques	96
4.3.2.2 Application concrète au projet de thèse	97
4.3.3 Collecte des données	99
4.3.4 Codage des données	99
4.3.4.1 Éléments théoriques	100
4.3.4.2 Application concrète au projet de thèse	102
4.3.5 Analyse des données	103
4.3.6 Rigueur de l'analyse : processus de vérification	104
4.3.6.1 Éléments théoriques	104
4.3.6.2 Application concrète au projet de thèse	105
5. Résultats	107
5.1 Introduction	107
5.2 Rappel des questions de recherche	108
5.3 Déroulement de l'analyse	108
5.4 Les nanotechnologies définies par les acteurs	109
5.4.1 Définition par les chercheurs	109
5.4.2 Définition par les journalistes	112
5.5 L'éthique des nanotechnologies selon les acteurs	113
5.5.1 L'éthique vue par les chercheurs	114
5.5.2 Les « autres » questions éthiques vues par les chercheurs	115
5.5.3 L'éthique vue par les journalistes	117

5.6 Responsabilités des acteurs	118
5.6.1 Responsabilités des chercheurs.....	118
5.6.1.1 Objets des responsabilités selon les chercheurs.....	118
5.6.1.2 Objets des responsabilités selon les journalistes.....	119
5.6.1.3 Moyens des responsabilités selon les chercheurs	119
5.6.1.4 Capacité des responsabilités selon les chercheurs	120
5.6.1.5 Capacité des responsabilités selon les journalistes	121
5.6.2 Responsabilités des journalistes	122
5.6.2.1 Objets des responsabilités selon les chercheurs.....	122
5.6.2.2 Objets des responsabilités selon les journalistes.....	123
5.6.2.3 Moyens des responsabilités selon les journalistes	124
5.6.2.4 Capacité des responsabilités selon les chercheurs	124
5.6.2.5 Capacité des responsabilités selon les journalistes	125
5.7 Perceptions envers des initiatives médiatiques	125
5.7.1 Perceptions générales des répondants.....	125
5.7.1.1 Perceptions des chercheurs	125
5.7.1.2 Perceptions des journalistes	128
5.7.2 Suggestions de moyens.....	129
5.7.2.1 Suggestions des chercheurs.....	130
5.7.2.2 Suggestions des journalistes	130
5.7.2.3 Commentaires généraux.....	131
5.7.3 Contraintes envers une initiative	132
5.7.3.1 Perceptions des chercheurs	132
5.7.3.2 Perceptions des journalistes	133
5.7.3.3 Commentaires généraux.....	133
5.8 Perceptions envers les types de canal médiatique	135
5.8.1 Télévision	136
5.8.1.1 Perceptions générales envers la télévision.....	136
5.8.1.2 Critères de sélection des informations à la télévision.....	136

5.8.1.3 Avantages et inconvénients de la télévision	137
5.8.2 Journaux.....	138
5.8.2.1 Perceptions générales envers les journaux.....	138
5.8.2.2 Critères de sélection des informations dans les journaux	139
5.8.2.3 Avantages et inconvénients des journaux	140
5.8.3 Magazines	140
5.8.3.1 Généralités sur les magazines	140
5.8.3.2 Traitement des informations dans les magazines.....	140
5.8.3.3 Avantages et inconvénients des magazines	141
5.8.4 Radio.....	142
5.8.4.1 Perceptions générales envers la radio	142
5.8.4.2 Traitement de l'information à la radio	142
5.8.4.3 Avantages et inconvénients de la radio.....	143
5.8.5 Web.....	144
5.8.5.1 Perceptions générales envers le web.....	144
5.8.5.2 Traitement de l'information par le web	145
5.8.5.3 Avantages et inconvénients du web	145
5.8.6 Autres canaux	147
5.8.7 Le canal idéal : utopie?.....	147
5.9 Conclusion.....	148
6. Discussion	156
6.1 Introduction	156
6.2 Rappel des questions de recherche	157
6.3 Les médias	158
6.3.1 L'idéal des médias	158
6.3.2 Transformations des médias au cours du 20e siècle.....	163
6.3.2.1 La marchandisation des médias	163
6.3.2.2 La convergence	164
6.3.2.3 Des relations complexifiées entre les acteurs	166

6.3.3 Les écarts entre l'idéal et la réalité chez les médias : incidences sur l'encadrement des nanotechnologies	168
6.4 La réalité des chercheurs	170
6.4.1 La mission originelle de l'Université et des chercheurs	171
6.4.2 L'émergence de l'Université-Entreprise.....	172
6.4.3 Associations entre l'université et l'entreprise.....	173
6.4.4 La réalité des chercheurs contemporains : impacts sur l'encadrement des nanotechnologies	175
6.5 Synthèse : suggestions d'initiatives concrètes.....	176
6.5.1 Rappel de quelques suggestions	177
6.5.2 Création de médias privés par les chercheurs.....	177
6.5.3 Investir le web.....	178
6.5.4 Recours aux médias indépendants	180
6.5.5 Revoir les priorités des chercheurs	181
6.6 Remarques finales	182
7. Conclusion	184
7.1 Introduction	184
7.2 Apports de la thèse	185
7.3 Portée de la thèse.....	187
7.4 Pistes de recherches futures.....	189
Bibliographie.....	191
Annexe I – Approbation du comité d'éthique (extrait).....	xviii
Annexe II – Lettre de sollicitation destinée aux chercheurs (Français)	xix
Annexe III – Lettre de sollicitation destinée aux chercheurs (Anglais).....	xxi
Annexe IV – Lettre de sollicitation destinée aux journalistes scientifiques	xxiii
Annexe V – Formulaire de consentement (Français).....	xxv
Annexe VI – Formulaire de consentement (Anglais)	xxx
Annexe VII – Grille d'entretien	xxxiv
Annexe VIII – Grille de codage	xxxvii

Liste des tableaux

Tableau I Principales dates du développement des nanotechnologies.....	11
Tableau II Champs de recherche habituellement associés aux nanotechnologies selon Schummer (2006).....	35
Tableau III Principaux thèmes éthiques associés aux nanotechnologies	42
Tableau IV Critères de définitions des nanotechnologies selon les chercheurs et les journalistes	149
Tableau V Questions éthiques et sociales soulevées par les nanotechnologies selon les chercheurs et les journalistes.....	150
Tableau VI Responsabilités des chercheurs selon les chercheurs et les journalistes	151
Tableau VII Responsabilités des journalistes selon les chercheurs et les journalistes	152
Tableau VIII Suggestions d’initiatives de dialogue par les chercheurs et les journalistes	153
Tableau IX Contraintes pouvant limiter les initiatives de dialogues selon les chercheurs et les journalistes.....	154
Tableau X Comparaison entre les différents canaux médiatiques pouvant servir dans des initiatives de dialogue	155

Liste des figures

Figure 1 : Vision unidirectionnelle des médias appliquée aux nanotechnologies (adapté pour les nanotechnologies à partir de Racine et al., 2005)	160
Figure 2 : Vision multidirectionnelle des médias appliquée aux nanotechnologies (adapté pour les nanotechnologies à partir de Racine et al., 2005)	161
Figure 3 : Complexité des interactions entre les acteurs concernés par les nanotechnologies et les médias (adapté aux nanotechnologies à partir de Caron-Bouchard et Renaud, 2010)	168

Liste des sigles et abréviations

ACS :	Association des communicateurs scientifiques du Québec
CEA :	Commission de l'énergie atomique
CEST :	Commission de l'éthique de la science et de la technologie
CFC :	Chlorofluorocarbures
COMETS :	Comité d'éthique du CNRS (Europe)
CNRC :	Conseil national de recherches Canada
CRSNG :	Conseil de recherche en sciences et en génie du Canada
EGE :	European group of ethics
EGESNT :	European group on ethics in science and new technologies
ETP :	European Technology Platform
FDA :	Food and drug administration (USA)
FIVETE :	Fécondation <i>in vitro</i> et transfert d'embryons
FPJQ :	Fédération professionnelle des journalistes du Québec
GTJAIQ :	Groupe de travail sur le journalisme et l'avenir de l'information au Québec
INNT :	Institut national de nanotechnologies
LARSIM :	Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière
MDEIE :	Ministère du développement économique, de l'innovation et de l'exportation
NBIC :	Convergence entre nanotechnologies, biotechnologies, sciences de l'information et sciences cognitives
NNI :	National Nanotechnology Initiative

*À Ugo, Neptah, Arhiann, Oughan, Henock,
Mika, Jiroh, Néolème, Théo et au Seigneur de
la Moraine. Vous êtes autant les fruits de mes
interrogations en bioéthique que les moteurs
de mon cheminement dans cette vénérable
discipline*

*À (mon) Nemrick, que je rencontrerai
sûrement un jour*

Remerciements

Passer du domaine des sciences biologiques à la bioéthique a été une double aventure : non seulement il m'a fallu embrasser un côté de la recherche scientifique que ma formation ne m'avait pas permis d'apprécier, mais il m'a fallu aussi plonger dans la métropole montréalaise, où se mêlaient brouhaha de la vie urbaine et frémissements d'idées nouvelles. Changement de champ d'études, changement de milieu de vie, changement de vie. Une aventure exaltante avec ses moments forts et ses moments pénibles. Heureusement, ce voyage a été l'occasion de rencontrer des gens formidables qui m'ont apporté aide, soutien et lumières sous plusieurs formes.

Je tiens d'abord à remercier ma directrice, Mme Béatrice Godard, de m'avoir guidé tout au long de ce projet de recherche. Je tiens aussi à remercier mon codirecteur, M. François Pothier, pour ses conseils avisés lors de l'examen synthèse et dans le marathon final de ma rédaction. Plusieurs membres des programmes de bioéthique de l'Université de Montréal et d'autres facultés ont aussi été d'une aide précieuse au long de mon cheminement en bioéthique et méritent ma gratitude : Guy Bourgeault et les étudiants du séminaire de thèse, Marianne Dion-Labrie, Hubert Doucet et les étudiants du cours d'épistémologie de la bioéthique, Thierry Hurlimann, Thérèse Leroux, Lyne Létourneau et Allison Marchildon pour m'avoir donné l'occasion de mettre en pratique mes connaissances sur le codage des entrevues, Vardit Ravistky, Michèle Stanton-Jean, à qui je dois des propos éclairants sur « l'alliance entre l'utopisme et le scepticisme », et enfin Bryn Williams-Jones. Je remercie aussi tous les confrères étudiants des programmes de bioéthique pour leur bonne humeur et leurs échanges constructifs, avec une affection particulière pour Vincent Menuz et Claudia Lachat, sa conjointe. Enfin, je dois un gros merci à Pascale Koenig (alias Pascale #2) pour ses conseils avisés en tant que coordonnatrice, son amitié et... pour les concerts!

Ce parcours en bioéthique n'aurait pas été possible sans le soutien de parents et d'amis, dont beaucoup ont été rencontrés au cours des cinq dernières années – mais dans mon esprit, j'ai l'impression qu'ils ont toujours été là.

Je tiens d'abord à remercier mes parents, André Côté et Marie-Madeleine Riverin, pour leur soutien tout au long de ces études. Merci aussi à Mamie pour l'aide occasionnelle tout au long de ce parcours doctoral.

Je dois aussi une fière chandelle à ma meilleure amie, Pascale Raud (alias Pascale #1), pour tous les « vilains moments » qui ont égayé mon parcours académique, ainsi qu'à Yves-Marie Menguy, son conjoint. Je dois aussi remercier tous les amis du milieu SFFQ, pour leur soutien direct ou indirect à la rédaction de « Damothèse », pour m'avoir distrait de mes études et pour avoir posé des questions qui ont mérité réflexion. Je tiens donc à remercier Alexandre Babeanu, Valérie Bédard, Joël Champetier, Francine Pelletier, Julie Ray, Jonathan Reynolds, Mario Tessier et Élisabeth Vonarburg. Je remercie aussi Marc Zaffran (alias Martin Winckler) pour m'avoir donné l'occasion d'appréhender davantage les liens entre bioéthique et littérature.

Enfin, je tiens à remercier la Faculté de Médecine et les Programmes de bioéthique de l'Université de Montréal, ainsi que et le Centre de Recherche en Éthique de l'Université de Montréal (CREUM) pour leur soutien financier au cours des années nécessaires à la réalisation de ce projet de doctorat. Je tiens aussi à remercier le Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ) pour le soutien financier apporté à ce même projet dans le cadre du programme de bourses NE³LS. J'ai en effet eu l'honneur d'être parmi les premiers étudiants au doctorat à bénéficier des bourses accordées dans ce programme qui, je l'espère, engendrera des retombées intéressantes dans les prochaines années.

En dernier lieu, je dois signaler ma profonde reconnaissance envers la figure d'H.G. Wells (1866-1946), qui, à travers le temps et ses écrits, m'a bien fait prendre conscience que les avancées scientifiques qui m'émerveillaient engendraient des questions tout aussi fascinantes.

Introduction

Modifier la matière, un atome après l'autre, pour construire des assemblages dotés de propriétés exceptionnelles : des esprits visionnaires en avaient rêvé au XX^e siècle et le XXI^e siècle est en train de le réaliser... tous azimuts! Car, déjà, notre quotidien s'est enrichi de matériaux poids plume plus résistants que l'acier, de minicapsules capables d'injecter un médicament au cœur d'une cellule cancéreuse, de microprocesseurs toujours plus rapides... Et ce n'est qu'un début! Le secret de cette lame de fond? Les nanotechnologies, qui suscitent des appétits inversement proportionnels à la taille qu'elles manipulent : le millionième de millimètre. Car il s'agit là d'un marché potentiel de plusieurs milliers de milliards de dollars, tant les secteurs concernés sont nombreux, depuis l'électronique, la médecine et l'agroalimentaire, jusqu'à l'armement et aux nouvelles énergies et matériaux. Jusqu'où cette conquête du nanomonde réinventera-t-elle nos vies? Risque-t-elle, au passage, d'avoir un impact sur notre santé et sur l'environnement?

Éditorial, Sciences & Vie Hors-série N °253, décembre 2010

En acquérant le contrôle de la matière à l'échelle du millimètre au 19^e siècle, l'humanité est entrée dans une révolution dite « industrielle », marquée par de nombreux changements technoscientifiques (avancées en chimie, développement des usines...) mais aussi sociaux (exode des milieux ruraux vers les villes, modifications de la dynamique familiale, avènement du capitalisme...). En réussissant à manipuler la matière à l'échelle du micromètre dans les années 1950 et 1960, les sociétés industrialisées ont contribué au développement des transistors et des ordinateurs. Cette seconde révolution, qualifiée de « microélectronique », a engendré sur le long terme l'informatique contemporaine et l'Internet (CEST, 2006; Anceau, 2003a et 2003b). À lui seul, l'Internet a radicalement

bouleversé les relations entre citoyens et pays, contribuant à l'avènement d'un monde global.

Avec les nanotechnologies, le monde serait sur le point de basculer dans une nouvelle révolution technologique et sociale (Godman, 2008; Allhoff, 2007; Berne, 2004). Après le contrôle au niveau du millimètre et du micromètre, la technoscience nous permet aujourd'hui de manipuler la matière à l'échelle du nanomètre – un milliardième de mètre, soit l'échelle des molécules et des atomes (CEST, 2006). Cette capacité de manipuler et restructurer volontairement la matière à l'échelle atomique offre à l'humain la possibilité de créer une infinité de matériaux aux propriétés extraordinaires. Ainsi, l'aluminium réduit en poudre nanométrique devient explosif. L'or, inerte à notre échelle, peut catalyser plusieurs réactions biochimiques et devenir un outil médical intéressant. Le fer nanométrique pourrait nous aider à détecter et détruire les tumeurs au cours du même examen. Le carbone, qu'on connaît habituellement sous l'apparence du graphite ou du diamant, peut servir à fabriquer des matériaux possédant la résistance de l'acier mais aussi la légèreté d'une plume. Et ce ne sont que quelques exemples (Vauthier et al., 2011; Jotterand et Alexander, 2011; Atkinson et al., 2010; Genest et Beauvais, 2009).

Ces matériaux modifiés à l'échelle atomique trouvent des applications dans des champs technologiques aussi diversifiés que les textiles, les matériaux de construction, l'électronique, l'énergie et le domaine biomédical (CEST, 2006). Dans ce dernier champ, les nanotechnologies permettraient de fabriquer des nanocapsules capables de délivrer un médicament à un endroit précis du corps, des treillis pour réparer les lésions cérébrales, voire des implants pour optimiser nos performances cognitives (Cunha et al., 2011; Verma et al., 2011; Liang et al., 2011; Yang et al., 2011; ETP, 2009). À ces applications réalistes s'ajoutent des projets qui semblent sortis de la science-fiction la plus extravagante : construction de dispositifs atome par atome, nanorobots capables de circuler dans nos artères pour nettoyer ou réparer le corps de l'intérieur, etc. (Roco et al., 2010) Outre fournir de nouveaux outils ou de nouveaux matériaux, les nanotechnologies nous permettraient aussi de revisiter et améliorer virtuellement *toutes* les technologies déjà existantes

(Lafontaine, 2010; Godman, 2008). Il n'est donc pas déraisonnable de voir dans le passage au nanomètre une rupture radicale entre les technologies d'aujourd'hui et celles de demain.

La perspective de ces changements radicaux attire des investissements colossaux. Depuis le début des années 2000, plusieurs agences de promotion des nanotechnologies ont fait leur apparition à travers le monde, comme la National Nanotechnology Initiative (NNI) aux États-Unis (NNI, 2012) et l'Institut National de Nanotechnologie (INNT) au Canada (CNRC, 2011). Le Québec s'est lui-même doté de son propre organisme promoteur, NanoQuébec, dont le but est de jeter des ponts entre le milieu académique et le milieu industriel pour favoriser le développement des nanotechnologies (NanoQuébec, 2012). Grâce aux activités de NanoQuébec, des investissements gouvernementaux et des efforts fournis tant par le milieu académique qu'industriel, le Québec possède maintenant une infrastructure de recherche en nanotechnologies de calibre mondial – équivalente à celle des États-Unis, toute proportion gardée. Dans cette seule province, on recense près de 400 M\$ d'équipement de pointe et près de deux cent soixante-cinq chercheurs dans le domaine, sans compter des centaines de techniciens, assistants, étudiants et usagers (NanoQuébec 2012a; NanoQuébec, 2010). Si le Québec compte actuellement peu d'entreprises œuvrant en nanotechnologies, on y retrouve cependant une intense recherche en la matière, notamment avec l'École Polytechnique, l'INRS, l'Université Concordia, l'Université Laval, l'Université McGill, l'Université de Montréal, l'Université de Sherbrooke, etc. Ces universités collaborent entre elles au sein de regroupements particuliers ou avec des entreprises (Blanchard, 2012, *comm pers*).

En dépit de cet enthousiasme, il n'en reste pas moins que les nanotechnologies soulèvent des questions éthiques et sociales, tout comme d'autres technologies « révolutionnaires » en leur temps – pensons à l'énergie nucléaire, l'ingénierie génétique et les OGM. Alors que les applications concrètes des nanotechnologies commencent à peine à nous entourer, celles-ci font déjà l'objet d'une réflexion éthique (Macnaghten et al., 2010; ETP, 2009; Genest et Beauvais, 2009; Mills et Fledderman, 2005). Certaines de ces questions sont liées aux conséquences des applications des nanotechnologies ou bien à la gouvernance de celles-ci. Par exemple, les nanomatériaux soulèvent des questions quant à

leur toxicité et les précautions à prendre pour protéger les travailleurs (Klein, 2011; Genest et Beauvais, 2009; Ostiguy et al., 2008). La nanoélectronique peut soulever des questions éthiques dans la mesure où les dispositifs mis au point peuvent être employés dans les technologies de l'information, ce qui soulève des problèmes éthiques déjà bien connus comme le respect de la vie privée, la surveillance, etc. (CEST, 2006) Outre les questions toxicologiques, les nanotechnologies biomédicales soulèvent des interrogations sur la modification de l'être humain que pourrait engendrer leur application. Par exemple, un humain rempli d'implants est-il toujours un être humain? Quelle est la limite entre la restauration des capacités cognitives de l'être humain et l'optimisation de celles-ci? (Bennett-Woods, 2010; Malsch et Nielsen, 2010; Jotterand, 2008) En dehors de ces questions, on recense aussi des problèmes liés plus spécifiquement à l'exercice médical : mise au point de diagnostics pour des maladies incurables, réorganisation des relations médecin-patient, attitude envers le corps, disponibilité des nouveaux soins, etc. (Resnik and Tinkle, 2007a; Resnik and Tinkle, 2007b)

Enfin, la gouvernance même des nanotechnologies soulève plusieurs préoccupations. Comment orienter le développement des nanotechnologies? Comment distribuer équitablement leurs retombées? Comment gérer la propriété intellectuelle? Comment gérer la communication des résultats, mais aussi la vulgarisation appropriée des nanotechnologies auprès du grand public? Comment traiter les risques réels ou supposés des nanotechnologies dans l'évaluation éthique de celles-ci? Comment faire participer les différents membres du public à cette évaluation? (Karinen et Guston, 2010; Roco et al., 2010; Schonberg et Davies, 2010; Legault, 2009; Malsch et Nielsen, 2009) Les événements avec les OGM ont montré que le public ne voulait plus être tenu à l'écart des innovations scientifiques, ne plus être placé devant le fait accompli, mais consulté dès le départ, ce qui implique des changements et des améliorations au niveau du dialogue entre ceux qui développent la technologie et ceux qui en bénéficient (Macnaghten et al., 2010; McGinn, 2008; Priest, 2006). Dans notre société médiatisée où les débats peuvent se créer facilement, où les inquiétudes et les espoirs les plus fous voyagent à la vitesse de la lumière le long des réseaux de fibres optiques, la perspective d'un débat public délétère pour les

nanotechnologies incite certains auteurs à croire que l'instauration d'un dialogue entre les chercheurs et le public constitue l'une des principales questions éthiques soulevées par les nanotechnologies (Kuiken, 2011; Ackland et al., 2010; Besley, 2010; Sheetz et al., 2005). D'ailleurs, on observe déjà des initiatives locales pour mettre en dialogue le public et les développeurs de nanotechnologies : conférences, sondages, focus group, jury citoyens, etc. (Bostrom et Löfstedt, 2010; Boy et Martin, 2010; Jones, 2008; Bowman et Hodge, 2007)

La littérature indique que les médias jouent un rôle essentiel dans le flux des informations scientifiques à travers la société (Caulfield et al., 2007; Nisbet et al., 2002) et on recommande que les développeurs de nanotechnologies s'associent à eux pour mieux gérer la réflexion éthique (Ho et al., 2010; Nanologue project, 2006). Seulement, cette recommandation pourtant très intéressante est formulée sans que les acteurs concernés soient consultés. C'est pour tenter de combler cette lacune que la présente thèse a été rédigée.

* * *

Cette thèse, rédigée dans le cadre d'un doctorat effectué à l'Université de Montréal pour l'obtention d'un grade de Ph. D. en sciences biomédicales (option bioéthique), sera divisée en sept chapitres.

Dans le premier chapitre, nous ferons le point sur les aspects techniques des nanotechnologies, soit leur histoire, leur définition et leurs applications concrètes. Une attention particulière sera portée aux nanotechnologies biomédicales. Au second chapitre, nous examinerons les réflexions éthiques soulevées par les nanotechnologies, en prenant soin de montrer les limites de ces réflexions. Nous verrons pourquoi ces limites nous incitent à nous intéresser davantage aux questions concernant la gouvernance des nanotechnologies. Nous cernerons aussi le sujet de la thèse, à savoir la mise en place d'initiatives permettant aux chercheurs d'entrer en dialogue avec le public, au moyen des médias, afin d'en arriver à un nouvel encadrement des nanotechnologies. Dans un troisième chapitre, nous expliciterons en quoi ce sujet est pertinent pour la bioéthique. Nous traiterons succinctement de ce qu'est la bioéthique et en quoi le dialogue et l'encadrement du développement des technologies constituent des sujets pertinents pour cette discipline.

Nous détaillerons particulièrement la pensée du bioéthicien belge Gilbert Hottois, dont les idées ont marqué et façonné la planification de la recherche rapportée dans ces pages.

Suivra un court récapitulatif qui nous permettra de résumer l'essentiel des informations dispensées dans les trois premiers chapitres, de cerner notre problématique et d'énoncer nos questions de recherche. Le quatrième chapitre détaillera les méthodes employées pour recueillir les informations permettant de répondre à ces questions. Ces informations seront analysées au chapitre 5 puis discutées au chapitre 6. Cette discussion, plus proche de l'essai que de l'analyse empirique, nous permettra de répondre à nos questions de recherche. Elle nous permettra aussi de suggérer des initiatives pouvant aider à encadrer les nanotechnologies au moyen d'un dialogue entre chercheurs et publics. Enfin, la conclusion (chapitre 7) résumera ces recommandations, fera le point sur la portée de la thèse et suggérera des pistes de recherches futures pouvant nous aider à approfondir le sujet de l'encadrement éthique des nanotechnologies pour le Québec.

1. Nanotechnologies : applications et définition

1.1 Introduction

Une recherche en bioéthique doit commencer par une description des technologies qui en font l'objet. Cette tâche se révèle particulièrement cruciale quand il est question de nanotechnologies, puisque celles-ci suscitent encore des débats quant à leur définition, sans oublier de nombreux fantasmes tant chez leurs promoteurs que leurs détracteurs. Ce premier chapitre a donc pour but de cerner ce que sont les nanotechnologies et de montrer en quoi elles méritent qu'on s'y intéresse. Nous paverons ainsi la voie au second chapitre, qui fera le point sur la réflexion éthique entourant celles-ci.

Pour définir les nanotechnologies, nous partirons de leurs applications concrètes pour ensuite aborder la formulation d'une définition. Cette approche « inversée » nous semble en effet plus claire que de démarrer par un examen des différentes définitions – souvent trop abstraites – proposées dans la littérature. Dans un premier temps, nous parlerons du nanomonde. Ensuite, après une revue des différents secteurs d'application des nanotechnologies, nous aborderons les approches employées pour définir celles-ci. En conclusion, nous soulignerons les points communs entre les définitions recensées dans la littérature. Nous nous concentrerons surtout sur les nanotechnologies à incidences biomédicales, puisque celles-ci feront l'objet de la collecte de données présentée aux chapitres 4 et 5.

1.2 Le nanomonde

1.2.1 L'échelle du nanomètre

Les nanotechnologies, peu importe leur domaine d'application, sont d'abord caractérisées par une **échelle de grandeur**, soit celle du nanomètre (Allhoff, 2009; Pautrat, 2009; Kennedy, 2008; Meyyappan, 2008; Klein et al., 2007). Le préfixe « nano », de l'ancien grec pour « nain », est employé pour désigner « *un milliardième d'une quantité donnée : un nanomètre (nm) correspond à un milliardième de mètre, un nanogramme (ng) à un milliardième de gramme* », etc. (Genest et Beauvais, 2009 : 12) On peut mentalement effectuer l'expérience suivante pour se représenter une dimension équivalent à **un nanomètre** (d'après des informations tirées de : Klein, 2011; NNI, 2011a et 2011b; Rossier et Studer, 2007) :

- 1) Prenons une règle d'un mètre (pour la couture, par exemple) et scindons-le en mille unités. Nous obtenons ainsi des fragments longs **d'un millimètre** (1 mm). Une abeille possède généralement une longueur oscillant entre 10 et 20 mm.
- 2) Si nous prenons ensuite un fragment de 1 mm et que nous le scindons en mille unités, nous obtenons des fragments de **un micromètre** (1 μm). Les globules rouges ont des diamètres compris entre 7 et 8 μm .
- 3) Enfin, si nous prenons l'un de ces fragments de 1 μm et que nous le scindons en mille unités, nous obtenons des fragments longs **d'un nanomètre** (1 nm). La double hélice d'ADN possède un diamètre d'environ 2,5 nm. Un virus possède en moyenne une taille de 70 nm.

L'échelle du nanomètre à laquelle nous arrivons correspond aux dimensions des molécules et des atomes. **Les nanotechnologies impliquent la manipulation, à l'aide de techniques issues de la chimie et de la physique contemporaine, de la matière à cette échelle.**

1.2.2 Les interventions humaines dans le nanomonde

1.2.2.1 Intérêt des interventions à l'échelle nanométrique

Pourquoi vouloir manipuler la matière à l'échelle du nanomètre? D'abord parce qu'une fois réduites à ces dimensions, certaines substances acquièrent des propriétés radicalement différentes de celles qu'on observe à l'échelle macroscopique. Par exemple, un lingot d'aluminium, une fois réduit à l'état de poudre nanométrique, devient explosif (Genest et Beauvais, 2009; Lin et Allhoff, 2009). L'or, un métal connu pour être inerte (les bijoux en or ne suscitent pas d'allergie, contrairement à ceux en argent), devient un excellent catalyseur chimique une fois réduit en nanoparticules (Klein, 2011; Genest et Beauvais, 2009). Ensuite, certains matériaux qui ne se présentent pas sous la forme de nanoparticules, mais dont les molécules ont été réorganisées peuvent présenter des propriétés différentes. Les matériaux à base d'atomes de carbones constituent ici un bon exemple : selon leur agencement, les atomes de carbone peuvent engendrer, à notre échelle, des solides aux propriétés radicalement différentes. Lorsqu'ils sont agencés en feuillets, les atomes de carbone engendrent à notre échelle du graphite, un solide mou, noir et crasseux avec lequel on fabrique nos mines de crayon. Lorsqu'ils sont associés quatre par quatre, selon une structure tridimensionnelle, ces mêmes atomes de carbone engendrent à notre échelle un diamant, un solide très dur et transparent. À ces deux formes extrêmes du carbone, on peut ajouter les différentes déclinaisons de matériaux carbonés capables de présenter la dureté de l'acier tout en étant très légers (matériaux employés, par exemple, pour la fabrication d'avions moins lourds) (Klein, 2011; Bourgoïn et al., 2009).

Mentionnons que l'apparition de ces nouvelles propriétés ne survient pas automatiquement dès qu'une substance donnée est fragmentée en nanoparticules ou réarrangée à l'échelle moléculaire. Seulement, quand cela se produit, ces propriétés sont souvent fortement avantageuses en termes d'applications (Genest et Beauvais, 2009). Tout l'intérêt des nanotechnologies provient de ces propriétés nouvelles. Les matériaux ainsi

créés présentent des propriétés différentes de celles observées dans la nature, et il devient possible, dès lors, de les employer pour de nombreuses applications, allant de la construction à la médecine en passant par l'électronique. Il serait possible de revoir et d'améliorer virtuellement toutes les applications technologiques existantes, ce qui bouleverserait fondamentalement nos existences (Lafontaine, 2010).

En résumé, en plus d'impliquer la manipulation (c.-à-d. fragmentation en nanoparticules, réorganisation moléculaire, etc.) de la matière à l'échelle du nanomètre, les nanotechnologies impliquent aussi l'exploitation des propriétés nouvelles qui surgissent à cause de cette manipulation.

1.2.2.2 Moments importants du développement des nanotechnologies

Le nanomonde n'est pas une nouveauté en soi : il existe depuis que l'Univers s'est structuré en atomes et en molécules (Sargent, 2006). L'existence d'interventions humaines à cette échelle n'est pas, non plus, une réalité contemporaine. En effet, que l'on parle de la maîtrise du feu, de la chimie primitive des Égyptiens ou encore de la fabrication des vitraux au Moyen Âge (le verre coloré comprenant des particules de taille nanométrique), on peut constater que l'humanité a exploité très tôt des phénomènes physiques et chimiques ayant lieu à l'échelle du nanomètre (NNI, 2011c). Ces réalités historiques en poussent plus d'un à affirmer que les nanotechnologies n'ont, en ce sens, rien d'une nouveauté et ne sauraient constituer, dès lors, une révolution sur le plan scientifique (CEST, 2006). Certains argueront, toutefois, que la différence fondamentale entre la manipulation primitive du nanomonde et les nanotechnologies actuelles réside dans le *contrôle volontaire* qui caractérise celles-ci. En effet, si les Égyptiens ou les artisans du vitrail employaient des nanoparticules en toute ignorance, les scientifiques actuels sont non seulement *conscients* de la manipulation à laquelle ils se livrent, mais de plus ils orientent volontairement celle-ci vers des buts déterminés (Genest et Beauvais, 2009). Nous illustrerons plus loin ces affirmations à l'aide d'exemples concrets, mais pour le moment, gardons en tête que les

nanotechnologies **impliquent aussi la manipulation volontaire, dans un but précis**, des molécules et des atomes qui composent la matière.

Comment les nanotechnologies actuelles sont-elles apparues? Le tableau I donne un aperçu des principales dates qu'on retrouve dans les historiques consacrés aux nanotechnologies (NNI, 2011c; Lok, 2010; Andrade, 2007; CEST, 2006; Sargent, 2006).

Tableau I Principales dates du développement des nanotechnologies

1981. Zurich : invention du microscope à effet tunnel par Binnig et Rohrer. Cet appareil permet d'obtenir une représentation graphique de la surface des objets à l'échelle atomique.

1985. Le chimiste Richard Smalley et ses collègues découvrent les fullerènes, une classe de molécules à base d'atomes de carbone capables d'adopter une configuration sphérique. La découverte des fullerènes fait prendre conscience que le carbone – mais aussi d'autres éléments – peut être manipulé de manière à former des composés et des matériaux inédits, avec des propriétés radicalement différentes de celles qu'on leur attribue normalement.

1986. Le microscope à force atomique est mis au point par Gerber (IBM), Quate et Bining (Université Stanford) : en plus de permettre l'observation d'atomes individuels, cet instrument rend possible la manipulation de ceux-ci.

1989. Le physicien Donald M. Eigler, des laboratoires d'IBM, manipule trente-cinq atomes de xénon pour écrire les lettres « IBM ».

1991. Après la découverte des fullerènes en 1985, le chercheur Sumio Iijima du laboratoire NEC au Japon met en évidence l'existence des nanotubes de carbone.

1998. Un groupe de l'Université de Delft (Pays-Bas) fabrique un premier transistor à base de nanotubes de carbone. Parallèlement, aux États-Unis, plusieurs organismes subventionnaires constituent un groupe de travail pour établir un agenda de développement des recherches en nanotechnologies.

2000. Création aux États-Unis, sous le gouvernement Clinton, de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI). L'apparition de cette initiative nationale en nanotechnologie est suivie d'initiatives similaires dans nombre d'autres pays : Japon, France, Allemagne, Chine, Canada, etc.

Malgré des précédents rudimentaires dans le passé – coupe de Lycurge, couleurs des vitraux, lames damassées, découverte de l’or colloïdal par Michael Faraday, etc. (NNI, 2011c; Genest et Beauvais, 2009; Andrade, 2007; Florczyk et Saha, 2007) – il est coutume de situer l’origine des nanotechnologies à une allocution prononcée en 1959 par le physicien américain Richard Feynman (1918-1988), *There’s plenty of room at the bottom : an invitation to enter a new field of physics*. Feynman, prix Nobel de physique, y décrivait une forme d’ingénierie atomique consistant à manipuler la matière atome par atome ou molécule par molécule. À l’aide, notamment, d’usines infinitésimales pouvant travailler de concert, il aurait été possible d’agencer ensemble des atomes pour obtenir des structures macroscopiques. Feynman illustre les possibilités d’une telle ingénierie atomique à l’aide de métaphores frappantes. Ainsi, selon lui, une telle manipulation des atomes aurait permis de rassembler le contenu entier de l’*Encyclopaedia Britannica* (24 volumes) sur la tête d’une seule épingle (Feynman, 1960).

Notons que la communication de Feynman ne contient nulle part le terme « nanotechnologies ». Il faut attendre 1974 pour que ce mot soit utilisé une première fois par Norio Taniguchi, de l’Université des sciences de Tokyo (Andrade, 2007). « *Taniguchi décrivait la “nano-technology” comme l’ensemble des procédés de séparation, consolidation et déformation des matériaux atome par atome ou molécule par molécule.* » (Genest et Beauvais, 2009 : 9-10)

Si l’on remarque des similitudes entre les idées de Feynman et celles de Taniguchi, ce dernier pensait surtout au domaine de l’électronique : l’ingénierie atomique à laquelle l’illustre professeur japonais fait référence concernait surtout l’amélioration des processus de miniaturisation employés dans l’industrie électronique. L’ingénierie atomique était vue ici comme une nouvelle approche de fabrication pour obtenir des puces électroniques encore plus performantes. Il faudra par la suite attendre les années 1980 avant de voir l’émergence des autres applications citées dans les historiques sur les nanotechnologies.

Bien que cela soit souvent occulté dans les rappels historiques publiés par la NNI, il faut signaler qu’en 1986 l’ingénieur américain K. Éric Drexler publie le livre *Engines of*

creation, qui reprend et pousse plus loin les idées de Feynmann tout en y accolant le terme « nanotechnologies » inventé par Taniguchi (Drexler, 1986). Drexler est connu pour avoir popularisé le terme « nanotechnologies » et l'avoir répandu hors des cercles académiques, mais il est connu surtout pour avoir popularisé une vision des nanotechnologies très éloignée des réalités actuelles : nanobots, réparation atomique du corps humain, etc. Autant de visions qu'on retrouve encore dans les récits de science-fiction.

Si les années 1980 ont été marquées par la mise au point des microscopes à effet tunnel et à force atomique, la découverte des fullerènes et la popularisation du concept de « nanotechnologies » par Drexler, les années 1990 ont surtout été marquées par la formation, à travers le monde, d'organismes scientifiques et politiques voués à promouvoir le développement des nanotechnologies et la découverte de nouveaux nanomatériaux obtenus par les techniques classiques de la chimie et de la physique, comme rapporté dans le tableau I.

1.2.2.3 Deux remarques sur le développement des nanotechnologies

L'histoire du développement des nanotechnologies tel que nous venons de l'esquisser correspond *grosso modo* à celui qu'on retrouve dans la littérature. Deux remarques doivent être faites ici. Premièrement, il n'est pas exagéré de voir dans cette reconstitution standard deux fils historiques entremêlés – ou deux « paradigmes » pour reprendre l'expression de Klein et al. (2007) – qui envisagent les nanotechnologies de manière différente et qui coexistent encore dans la littérature. Deuxièmement, le rôle de Feynman en tant que père fondateur des nanotechnologies semble questionnable.

1.2.2.3.1 Le paradigme de Smalley et le paradigme de Drexler

Un examen des dates mentionnées dans la littérature permet de constater que les nanotechnologies sont envisagées de deux manières. En effet, nous avons d'une part le développement d'une forme « d'ingénierie atomique » (énoncée par Feynman, nommée par Taniguchi et popularisée par Drexler) où l'on insiste sur les développements de la

microscopie électronique (microscope à effet tunnel et à force atomique) qui permet effectivement une manipulation individuelle des atomes. Cette manipulation a trouvé une première concrétisation dans l'exploit de Donald Eigler, en 1989, mais aussi plus tôt en 1985, dans celui de Tom Newman, un étudiant qui réussit à graver la première page d'un roman de Dickens sur la tête d'une épingle (Genest et Beauvais, 2009). Cependant, nous avons aussi un second fil historique, qui est celui de la mise en évidence de molécules nouvelles créées par les méthodes de la chimie et de la physique classiques : nous pouvons penser aux fullerènes découverts par Smalley, aux nanotubes de carbone d'Iijima et à la mise au point de transistors et d'outils employant ces nanomatériaux. L'ensemble des découvertes mentionnées dans ces deux fils historiques a entraîné, au fil des ans, la création d'agences et d'initiatives nationales consacrées au développement des nanotechnologies – par exemple la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) aux États-Unis, dont la création marque un tournant dans l'histoire des nanotechnologies.

Il y a là deux visions différentes de ce que sont les nanotechnologies – certains auteurs (Klein et al., 2007) parlent même de deux « paradigmes » incompatibles. Le premier paradigme envisage les nanotechnologies comme étant la manipulation de la matière à l'échelle nanométrique à l'aide de la manipulation atome par atome. Le second paradigme s'intéresse à la manipulation de la matière à l'échelle nanométrique à l'aide des avancées en chimie et en physique. À la fin des années 1990, de nombreux chercheurs se sont d'ailleurs livrés à une critique sévère du premier paradigme, notamment Richard Smalley. Celui-ci a en effet souligné les limites de l'ingénierie atomique : si manipuler les atomes un par un est possible, la tâche est si longue et difficile qu'elle ne peut aboutir à une application concrète (Klein et al., 2007).

Il faut admettre que les nanotechnologies s'éloignent considérablement de la manipulation des atomes. Dans les faits, lorsqu'on regarde les nanotechnologies telles qu'elles se font *concrètement* – nous pourrions le constater plus loin lorsque nous aborderons leurs applications – on peut constater que celles-ci ont peu de choses à voir avec l'ingénierie atomique de Feynman et Drexler. Les recherches actuelles concernent

essentiellement l'étude et la création de nouveaux matériaux ou de molécules inédites par des méthodes courantes en physique et en chimie, et non pas la création de ces matériaux ou de molécules à l'aide d'une manipulation atome par atome qui emploierait un quelconque microscope ou appareil « nouveau genre » (Lahmani et al., 2009). Si le terme « nanotechnologie » a été employé à l'origine pour désigner l'ingénierie atomique de Feynman et Drexler, ce mot semble avoir été récupéré par la suite pour désigner l'étude et la fabrication de nanomatériaux à l'aide de la chimie et la physique conventionnelle. *Exit* donc la manipulation des atomes et les nanorobots¹.

1.2.2.3.2 Feynman est-il vraiment le père des nanotechnologies?

Il existe un doute raisonnable sur la contribution de Richard Feynman à l'avènement des nanotechnologies. Selon l'histoire canonique retrouvée dans la littérature, la communication de 1959 de l'illustre prix Nobel de physique aurait marqué le coup d'envoi du développement des nanotechnologies. Dans les faits, il est permis d'en douter. En effet, *There's plenty of Room at the bottom*, avant la création de la NNI et son inauguration officielle par Bill Clinton, était un texte mineur et méconnu dans l'abondante production du physicien, lequel n'aurait reparlé de l'ingénierie atomique qu'à deux ou trois reprises. Selon Toumey (2005), Bining, Rohrer, Quare et Eigler ont affirmé ne pas avoir été influencés par le discours de Feynman dans leurs travaux, discours dont ils ignoraient l'existence. Drexler a raconté ne pas avoir été influencé par Feynman au moment de rédiger *Engines of creation* – ce qui ne l'a pas empêché de prendre connaissance du texte de la conférence par la suite et même de rencontrer son auteur pour en discuter (Toumey, 2005). Par conséquent, le développement des nanotechnologies n'aurait pas été amorcé par ce célèbre lauréat du Nobel.

¹ Notons toutefois, dans le cas des nanorobots, que la NNI (Roco et al., 2010) perçoit ceux-ci comme étant un stade futur des nanotechnologies et que de nombreuses publications continuent de discuter de la faisabilité de ceux-ci.

1.3 Applications des nanotechnologies

Les nanomatériaux constituent le dénominateur commun des différents champs d'application des nanotechnologies. En effet, comme on pourra le constater dans les sections suivantes, la manipulation de la matière à l'échelle des atomes permet tout au plus d'obtenir des substances ou des matériaux (nanoscopiques, microscopiques, mésoscopiques ou macroscopiques) dotés de propriétés nouvelles qui peuvent, par la suite, être employés à diverses fins : matériaux de construction, composantes électroniques, nouveaux médicaments, etc. (CEST, 2006) Dans la présente section, nous énumérerons les différents champs d'applications des nanotechnologies. Nous effectuerons cependant un examen plus approfondi des applications biomédicales de celles-ci, puisque ce champ fait l'objet de la présente thèse et que c'est celui qui semble attirer le plus d'attention sur le plan éthique.

Mais d'abord, il nous faut répondre à cette question : comment obtient-on ces fameux nanomatériaux, exploitables dans une si vaste gamme d'applications? Nous allons voir que, faute d'employer des microscopes électroniques ou un appareillage digne d'une histoire de science-fiction, les scientifiques obtiennent les nanomatériaux en employant des techniques chimiques, physiques et biologiques qui, bien que fascinantes, n'en sont pas moins « banales ». Ces différentes techniques peuvent être classées en deux grandes catégories : les approches **descendantes** (*top-down*) et les approches **ascendantes** (*bottom-up*).

1.3.1 Approches descendantes et ascendantes

Employée depuis longtemps dans le domaine de l'électronique, l'**approche descendante** consiste à sculpter ou découper un bloc de matière macroscopique (au moyen de techniques d'usinage ou de gravure) pour obtenir des éléments plus petits (Genest et Beauvais, 2009; 2009; Vieu et Mailly, 2009). Par exemple, pour obtenir un cube de silicium ayant 1 nm de côté, il faudrait « rogner » un bloc de cette matière jusqu'à obtenir un cube avec les dimensions désirées – ce qui implique une « perte de matière » (Klein, 2011). En électronique, la photolithographie constitue un bon exemple d'approche

descendante : elle permet en effet « *de reproduire, dans une résine déposée à la surface d'un matériau, le motif d'une structure micrométrique, en utilisant un faisceau lumineux comme outil d'impression.* » (CEST, 2006 : 81) Un rapport européen sur le futur des nanotechnologies proposait une analogie pertinente : l'approche descendante est, en quelque sorte, une entreprise de « déconstruction » ou de « décomposition » de la matière en éléments plus petits (The Hague Center For Strategic Studies, 2008).

Par opposition, **l'approche ascendante** est plutôt une entreprise de *construction*. Elle consiste à exploiter la tendance de la matière à s'autoorganiser. Certaines molécules séparées peuvent en effet, sous certaines conditions, s'assembler spontanément pour engendrer des structures organisées – un peu comme si des blocs lego pouvaient s'assembler tout seuls pour constituer des châteaux ou autres jouets miniatures (Hanbücken et al., 2009; Silva, 2006). Pour fabriquer le cube de silicium de 1nm de côté évoqué plus haut, il suffirait de laisser une soixantaine d'atomes s'assembler spontanément, et ce sans gaspiller de matière première (Klein, 2011).

Ce phénomène d'autoassemblage est présent au cœur de nombreux processus biologiques. Par exemple, les phospholipides, constitués d'une queue hydrophobe et d'une tête hydrophile, lorsqu'on les place dans l'eau, s'organisent spontanément en micelles (des sphères où les queues hydrophobes sont enfouies à l'intérieur pour permettre aux têtes hydrophiles de rester à la surface, au contact de l'eau) ou en bicouches (ce qui permet aux cellules de se constituer une membrane plasmique) (Girard-Egrot et al., 2007). Dans un même ordre d'idée, les atomes de carbone, lorsque soumis à certaines contraintes physiques, vont spontanément s'associer pour former des sphères (fullerènes) ou de longs tubes (nanotubes) (Bourgoin et al., 2009). Il n'est donc pas nécessaire de déplacer la matière atome par atome pour obtenir ce genre de nanostructure : la matière est capable de s'organiser adéquatement toute seule, le rôle de l'humain se bornant à fournir les conditions nécessaires pour provoquer cette autoorganisation. De cette manière, il est possible d'obtenir une large variété de nanomatériaux, allant des couches minces (revêtement de

certaines objets, prothèses, etc.) à des liposomes ou des vésicules, capsules infinitésimales pouvant contenir, par exemple, des médicaments (He et al., 2010).

Ce sont les nanomatériaux obtenus par ces deux types d'approches qui peuvent servir à toutes sortes d'applications et constituent les nanotechnologies à proprement parler.

1.3.2 Principaux champs d'application des nanotechnologies

Les nanomatériaux obtenus au moyen des approches descendantes et ascendantes peuvent être employés dans virtuellement tous les domaines technoscientifiques existants. Dans son rapport de 2006, la Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST) classifiait les nanotechnologies en quatre grands « secteurs d'intervention » : les nanomatériaux, la nanoélectronique, la nanobiotechnologie/nanomédecine et la nanométrie. De son côté, la NNI propose une taxonomie découpée globalement selon les catégories suivantes : 1) Nanobiosystème, médecine et santé; 2) Nanoélectronique; 3) Nanophotonique et plasmonique; 4) Catalyse; 5) Nanomatériaux ultra-performants (Roco et al., 2010). À titre de comparaison, on peut citer le rapport du centre d'étude stratégique de La Haye (2008) qui découpe les nanotechnologies en huit grands secteurs : 1) Santé et médecine; 2) Matériaux; 3) Environnement; 4) Énergie; 5) Électronique; 6) Technologie de l'information; 7) Manufacture; 8) Sécurité. Dans un livre récent, Étienne Klein (2011) tente une classification en trois catégories basées sur la nature des processus servant à fabriquer les nanomatériaux : 1) synthèse des nano-objets; 2) incorporation de nano-objets à des matrices solides, liquides ou gazeuses pour obtenir un matériau aux propriétés nouvelles; 3) matériaux dont la structure atomique a été remodelée selon une structure précise pour obtenir des propriétés nouvelles.

Il serait possible d'allonger les différentes taxonomies proposées sur plusieurs pages encore. Dans le cadre de cette thèse, nous détaillerons uniquement les applications biomédicales des nanotechnologies.

1.3.3 Nanobiotechnologie et nanomédecine

Pour plus de commodité, nous emploierons le terme général de « nanomédecine » à la place de l'expression « applications biomédicales des nanotechnologies » et « nanobiotechnologies ».

1.3.3.1 Définition et pierres angulaires de la nanomédecine

La nanomédecine constituerait l'un des secteurs les plus importants des nanotechnologies, si ce n'est *le* plus important (Allhoff, 2009). Au pied de la lettre, on peut la définir comme étant l'emploi de nanomatériaux ou de nanostructures à des fins médicales. Pour reprendre l'une des définitions formulées par Robert Freitas (2005), la nanomédecine est l'application des nanotechnologies à la médecine. Plus précisément, il s'agit d'employer nombre de nanomatériaux ou de nanostructures à des fins médicales – voir Sekhon et Kamboj (2010a et 2010b) pour un aperçu de la diversité des nanostructures envisageables, des nanoparticules aux liposomes.

L'intérêt de cette application vient du fait que grâce aux nanotechnologies, nombre d'opérations médicales courantes deviendraient à la fois plus rapides, plus efficaces et moins onéreuses (Allhoff, 2009) : diagnostic précoce des maladies articulaires (Aigner et al. 2009), traitement multi-angle du cancer (Jain, 2011), prévention de la transmission de pathologies graves comme le VIH – qu'on pourrait prévenir par au moyen d'un « vaccin topique » badigeonné sur les parois vaginales (Du Toit et al., 2009), etc. Mais la nanomédecine ne consiste pas seulement à créer de nouveaux médicaments basés sur des nanomatériaux : il s'agit aussi d'améliorer des techniques déjà existantes. En ce sens, la nanomédecine, c'est aussi des techniques et des procédés revisités et améliorés par les nanotechnologies (Allhoff, 2009).

Selon la NNI (2010), la nanomédecine est caractérisée par quatre grands champs d'applications qualifiés de « pierres angulaires » : 1) outils d'analyse et d'imagerie; 2) théragnostiques; 3) thérapies ciblées et vectorisation de médicaments; 4) ingénierie

tissulaire et médecine régénérative. Ces pierres angulaires rejoignent les champs d'applications résumés dans d'autres publications. Ainsi, Allhoff (2009) et Allhoff et al. (2007) parlent d'outils diagnostic et de dossiers médicaux, de nouveaux traitements et de vectorisation de médicaments. L'*European Group of Ethics* (EGE) (2007) assigne quatre sous-disciplines à la nanomédecine : outils d'analyse, imagerie, nanomatériaux et nano-outils, nouveaux médicaments et vectorisation de médicaments. Dans son dernier rapport, l'*European Technology Platform* (ETP) (2009), parle aussi d'outils diagnostiques (imagerie in-vivo, diagnostic in-vitro), vectorisation de médicaments (*nanopharmaceutical nanodevices*) et de médecine régénérative (*smart biomaterials and cell therapies*). D'autres taxonomies proposées sont beaucoup plus compliquées, comme celle de Freitas (2005).

Comme ces différentes classifications se recoupent et recouvrent passablement l'ensemble des activités médicales, nous prendrons une classification plus simple pour résumer les diverses applications biomédicales des nanotechnologies : diagnostic et imagerie, théragnostiques, outils thérapeutiques et médecine régénérative. Ces catégories recouvrent bien l'ensemble des activités médicales, lesquelles concernent surtout le diagnostic d'un problème chez un patient, son traitement et son suivi. Comme les applications biomédicales des nanotechnologies ne concernent pas exclusivement la médecine, nous ajouterons une section « applications diverses » pour couvrir rapidement d'autres applications biologiques des nanotechnologies qui sont dignes d'intérêt.

1.3.3.2 Diagnostic et imagerie

En matière de diagnostic, les recherches en nanotechnologies visent essentiellement à mettre au point de nouvelles techniques d'imagerie médicale ou de détection de molécules biologiques associées à une maladie, par exemple au moyen d'un « laboratoire sur puce » capable d'analyser rapidement de très petits échantillons de fluide biologique (Jokerst et McDevitt, 2010; Puget, 2007).

Les recherches en matière **d'imagerie médicale** concernent la mise au point de nouvelles molécules ou de nanoparticules susceptibles de se fixer aux organes malades d'un

corps (ex. : tumeur) et de mettre ceux-ci en évidence lors d'un examen aux rayons X, une résonance magnétique, etc. Nombre de nanoparticules fluorescentes sont déjà examinées pour la détection du cancer, sans doute l'une des maladies les plus étudiées en la matière (Coll, 2011; Kumar et al., 2010; Xie et al., 2010; Hwang et al., 2010, Nurunnabi et al., 2010; Mi et al. 2010; Ferrari et al., 2009). Par exemple, les nanoparticules d'or ont été étudiées pour la détection du cancer de la prostate (Chanda et al., 2010) et d'autres types de tumeurs (Dowling et al., 2010). D'autres problèmes de santé font aussi l'objet d'investigation en imagerie. Ainsi, dans le domaine fondamental, une nouvelle technique d'imagerie s'est révélée utile pour distinguer facilement les cellules cardiaques susceptibles de connaître des défaillances de celles qui sont en bonne santé. Les informations obtenues par ce moyen pourraient servir à mettre au point de nouvelles approches thérapeutiques ou préventives en matière de défaillances cardiaques (Nikolaev et al., 2010).

L'imagerie médicale ne consiste pas seulement à rendre visible une tumeur lors d'un examen, mais peut également servir à colorer les tissus à retirer lors d'une chirurgie. Ainsi, une teinture de nanoparticules préalablement injectée permet de colorer les tumeurs du cerveau de manière à ce que le chirurgien, une fois la boîte crânienne du patient ouverte, puisse facilement distinguer les tissus à retirer (Koo et al., 2007; Gao et al., 2006). Des nanosphères de silicium conjuguées à un gaz se sont révélées efficaces pour obtenir un effet semblable avec le cancer du sein, dont les tumeurs, à un stade précoce, sont difficiles à détecter (Martinez et al., 2010).

En matière de **diagnostic**, on rencontre d'abord les nanotechnologies dans les recherches sur les « laboratoires sur puce », capables d'analyser rapidement un petit échantillon de fluides biologiques pour y détecter des molécules associées à des pathogènes ou à une défaillance physiologique quelconque (Jokerst et McDevitt, 2010; Puget, 2007). Actuellement, ce genre d'analyse demande plusieurs heures, voire plusieurs jours, et nécessite un échantillonnage important (ex. : plusieurs prises de sang), plusieurs analyses successives, l'intervention de plusieurs professionnels sans oublier beaucoup de matériel et de produits. Le délai avant d'avoir la confirmation d'un diagnostic peut-être trop long pour

qu'une action thérapeutique soit entreprise à temps. Les laboratoires sur puces permettraient de raccourcir le temps d'analyse à quelques heures et de diminuer la taille des échantillons (Jokerst et McDevitt, 2010; Puget, 2007). On envisage déjà la conception de détecteurs portatifs capables de déceler des marqueurs viraux dans un petit échantillon de fluide biologique, avec peu de préparation préliminaire (Yanik et al. 2010). Un autre procédé permettrait de détecter les marqueurs associés à des troubles cardiaques potentiels, et donc de prédire le risque de crise chez un sujet en apparence sain (Xue et al., 2011; Zhou et al., 2010). Il en va de même pour le cancer, qui pourrait être détecté à l'aide d'une simple prise de sang (Stern et al., 2009; Wang et al., 2009) ou, dans le cas des cancers oraux, à l'aide d'un prélèvement de l'épithélium buccal effectué par le dentiste lors d'un examen de routine (Weigun et al., 2010). En dehors de la détection simple d'une maladie, certains biosenseurs pourraient servir à surveiller un marqueur précis pour effectuer le suivi d'une maladie – par exemple dans le cas du diabète, en fournissant une mesure facile du taux de glucose sanguin à partir des larmes du patient (Anonyme, 2010).

De même, des résultats laissent entrevoir la possibilité d'un diagnostic très précoce des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer, ce qui permettrait d'entreprendre des traitements préventifs ou, du moins, à un stade précoce de la maladie (Asiyanbola et Soboyejo, 2008; Caruthers et al., 2007; EGESNT, 2007; ETP, 2006; Wagner et al., 2006; Georganopoulou et al., 2005; Keating, 2005).

1.3.3.3 Théragnostiques

Les théragnostiques sont des structures ou des substances pouvant combiner à la fois des fonctions diagnostiques et thérapeutiques. Le terme « théragnostiques », selon la littérature étudiée, est entendu selon deux sens. Selon un premier sens le théragnostiques peut être compris comme étant une nanostructure capable de rester dans le corps à l'état latent et, au contact d'une pathologie (ex : tumeur), s'activer et acquérir une capacité thérapeutique (Roco et al., 2010). On pourrait imaginer une nanocapsule remplie d'agents chimiothérapeutiques qui relâcherait ses médicaments au moment où il rencontrerait une

tumeur potentielle. Ce changement vers un mode thérapeutique s'opérerait en absence d'intervention humaine.

Selon un deuxième sens, les théranostiques peuvent être un agent d'imagerie capable d'acquiescer, suite à une intervention humaine, des fonctions thérapeutiques. Par exemple, certaines nanoparticules métalliques, capables d'agir comme révélateur de tumeur lors d'une IRM, peuvent être chauffées sans nuire au patient par simple manipulation du scanner. Il serait alors envisageable de diagnostiquer un cancer et de procéder immédiatement au traitement, sans que le patient ait besoin de quitter l'appareil (Jotterand et Alexander, 2011). En termes de délai entre le diagnostic et la thérapie, on peut difficilement faire plus court.

1.3.3.4 Outils thérapeutiques

En matière d'outils thérapeutiques, la nanomédecine s'intéresse d'abord à la vectorisation et l'amélioration des médicaments, ce qui permet à ceux-ci d'atteindre directement leur cible dans l'organisme, d'augmenter leur efficacité et de diminuer leurs effets secondaires (Asiyanbola et Soboyejo, 2008; Caruthers et al., 2007; Devalapally et al., 2007; EGESNT, 2007; ETP, 2006, Wagner et al., 2006; Frézard et al., 2006; Silva, 2006). Représentant trois quarts des recherches en nanomédecine, l'amélioration des médicaments constituerait le champ le plus actif de ce secteur (Wagner et al. 2006). Ces nouveaux médicaments pourraient contribuer à la mise au point de thérapies améliorées pour les maladies cardiovasculaires, le cancer, les désordres musculosquelettiques, les maladies psychiatriques et neurologiques, les diabètes et les maladies bactériennes et virales (Sosnik et al., 2010; ETP, 2006; Wagner et al., 2006; Silva, 2006).

La **vectorisation de médicaments** consiste à associer une drogue à une nanostructure qui a la capacité de pénétrer dans des zones de l'organisme inaccessible ou difficilement accessible à la drogue seule. Par exemple, la barrière hématoencéphalique, un obstacle naturel pour les médicaments, complique grandement les soins du système nerveux. Maintenant, elle peut être facilement franchie par des nanotransporteurs (Vergoni et al.,

2009). Les molécules employées comme véhicules peuvent être très simples – par exemple de simples nanoparticules d’or (Chakravarthy et al., 2010; Maus et al., 2010) ou de silicium (Wang et al., 2009) – plus complexes : points quantiques ou micelles (Nurunnabi et al., 2010), dendrisomères (Percec et al., 2010) – ou être très complexes : liposomes (Moon et al., 2011; Tagaram et al., 2010; Kullberg et al., 2010), fullerènes servant de cages pour « enfermer » des médicaments (Constantin et al., 2010), cages de nanogels (Vinogradov, 2010) ou même des « aquasomes » (Umashankar et al., 2010). On parle même de « pseudovirus » dont le matériel génétique est remplacé par un « cocktail » de médicaments (Aljabali et al., 2010). On peut se rapporter à Chen et al. (2011) pour avoir un aperçu des procédés de nanofabrication employés en matière de vectorisation de médicaments destinés au cancer, au VIH, etc.

Les médicaments associés à ces transporteurs sont de diverses natures : molécules chimiques simples, « cocktails » de molécules chimiques (par exemple une combinaison de plusieurs agents chimiothérapeutiques) (Kolishetti et al., 2010; Lee et al., 2010), ARN interférents (Davis et al., 2010), etc. Certaines molécules deviendront toxiques suite à une stimulation, comme, par exemple, dans le cas des porphyrines : une fois installées au cœur d’une tumeur, les porphyrines deviennent toxiques au contact de la lumière, ce qu’on appelle une « photothérapie » (Constantin et al., 2010). Parfois, comme mentionné dans le cas des théragnostiques, les nanoparticules elles-mêmes peuvent servir d’agents thérapeutiques : il est envisageable en effet de concentrer certaines nanoparticules à l’intérieur d’une tumeur et de chauffer celles-ci au moyen du champ magnétique émis par une IRM, ce surplus de chaleur devenant fatal pour toutes cellules cancéreuses environnantes (Vauthier et al., 2011; Atkinson et al., 2010).

Si le cancer semble une maladie pour laquelle les nanotechnologies suscitent beaucoup d’espoirs (Dong et Mumper, 2010; McCarron et Faheem, 2010; Nie, 2010), notamment avec la mise au point d’agents chimiothérapeutiques plus efficaces ou plus faciles à administrer – par voie orale, par exemple (Feng et al., 2011) –, d’autres types de maladies plus bénignes sont aussi envisagées, comme les maladies oculaires (Ibrahim et al., 2010) ou

même l'acné (Pornpattananangkul et al., 2010). Il semblerait toutefois que le cancer reste la maladie la plus étudiée en matière de nanomédecine (Ferrari et al. 2009).

En dehors des médicaments, il faut signaler que les nanotechnologies peuvent être impliquées dans d'autres genres d'outils thérapeutiques, notamment ceux permettant de compenser des défaillances du corps humain. On peut citer l'emploi de nanosurfaces en titane sur les prothèses osseuses pour faciliter l'insertion de celles-ci (Branemark et al., 2011), de nanoparticules permettant d'améliorer la survie après une importante hémorragie (Nachuraju et al., 2010), de nanoparticules favorisant la coagulation du sang pour arrêter les hémorragies (Bertram et al., 2009), nanoparticules pour administrer des médicaments plus efficacement à l'intérieur d'une moelle épinière endommagée (Shi et al., 2009), création de vaccins potentiels contre le VIH (Toke et al., 2010), etc.

Également, les nanotechnologies pourraient contribuer à l'établissement d'une médecine personnalisée, notamment en facilitant le séquençage d'ADN permettant l'identification des marqueurs génétiques révélant les réactions possibles d'un sujet à des médicaments, ainsi qu'en permettant le design de médicaments mieux adaptés au profil génétique des patients (Vizirianakis, 2011). En effet, au moyen de nanotubes de carbone, il serait envisageable de fabriquer un senseur permettant de lire rapidement l'ADN et, ainsi, de le séquencer (Chang et al., 2010; Liu et al., 2010; Ashcroft et al., 2008). Ce genre d'appareil trouverait sans aucun doute une utilité dans la médecine personnalisée.

1.3.3.5 Médecine régénérative

Enfin, mais non des moindres, la **médecine régénérative** fait l'objet d'une forte attention, les nanotechnologies permettant de concrétiser plusieurs techniques qui sont, pour le moment, marginales ou spéculatives. On peut citer, par exemple, diverses approches en ingénierie tissulaire : nano-charpentes pour favoriser la régénération cellulaire (Cunha et al., 2011; Verma et al., 2011; Liang et al., 2011; Yang et al., 2011), « monitoring » des cellules en régénération pour lutter contre la formation de cicatrices handicapantes lors de lésion de la moelle épinière (Kubinova et Sykova, 2010), médicaments administrés plus

facilement au système nerveux (Vergoni et al., 2009), implants biocompatibles, transplantation de tissus artificiels, etc. (Malsch et Nielsen, 2010 ; Asiyanbola et Soboyejo, 2008; Borlongan et al., 2007; Ellis-Behnke et al., 2007; EGESNT, 2007 ; ETP, 2006; Wagner et al., 2006; Beljonne et al., 2003).

1.3.3.6 Autres applications

Les applications biologiques des nanotechnologies ne sont pas exclusivement médicales. Sans avoir l'ambition de livrer ici une liste d'applications exhaustives, nous pouvons mentionner que les nanotechnologies ont aussi, notamment, des applications alimentaires (CEST, 2011; Malsch et Nielsen, 2010). Il serait envisageable, par exemple, d'employer des nanoparticules pour transporter ou solubiliser des nutriments ou autres molécules alimentaires intéressantes (ex. : antioxydants qui, en temps normal, ne peuvent être consommés sans voir s'effriter leur potentiel antioxydant). (Liu et al., 2009; Zhang et al., 2003) Dans le domaine militaire – et sans doute civil à moyen terme –, il serait envisageable de rendre « plus nutritives » les rations des soldats en s'assurant que les nutriments contenus dans celles-ci soient plus faciles à assimiler (NNI, 2009a).

Dans un domaine parallèle, quoique lié au monde alimentaire, les nanotechnologies pourraient servir dans la détection de maladies ou de substances toxiques susceptibles d'avoir de graves impacts en matière d'alimentation. Par exemple, des nanoparticules pourraient être employées pour détecter les prions dans le sang des vaches avant d'envoyer celles-ci à l'abattoir. Actuellement, la seule méthode permettant de diagnostiquer la maladie de la vache folle est de disséquer le cerveau des bovins après l'abattage, un processus long et coûteux et qui ne permet pas de mettre le citoyen à l'abri de la viande contaminée. Au moyen de nanoparticules, il serait possible de procéder à un diagnostic au moyen d'échantillons sanguins (Kaittanis et al., 2010; NNI, 2009b). Dans un même ordre d'idée, les nanoparticules pourraient aider à détecter et surveiller les pesticides présents dans les champs tout au long de leur cycle de vie (Strickland et Batt, 2009) ou des toxines associées à ceux-ci, comme la ricine (NNI, 2009c).

1.4 Définitions des nanotechnologies

Pour cerner les nanotechnologies, il aurait semblé plus logique de commencer par choisir une définition parmi celles qui sont proposées dans la littérature et ensuite l'illustrer par quelques applications concrètes. Nous avons cependant procédé à l'envers parce que, dans les faits, la définition même des nanotechnologies est problématique. Il nous semble donc plus efficace de discuter brièvement de la définition des nanotechnologies à la lumière d'exemples concrets, comme ceux que nous venons de recenser. C'est ce que nous allons faire dans les prochaines sections.

1.4.1 Une définition problématique

Proposer ou même adopter une définition des nanotechnologies se révèle un exercice assez problématique. D'une part, l'aperçu historique que nous venons d'effectuer nous permet de constater que plusieurs réalisations technoscientifiques concrètes (microscopie électronique, déplacement des atomes, fullerènes, nanotubes de carbone, etc.) et plusieurs « rêves » (l'ingénierie atomique de Feynman ou les assembleurs de Drexler) gravitent autour du terme « nanotechnologies ». Il existe une marge entre l'ingénierie atomique et les nanotechnologies telles qu'elles se font aujourd'hui en laboratoire, mais il faut reconnaître qu'une confusion entre les deux paradigmes règne dans l'esprit d'une partie du public et aussi des chercheurs. De plus, comme les nanotechnologies concernent des structures invisibles à l'œil nu, il devient difficile pour plusieurs de se représenter précisément en quoi elles consistent. *« À première vue, la définition des nanosciences et nanotechnologies dépend de celui qui parle et aussi de celui à qui l'on s'adresse : si les scientifiques emploient ces termes selon des critères précis, le grand public identifie en général les « nanos » à un nouveau domaine, assez flou, d'entités minuscules et imperceptibles [...]. »* (Klein et al. 2007 : 7) Ce commentaire rejoint les remarques d'un éditorial de Balogh

(2010) qui identifie trois types de définition des nanotechnologies : les définitions destinées aux scientifiques, les définitions destinées au public et celles destinées aux décideurs.

Un autre obstacle majeur vient contribuer à la confusion : alors qu'il était facile de circonscrire le champ des applications des OGM (domaine alimentaire, pharmaceutique...), le champ d'application des nanotechnologies se révèle illimité. Comme le dit un chercheur dont Lafontaine (2010) rapporte les propos : « *C'est ça le problème, c'est que le discours nano est générique. Ce n'est pas un secteur, ce n'est pas de l'optique, ce n'est pas de la photonique, ce n'est pas de la bio, ce n'est pas de la génomique : c'est tout. Quand c'est tout, c'est rien [...].* » (Lafontaine, 2010 : 15)

Le but de cette thèse n'est pas de produire une étude critique des définitions des nanotechnologies, mais il est important de signaler l'existence de cette problématique. Il est d'abord important de mettre en évidence les confusions qui existent entre les diverses perceptions des nanotechnologies (ex. : entre les paradigmes de l'ingénierie atomique et celui de Smalley), afin de les contourner nous-mêmes et adopter une définition des nanotechnologies qui permettra de guider la recherche rapportée dans cette thèse. Deuxièmement, la manière de définir les nanotechnologies a une incidence importante sur les questions éthiques qu'on associe à celles-ci, comme nous le verrons au chapitre 2.

1.4.2 Principales approches de définition

Dans le cadre de cette thèse, nous allons passer en revue quelques-unes des diverses approches employées pour définir les nanotechnologies. Si l'exercice nous permet de prendre conscience de certaines dissensions entre les différentes visions des nanotechnologies, il nous donnera également l'occasion d'en souligner les points communs. Pour procéder, nous emploierons la classification « en trois approches » des définitions des nanotechnologies proposée par Joachim Schummer (2006), qui a l'intérêt de souligner les confusions entre les deux paradigmes indiqués plus haut, ainsi que les liens entre la définition des nanotechnologies et les questions éthiques qui leur sont associées. Aux trois approches de Schummer, nous ajouterons une quatrième approche, celle de Klein et al.

(2007), qui insiste surtout sur les aspects sociaux des nanotechnologies. À la fin, nous soulignerons les aspects des nanotechnologies qui font consensus entre les diverses définitions recensées dans la littérature.

1.4.2.1 Approche nominale

Une définition *nominale* d'une catégorie donne les conditions pour qu'un objet puisse appartenir à cette catégorie. Ainsi, une définition nominale des nanotechnologies fournira les caractéristiques qu'une technologie ou un domaine de recherche doit rencontrer pour pouvoir être inclus dans les nanotechnologies. Les principales caractéristiques qu'on retrouve dans les définitions de type nominal vont insister sur « *l'étude ou la manipulation d'objets matériels dont les dimensions sont comprises entre 1 et 100 nm, afin de développer de nouveaux outils et de nouvelles applications* » (Schummer, 2006 : 81 – notre traduction partielle). On peut citer en exemple la définition des nanotechnologies adoptée par la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) (USA) en 2000, la *Royal Society et la Royal Academy of Engineering* (UK) en 2004 et par la Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST) (Canada, Québec) en 2006. Si nous prenons la définition de la NNI (NNI, 2011a) :

Nanotechnology is science, engineering, and technology conducted at the nanoscale, which is about 1 to 100 nanometers. [...] Nanoscience and nanotechnology are the study and application of extremely small things and can be used across all the other science fields, such as chemistry, biology, physics, materials science, and engineering. Nanotechnology is not just a new field of science and engineering, but a new way of looking at and studying .

Alors que la NNI emploie surtout le terme de « nanotechnologies », la *Royal Society* et la *Royal Academy of Engineering* proposent de calquer la définition des nanotechnologies sur la distinction classique science/technique et de parler plutôt de **nanoscience** et de **nanotechnologies** (Royal Society and Royal Academy of Engineering, 2004 : 5) :

Nanoscience is the study of phenomena and manipulation of materials at atomic, molecular and macromolecular scales, where properties differ significantly from those at a larger scale.

Nanotechnologies are the design, characterisation, production and application of structures, devices and systems by controlling shape and size at nanometer scale.

Dans son rapport de 2006 sur les nanotechnologies, la *Commission de l'Éthique de la science et de la technologie* (CEST) a repris globalement cette distinction (CEST, 2006 : 7) :

La **nanoscience** est l'étude scientifique, à l'échelle des atomes et des molécules, de structures moléculaires dont au moins une de leurs dimensions mesure entre 1 et 100 nanomètres, dans le but de comprendre leurs propriétés physicochimiques particulières et de définir les moyens à utiliser pour les fabriquer, les manipuler et les contrôler. Dans un sens plus général, le terme nanoscience peut désigner l'ensemble des recherches qui s'intéressent à toute structure de la matière qui comporte au moins une dimension nanométrique, sans que ces études visent nécessairement la fabrication d'objets ou de matériaux utilisables dans différents domaines.

Découlant de la nanoscience, la **nanotechnologie** est la conception et la fabrication, à l'échelle des atomes et des molécules, de structures qui comportent au moins une dimension mesurant entre 1 et 100 nanomètres, qui possèdent des propriétés physicochimiques particulières exploitables, et qui peuvent faire l'objet de manipulations et d'opérations de contrôle.

Dans le langage courant, la nuance entre ces deux termes est peu fréquente et l'on emploie souvent le seul mot « nanotechnologies » (au pluriel) pour désigner l'ensemble des recherches et entreprises de manipulation de la matière à l'échelle nanométrique, afin d'exploiter les propriétés particulières de la matière à cette échelle, dans des objectifs précis. **Pour plus de commodité, nous emploierons aussi le terme « nanotechnologies » pour désigner autant la nanoscience que les applications techniques qui en résultent.**

Si les définitions de type nominal citées ci-dessus semblent fournir des critères clairs permettant de discriminer les nanotechnologies d'autres technologies, elles présentent toutes le même inconvénient : en focalisant d'abord sur une échelle de grandeur, elles concernent à peu près tous les champs scientifiques des sciences classiques, que l'on parle

des matériaux, de la chimie, de la biologie, etc., puisque ces disciplines étudient et manipulent des molécules dont les dimensions sont comprises entre 1 et 100 nm (Alpert, 2008). Le champ d'application des nanotechnologies devient si vaste qu'il est facile pour n'importe quel chercheur d'ajouter le qualificatif « nano » à ses demandes de subvention. Ce phénomène n'est pas étranger au scepticisme souvent rencontré envers les nanotechnologies, et il est à l'origine d'une définition parodique des nanotechnologies souvent entendues dans les colloques : « *Nano est un préfixe fabriqué et introduit dans les demandes de financement pour exploiter la générosité inhabituelle des fonds scientifiques à l'échelle nanométrique.* » (Klein et al., 2007 : 20)

C'est à cause de ce flou que certains auteurs ont souligné l'importance d'inclure comme critère décisif dans la définition nominale des nanotechnologies l'exploitation d'une ou de plusieurs propriétés nouvelles engendrées par la manipulation à l'échelle nanométrique (Bawa et al. 2005).

1.4.2.2 Approche téléologique

Une approche *téléologique* cherche à définir les nanotechnologies ou leurs sous-domaines en associant des *buts* à ceux-ci. Ces buts peuvent être des applications, concrètes, mais aussi des valeurs, comme la santé, la sécurité, l'efficacité (dans la rapidité et la qualité d'un processus de diagnostic...), etc. (Schummer, 2006) Par exemple, nous avons mentionné qu'autour du terme « nanotechnologies » gravitent plusieurs réalisations technoscientifiques réelles, mais aussi des « rêves » plus ou moins fantaisistes. Si les nanotechnologies actuelles ont peu de choses à voir avec l'ingénierie atomique et la manipulation « atome par atome », elles sont souvent associées aux rêves, fantasmes et craintes engendrés par les visions de Feynman et de Drexler. Quiconque a parcouru la littérature sur les nanotechnologies a pu rencontrer des affirmations comme « *shaping the world atom by atom* », selon lesquelles les nanotechnologies allaient « changer le monde », consistaient à « réinventer la matière », etc. À ces visions démiurgiques souvent rencontrées dans les livres de vulgarisation ou dans le discours des ingénieurs, s'ajoutent

des visions futuristes qu'on retrouve notamment chez les transhumanistes (rêve d'immortalité, etc.). D'une manière plus pondérée, on trouve des descriptions des nanotechnologies qui insistent plutôt sur des valeurs et des objectifs plus modestes, quoique plutôt vagues et partagés par d'autres champs technologiques : santé, sécurité, rapidité des processus, etc. (Schummer, 2006) C'est aussi une approche souvent rencontrée dans le discours des organismes promoteurs des nanotechnologies et certains organismes subventionnaires (Lafontaine, 2010).

Si nous nous attardons sur le sujet plus restreint de la nanomédecine, nous pouvons voir que certains auteurs, après avoir défini celle-ci d'une manière qu'on pourrait qualifier de « nominale », lui associent des objectifs précis. Par exemple, Bawa et Johnson écrivent (Bawa et Johnson, 2009 : 213) :

Nanomedicine is, in a broad sense, the application of nanoscale technologies to the practice of medicine, namely for diagnosis, prevention and treatment of disease and to gain an increased understanding of complex underlying disease mechanisms. The creation of nanodevices such as nanobots capable of performing real-time therapeutics functions in vivo is one eventual goal here. Advances in delivering nanotherapies, miniaturization of analytics tools, improved computational and memory capabilities and developments in remote communications will be intergrated. These efforts will cross new frontiers to the understanding and practice of medicine. The ultimate goal is obviously comprehensive monitoring, repair and improvement of all human biologic systems – an enhanced quality of life.

Nous pouvons comparer les buts contenus dans cette définition de la nanomédecine avec ceux contenus dans cette autre description des nanotechnologies (Lin et Allhoff, 2009 : 4) :

Given these new properties, nanotechnology is predicted to enable such things as: smaller, faster processing chips that enable computers to be imbedded in our clothing or even in our bodies; medical advances for dramatically less-invasive surgeries and more-targeted drug delivery; lighter, stronger materials that make transportation safer and energy-efficient (e.g., enabling us to travel farther into space); new military capabilities such as energy weapons and lighter armor; and countless other innovations. Some even predict that nanotechnology will extend our lifespan by hundred of years or more by enabling cellular repair, which might slow, halt, or reverse the

aging process [...]. And because nanotechnology may enable us to manipulate individual atoms – the very building blocks of nature – some have predicted that we will be able to create virtually anything we want in the future [...]. Today, however, research is still continuing on the basic science, so we are years and possibly decades away from most of the fantastic nanotechnology products that have been predicted, if they ever come to fruition at all.

Nous pouvons constater certaines divergences entre ces deux descriptions quant aux buts attribués aux nanotechnologies. La première description attribuée explicitement aux nanotechnologies le but de créer des nanorobots et d'améliorer l'être humain alors que la seconde prend une certaine distance avec cet objectif, doutant même de sa possibilité. Ce genre de divergence s'observe chez d'autres auteurs consultés, lesquels, s'ils parlent tous de processus médicaux améliorés, ne considèrent pas nécessairement l'amélioration de l'être humain comme un but des nanotechnologies. Or, un tel choix peut avoir d'importantes conséquences au moment de procéder à une réflexion éthique : selon la définition adoptée pour les nanotechnologies, notre réflexion inclura – ou non – toutes les questions éthiques relatives à l'amélioration de l'être humain.

La vision téléologique ou visionnaire des nanotechnologies a suscité nombre de critiques. Outre le fait qu'il est souvent difficile d'associer des recherches ou des technologies à des buts, les visions futuristes associées aux nanotechnologies ont fortement été critiquées et beaucoup de chercheurs prennent leurs distances avec elle (Lafontaine, 2010). Du point de vue de la réflexion éthique, la définition visionnaire des nanotechnologies soulève un problème fondamental : en insistant sur des buts comme, par exemple, la reconstruction du monde ou l'amélioration de l'être humain, elle fournit facilement matière à discussion. Toutefois, comme les technologies qui font l'objet de cette discussion sont encore spéculatives, hypothétiques ou carrément impossibles, certains auteurs se questionnent sur l'utilité d'y accorder une réflexion éthique (Schummer, 2006).

1.4.2.3 Approche réelle

Très pragmatique, l'approche qualifiée de « réelle » par Schummer (2006) consiste à définir les nanotechnologies en listant les différents sujets de recherche qu'on inscrit habituellement sous la rubrique « nanotechnologies » dans les programmes de recherches gouvernementaux, les publications scientifiques, les conférences sur les nanotechnologies, etc. Les sujets de recherche en question couvrent des termes aussi disparates que les nanomatériaux, la fabrication de tissus, la vectorisation de médicaments, la neurophysiologie. etc. Pour illustrer cette approche, Schummer donne en exemple le tableau suivant, traduit par nos soins (Schummer, 2006 : 83) (Tableau II) :

Tableau II Champs de recherche habituellement associés aux nanotechnologies selon Schummer (2006)

- Agents d'imagerie
- Recherche sur les nanoparticules
- Matériaux nanostructurés, polymères et composites
- Revêtements ultraminces
- Catalyseurs
- Chimie supramoléculaire
- Électronique moléculaire
- Modélisation moléculaire
- Lithographie dans la production de circuits intégrés
- Recherches sur les semi-conducteurs et les points quantiques
- Ordinateurs quantiques
- MEMs (micro-electro-mechanical systems)
- Cristaux liquides
- Diodes
- Cellules solaires
- Systèmes de stockage de l'hydrogène
- Senseurs biochimiques
- Vectorisation de médicaments
- Biotechnologie moléculaire
- Ingénierie génétique
- Neurophysiologie
- Ingénierie tissulaire

Comme on peut le constater, cette liste, quoique partielle, recouvre une étonnante diversité d'application et de champs technoscientifiques. Schummer (2006) commente ce tableau en faisant remarquer que si son contenu est manifestement multidisciplinaire, les

différentes disciplines listées et donc les nanotechnologies ne sont pas *interdisciplinaires* – position contraire à celle d'autres auteurs, comme Klein et al. (2007). Que l'on soit d'accord ou non avec le commentaire sur l'interdisciplinarité, il faut admettre que la diversité des domaines recensés ici nous incite, tout comme Schummer, à parler non pas de « nanotechnologie » au singulier, mais bien de « nanotechnologies » au pluriel.

1.4.2.4 Approche sociale

Nous avons rapporté, en parlant de l'approche « réelle » de définition des nanotechnologies, le commentaire formulé par Schummer au sujet de l'interdisciplinarité et de la multidisciplinarité des domaines de recherches regroupés sous la rubrique « nanotechnologie. » Cette remarque nous permet d'aborder une quatrième approche de description des nanotechnologies qui insiste non pas sur les échelles de grandeur ou les propriétés nouvelles de la matière à cette échelle, mais plutôt sur la *dynamique* de recherche. Nous la qualifions nous-mêmes d'approche « sociale ».

La limite des approches nominales de définition des nanotechnologies, nous l'avons dit, est ironiquement son côté englobant et illimité : en insistant sur l'échelle de grandeur, on se retrouve à inclure dans les nanotechnologies nombre de domaines scientifiques préexistants (Alpert, 2008) – en témoigne la liste de domaines donnée à la rubrique sur l'approche réelle (Tableau II). De plus, comme nous l'avons dit au début de notre récapitulatif historique, le nanomonde existe depuis toujours. La manipulation de la matière à l'échelle nanométrique n'est pas une nouveauté : la plupart des réactions chimiques classiques impliquent une modification de la matière à l'échelle atomique (Sargent, 2006; de Kerorguen, 2006). Il est vrai qu'aujourd'hui cette manipulation de la matière à l'échelle atomique s'est raffinée, mais cela implique, d'une certaine manière, que les nanotechnologies constitueraient une nouveauté sur le plan quantitatif plutôt que qualitatif. Il semble donc erroné pour certains auteurs de voir dans les nanotechnologies une nouvelle discipline (Klein et al., 2007) ou même une révolution scientifique (Ameisen et Burlet, 2007).

Ce genre de réflexion a contribué à l'apparition d'une autre approche de définition des nanotechnologies qui, plutôt que de se concentrer sur l'échelle où survient le contrôle de la matière, resitue les nanotechnologies dans leur contexte social. Pour illustrer cette vision, nous pouvons prendre en exemple la description des nanotechnologies réalisée par le Laboratoire des Recherches sur les Sciences de la Matière (LARSIM), pour le compte du Commissariat de l'Énergie Atomique français (CEA) (Klein et al., 2008; Klein et al., 2007). Le LARSIM voit en effet les nanotechnologies non pas comme une nouvelle discipline ou un nouveau paradigme de recherche, mais un comme un *champ* multidisciplinaire défini par l'échelle de mesure où les scientifiques travaillent. De plus, alors que certains voient dans les nanotechnologies une convergence unique entre nanotechnologies, biotechnologies, sciences de l'information et sciences cognitives (NBIC) qui engendrerait une discipline nouvelle, le LARSIM y voit plutôt un décloisonnement des disciplines classiques que sont la chimie, la biologie et la physique. Les nanotechnologies représenteraient plus une nouvelle dynamique de la recherche scientifique qu'une discipline inédite (Klein et al., 2008; Klein et al., 2007). Les nanotechnologies prennent dès lors l'apparence d'un phénomène plus social que scientifique. Bien sûr, cela ne signifie pas que la synergie résultant du décloisonnement des anciennes disciplines ne peut engendrer rien d'intéressant.

1.4.3 Éléments consensuels des définitions des nanotechnologies

Une approche nominale pour définir les nanotechnologies présente l'inconvénient d'élargir le champ de celles-ci, au point de recouvrir tant de champs technologiques préexistants qu'on peut dire que *tout* est nanotechnologie et que, en un sens, les nanotechnologies n'existent pas. Mais également, elle explique sans doute la diversité des domaines qu'on rencontre lorsqu'on tente de définir les nanotechnologies par une approche réelle. L'approche téléologique/visionnaire mentionnée plus tôt a souvent, quant à elle, l'inconvénient de confondre les nanotechnologies telles qu'étudiées en laboratoire avec les nanotechnologies telles qu'on les entendait lorsqu'on parlait d'ingénierie atomique. Une

approche plus sociale n'est pas inintéressante, mais elle repose sur certaines critiques des nanotechnologies (non-nouveauté de celles-ci, etc.) qui sont aussi fort contestables.

On peut dès lors se demander s'il est possible d'en arriver à une définition des nanotechnologies. Beaucoup sont sceptiques quant à l'adoption, par tous les chercheurs, d'une même définition. Il serait même envisageable que l'impossibilité d'une définition unifiée soit à chercher dans la manière même dont les nanotechnologies influencent les champs technologiques actuels. Les nanotechnologies ne seraient pas nécessairement de nouvelles technologies, mais une nouvelle approche qui permet de revisiter les anciennes technologies et de les améliorer grâce à notre nouvelle connaissance du nanomonde et à notre capacité à le manipuler (Godman, 2008; Kennedy, 2008; Meyyappan, 2008). Comme l'explique Lafontaine (Lafontaine, 2010 : 20) :

L'une des raisons pouvant expliquer l'absence d'une définition unifiée des nanotechnologies réside dans le fait qu'il s'agit, pour une bonne part, de technologies habilitantes, c'est-à-dire d' "un ensemble de nouveaux procédés et de nouvelles techniques qui permettent à des technologies déjà existantes de s'améliorer". » À ce jour, il n'existe donc pas de produits qui soient, à proprement parler, typiques des nanotechnologies; ce sont plutôt un ensemble de dispositifs, de composantes et de matériaux qu'on utilise dans le but d'accroître les performances technologiques de diverses applications (industrie des matériaux, microélectronique, industrie biomédicale, etc.). On cherche, par exemple, à mettre au point des dispositifs de transport de médicaments pouvant cibler très précisément les cellules cancéreuses afin d'éviter les effets néfastes de la chimiothérapie, ou encore à dépasser les limites du silicium pour poursuivre le développement de la puissance et de la miniaturisation des puces électroniques. Même si la question de la dimension est fondamentale dans la délimitation du domaine, la définition des nanotechnologies semble relative au secteur de recherche et à la position des chercheurs.

Malgré la diversité des définitions qu'on peut rencontrer parmi les chercheurs, certains signalent néanmoins l'existence de points communs, de consensus parmi les différentes visions proposées. Ce consensus concernerait trois caractéristiques essentielles des nanotechnologies (Genest et Beauvais, 2009 : 18 – reformulé par nos soins) :

- 1) Les nanotechnologies impliquent des structures dont l'une des dimensions est de quelques centaines de nanomètres ou moins.
- 2) Les nanotechnologies impliquent des structures qui possèdent une ou des propriétés particulières engendrées par leurs dimensions nanométriques.
- 3) Les nanotechnologies impliquent des structures qui sont conçues et contrôlées dans le but d'exploiter ces propriétés particulières.

Dimensions nanométriques, propriétés nouvelles et contrôle volontaire seraient les caractéristiques permettant de désigner une nanotechnologie comme telle. Dans les faits, il a été noté que beaucoup de chercheurs insistent particulièrement sur l'exploitation de nouvelles propriétés engendrées par l'échelle nanométrique pour différencier les nanotechnologies des domaines préexistants (Lafontaine, 2010; Bawa et Johnson, 2009; Bawa et Johnson, 2005). Pour conclure cette section, nous citerons le commentaire de Genest et Beauvais sur les trois consensus qui ont été pointés (Genest et Beauvais, 2010 : 18) :

Cette dernière définition présente un attrait par rapport à celles présentées plus haut. Elle souligne à la fois l'unicité des propriétés de la matière dues à la petite taille des structures et l'importance de contrôler les dimensions et les compositions à l'échelle nanométrique de façon à exploiter ces propriétés uniques. Car, bien au-delà des rapports de taille, c'est justement l'exploitation de ces propriétés singulières qui distingue les nanotechnologies des autres technologies.

1.5 Récapitulatif

De ce tour d'horizon, nous pouvons retenir quelques informations de base pour mieux orienter la suite de la thèse :

- Les nanotechnologies consistent tout d'abord à obtenir des matériaux qui présentent des propriétés particulières parce qu'ils ont été réduits à des tailles nanométriques ou parce qu'ils ont été réorganisés à cette échelle. Cette

réorganisation peut être le fruit d'une approche descendante (*top-down*) ou d'une approche ascendante (*bottom-up*).

- Ces matériaux aux propriétés particulières peuvent être employés à toutes sortes de fins, et ce dans virtuellement tous les domaines classiques de la technoscience : matériaux de construction, électronique, mais aussi des applications biomédicales.
- Ces matériaux peuvent servir à créer de nouveaux produits ou procédés, mais aussi revisiter et améliorer des produits ou procédés ou techniques existantes. En ce sens, les nanotechnologies peuvent être considérées comme des technologies « habilitantes ».
- Dans le domaine biomédical, les nanotechnologies peuvent intervenir à divers endroits du processus médical classique (prévention-diagnostic-thérapie-suivi). Elles peuvent évidemment intervenir dans d'autres domaines biologiques qui ne concernent pas directement la médecine (ex. : le domaine alimentaire).
- De tous les domaines d'application des nanotechnologies, le domaine biomédical est l'un des plus importants et c'est sans doute celui qui, de par son impact direct sur le vivant et l'être humain, soulève le plus d'interrogation sur le plan de l'éthique.

Dans le cadre de cette thèse en bioéthique, nous allons nous attarder essentiellement sur les applications biomédicales des nanotechnologies. D'abord, embrasser l'ensemble des nanotechnologies dans une seule thèse est impensable. Ensuite, comme cette thèse est une thèse de bioéthique et que ce sont les applications biomédicales qui semblent soulever la majorité des questions éthiques associées aux nanotechnologies, il nous semble judicieux de limiter notre champ de recherche au seul domaine de la nanomédecine et des nanobiotechnologies.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons plus en détail les questions éthiques associées aux nanotechnologies à incidences biomédicales.

2. Nanotechnologies : réflexions éthiques

2.1 Introduction

Les nanotechnologies soulèvent des espoirs, mais aussi des inquiétudes. Elles font déjà l'objet d'une intense réflexion éthique alors qu'elles commencent à pénétrer le marché. Ce second chapitre a pour but de faire le point sur cette réflexion. Il a aussi pour objectif de souligner certaines lacunes susceptibles d'être comblées par une recherche comme celle rapportée dans cette thèse.

Dans un premier temps, nous dresserons une liste des principaux thèmes éthiques associés aux nanotechnologies. Parmi ces thèmes, nous commenterons ceux associés plus étroitement aux applications biomédicales des nanotechnologies. Dans un second temps, nous discuterons des limites auxquelles se heurte toute réflexion éthique sur les nanotechnologies, à savoir le « déjà-vu » et les limites « spatio-temporelles ». Nous en arriverons ainsi à la conclusion que les réflexions actuelles doivent se focaliser non pas sur l'identification des questions éthiques soulevées par les nanotechnologies, mais sur la gouvernance de celles-ci. Dans un dernier temps, nous verrons que, dans cette vaste problématique qu'est la gouvernance des nanotechnologies, le dialogue avec la société constitue un sujet important qui mérite investigation. Plus précisément, nous montrerons que les relations entre les chercheurs et les médias constituent un problème assez intéressant pour y consacrer la présente thèse.

2.2 Thèmes éthiques associés aux nanotechnologies

Pour recenser les thèmes éthiques associés aux nanotechnologies, nous avons procédé à une revue de la littérature la plus exhaustive possible. En effet, le nombre de publications sur les nanotechnologies est gigantesque, les banques de données consultées peinent à se

mettre à jour et le chercheur est rapidement submergé par la quantité astronomique de références. Notre revue nous a néanmoins permis de circonscrire les différents thèmes éthiques associées aux nanotechnologies à 13 métacatégories non exclusives (Tableau III).

Tableau III Principaux thèmes éthiques associés aux nanotechnologies

<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité (santé et environnement; protection des travailleurs) • Propriété intellectuelle • Optimisation des performances • Éducation des masses et des spécialistes; interactions avec les médias • Applications militaires • Questions éthiques classiques de l'éthique de la recherche • Questions éthiques classiques de l'éthique clinique • Évaluation des risques en recherche et en clinique • Gouvernance (financement, rôle des gouvernements, conflits d'intérêts) • Autonomie, vie privée, confidentialité • Maladies sans traitement • Justice • Dignité humaine

Cet examen de la littérature nous a permis d'entrevoir les approches suivies pour identifier les thèmes éthiques associés aux nanotechnologies. La première approche consiste à lister les domaines où interviendront les nanotechnologies et à énumérer les questions éthiques habituellement associées à ceux-ci (par exemple : *European Technology Platform* (ETP), 2006; *European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission* (EGESNT), 2001). La seconde s'intéresse plutôt aux impacts des nanotechnologies dans certains champs de l'éthique elle-même, telles que l'éthique de la recherche et l'éthique clinique. Par exemple, on examine la manière dont il faudra appliquer les principes classiques de l'éthique de la recherche (autonomie, bienfaisance, non-malfaisance et justice) lors d'essais cliniques utilisant des nanotechnologies (Resnik and Tinkle, 2007a; Resnik and Tinkle, 2007b).

À ces thèmes éthiques qui concernent surtout les *impacts* des nanotechnologies, on en trouve d'autres qui semblent plutôt liés à *la gouvernance* de celles-ci ou, pour reprendre l'expression de Godman (2008), à « l'éthique procédurale », c'est-à-dire aux procédures de

décision permettant d'encadrer les nanotechnologies. Comment orienter le développement des nanotechnologies? Comment distribuer leurs retombées? Comment gérer la propriété intellectuelle dans ce domaine? Comment gérer la communication autour des nanotechnologies (communication des résultats et des risques, mais aussi la vulgarisation auprès du grand public)? Comment traiter les risques réels ou supposés des nanotechnologies dans l'évaluation éthique de celles-ci? (Boy et Martin, 2010; Roco et al., 2010; Karinen et Guston, 2010; Malsch et Nielsen, 2009; Béland et Patenaude, 2009; Godman, 2008).

Nous allons détailler brièvement certains des thèmes identifiés dans notre liste, en concentrant notre attention sur ceux qui concernent les applications biomédicales des nanotechnologies.

2.2.1 Toxicité

La toxicité (individuelle et environnementale) constitue souvent la première préoccupation soulevée par les nanotechnologies. En effet, l'intérêt des nanoproduits réside dans les propriétés nouvelles que ceux-ci manifestent parce qu'ils ont été manipulés à l'échelle nanométrique. Ces propriétés inédites peuvent être une réactivité différente, la capacité de franchir les barrières biologiques (ex. : barrière hématoencéphalique), mais aussi, éventuellement, une nouvelle toxicité (Klein, 2011; Gaffet, 2010; Genest et Beauvais, 2009; Hache et Berger, 2007). Or, cette toxicité potentielle désobéit parfois aux règles classiques de la toxicologie (CEST, 2011), de sorte que son évaluation représente actuellement un véritable casse-tête pour les toxicologistes (Gaffet, 2010; Ostiguy et al., 2008; Resnik et Tinkle, 2007a; Resnik et Tinkle, 2007b; Lenk et Biller-Andorno, 2007; EGESNT, 2007; Ellis-Behnke et al., 2007). Plusieurs nanoparticules de synthèse ont déjà suscité des rapports divergents quant à leur toxicité (CEST, 2011). Les nanotubes de carbone, dont nous avons déjà parlé à la section 1.3.1 et qui peuvent servir tant en médecine que dans les matériaux de construction, peuvent endommager les poumons comme l'amiante, susciter des réactions cutanées, voire un stress oxydatif (Tapin, 2009). Le

dioxyde de titane (TiO₂), employé entre autres dans les biomatériaux destinés aux implants, peut, sous forme de nanoparticules, non seulement traverser la barrière hémato-encéphalique, mais aussi provoquer la mort des neurones *in vitro* (Wu et al., 2010). D'ailleurs, certains scientifiques ont attiré l'attention sur le fait que des nanoparticules capables de traverser la barrière hémato-encéphalique (accidentellement ou volontairement, comme on l'a vu à la section 1.3.3.4 sur la vectorisation des médicaments) pourraient aussi servir de portes d'entrées à des bactéries et des virus habituellement absents du système nerveux; ces nanoparticules, au lieu de rendre les médicaments plus efficaces, deviendraient ainsi de formidables outils d'inoculation (Tapin, 2009).

Les implications éthiques de ce « casse-tête toxicologique » sont nombreuses. Par exemple, lors de tests sur l'être humain, les difficultés dans l'évaluation de la toxicité des nanoproducts peuvent gêner nos efforts au moment d'établir la balance des risques et des bénéfices, l'une des étapes cruciales de l'évaluation éthique d'un projet de recherche. De plus, nos lacunes en matière d'évaluation toxicologique peuvent aussi poser problème au moment d'obtenir le consentement des participants à un essai clinique : faute d'informations sur la dangerosité des substances testées, la décision du sujet ne peut être considérée comme étant éclairée (Allhoff, 2009 ; Allhoff, 2007 ; Bawa et Johnson, 2007; Resnik et Tinkle, 2007a ; Resnik et Tinkle, 2007b; Lenk et Biller-Adorno, 2007; EGESNT, 2007 ; ETP, 2006).

Évidemment, la toxicité n'est pas un problème propre aux nanotechnologies. Certains auteurs, comme Klein et al. (2007) la considèrent encore moins comme une question éthique : en effet, le problème n'est pas de savoir s'il faut ou non évaluer la toxicité des nano-produits, mais la manière adéquate de le faire. C'est là un défi qui concerne les toxicologistes, non les éthiciens. Seulement, comme ces questions de toxicité peuvent compliquer l'exercice de l'éthique, elles doivent être mentionnées ici.

2.2.2 Optimisation des performances humaines

L'optimisation des performances humaines constitue une autre préoccupation majeure soulevée dans le cadre des réflexions sur les nanotechnologies (Bennett-Woods, 2010; Malsch et Nielsen, 2010; Jotterand, 2008, Lin et Allhoff, 2008; Klein et al., 2007, etc.). Les nanotechnologies ont soulevé (et soulèvent encore) le fantasme d'un monde futur hypertechnologique, digne des plus extravagantes œuvres de science-fiction (Maestrutti, 2011). Très tôt, les transhumanistes se sont emparés des nanotechnologies pour les inclure à leur vision d'un humain du futur si modifié par la technologie qu'on peinerait à le qualifier encore « d'humain » – on parlerait alors plutôt de « posthumain ». Les visions des transhumanistes soulèvent la controverse : on les considère tantôt comme dangereuses, tantôt comme trop fantaisistes pour être prises au sérieux. Certains auteurs considèrent cependant que le principal défi éthique auquel nous confrontent les nanotechnologies est le dépassement de l'être humain et, par conséquent, la définition de ce qui est humain ou pas (Klein et al., 2007). Quand on examine les différentes définitions données aux nanotechnologies ou, plutôt, au champ plus restreint de la nanomédecine, on constate que certains auteurs attribuent spontanément aux nanotechnologies le but d'améliorer l'être humain (ex. : Bawa et Johnson, 2009; Freitas, 2005). D'autres auteurs cependant excluent l'amélioration de l'être humain et, par conséquent, ne relient pas aux nanotechnologies les questions éthiques liées à cette amélioration (ex. : Allhoff, 2009).

Si l'on met de côté cette controverse sur les buts associés aux nanotechnologies, il faut admettre que celles-ci pourraient éventuellement se retrouver au cœur d'applications susceptibles d'améliorer l'être humain. Nous n'avons qu'à penser, comme mentionné au chapitre précédent, aux implants neuronaux capables d'augmenter nos capacités cognitives. De même, il est envisageable que les nanotechnologies puissent nous aider à mettre au point des médicaments capables de stimuler nos capacités cognitives (Alpert, 2008; Monzée, 2007; Sententia, 2006). Ces puces ou ces médicaments permettraient de donner à un individu souffrant de déficiences cognitives des capacités semblables à celle des gens dit « normaux »; elles seraient donc acceptables sur le plan thérapeutique. Mais si, données à

un individu sain, elles permettent d'augmenter les capacités de ce dernier au-delà de la moyenne, plusieurs questions éthiques peuvent être soulevées : risquerait-on de créer de nouvelles inégalités au moyen des nanotechnologies (inégalités au niveau des capacités des individus traités mais aussi dans l'accès aux technologies qui permettent l'augmentation de ces capacités)? Risquerait-on de créer une société séparée en individus optimisés et non-optimisés, les premiers dominant les seconds (Bennett-Woods, 2010; Malsch et Nielsen, 2010)? À ces questions relatives à la justice et à l'égalité entre individus s'ajoutent également les questions sur la définition de l'être humain. Par exemple, certaines recherches en médecine régénérative concernent la mise au point de prothèses biocompatibles – prothèses dans lesquelles on pourrait retrouver des nanomatériaux. L'ajout de ces prothèses, dans une perspective thérapeutique ou d'optimisation, risque-t-il, passé un certain degré, de transformer l'être humain en un posthumain? Si oui, avec quel nombre et quelles sortes de prothèses un humain cesse-t-il d'être un humain pour devenir autre chose? D'ailleurs, comment placer la limite entre une intervention thérapeutique ou améliorative? L'optimisation d'un individu est-il une affaire de choix personnel? Etc. (Menuz et al., 2011; Bennett-Woods, 2010; Jotterand, 2008)

Ces quelques exemples permettent de conclure que les discussions éthiques concernant l'optimisation de nos performances, ainsi que la transformation de l'humain en un éventuel posthumain, peuvent, dès lors, concerner les nanotechnologies.

2.2.3 Éthique clinique

Les applications biomédicales des nanotechnologies risquent de modifier les activités quotidiennes des services de santé. La nanomédecine pourrait en effet modifier la relation médecin-patient en apportant une profusion de tests que le patient emploierait pour diagnostiquer et surveiller lui-même ses maladies. De là une possibilité qu'apparaisse une certaine pression forçant chaque citoyen à surveiller constamment sa propre santé, puisque les outils diagnostiques facilement utilisables deviendraient accessibles. De même, on pourrait craindre une certaine pénalisation de ceux qui ne pourront ou refuseront de se

livrer à une telle autosurveillance (Malsch et Nielsen, 2010; EGE, 2009). Ces dérives potentielles ne sont pas sans rappeler les questions éthiques soulevées en santé publique, par exemple quand la promotion ou l'imposition de normes de santé devient coercition et atteinte à l'autonomie des personnes (Massé et Saint-Arnaud, 2003).

En dehors de la relation médecin-patient, la nanomédecine pourrait aussi, entre autres, complexifier les diagnostics, ce qui nécessiterait une éducation continue des professionnels de la santé – on entrevoit les problèmes logistiques et les ressources que cela implique (Resnik et Tinkle, 2007a ; Resnik et Tinkle, 2007b ; EGESNT, 2007 ; ETP, 2006). Également, on s'attarde beaucoup sur les torts qui pourraient être faits en matière de discrimination (accorder un traitement égal à tous les individus), du droit de ne pas savoir (plusieurs nanotechnologies permettraient un diagnostic très précoce de maladies parfois incurables, d'où une source d'anxiété pour les patients), de l'intégrité corporelle (l'ajout d'implants est-il une atteinte à l'intégrité du corps ?), de la dignité humaine (l'insertion de nanotechnologies dans le corps constitue-t-il une atteinte à la dignité humaine ?), etc. (ETP, 2006 ; Bouamrani et al., 2005). Enfin, on a aussi soulevé la question de la confidentialité des données acquises par un outil nanométrique, par exemple lors de l'emploi d'une puce qui enregistre l'état physiologique du patient à chaque seconde. On conçoit sans peine l'intérêt que peut revêtir de telles informations pour une tierce partie (assurances, employeurs, etc.) et de là les risques qu'encourt la vie privée des patients – nous y reviendrons (Allhoff, 2009 ; Allhoff, 2007 ; Bawa et Johnson, 2007; EGESNT, 2007; Van Den Hoven et Vermaas, 2007 ; ETP, 2006 ; Sargent 2006).

2.2.4 Éthique de la recherche

Tout comme l'éthique clinique, l'éthique de la recherche est interpellée par les nanotechnologies. À la section 2.2.1 nous avons déjà fait allusion aux lacunes dans notre connaissance de la toxicité des nanoproduits et aux problèmes que cela peut susciter au moment d'établir l'évaluation des risques et des bénéfices et d'obtenir le consentement libre et éclairé des participants à une recherche. En effet, sans une bonne connaissance de la

toxicité potentielle des nanoproducts, il devient difficile pour un sujet de consentir de manière éclairée (Allhoff, 2009). Or, l'obtention d'un consentement libre et éclairé est une exigence éthique fondamentale, mais aussi *légal*, mise en place pour respecter l'autonomie des sujets (Doucet, 2002). Les nanotechnologies risquent donc de compliquer le travail des comités d'éthique de la recherche, ainsi que la prise de décision des participants à la recherche. Certains auteurs font remarquer, toutefois, que *tous* les projets de recherche présentent des risques et des incertitudes (Allhoff, 2009). N'oublions pas, en effet, que même le projet de recherche le mieux encadré peut se révéler dangereux pour les participants, comme ce fut le cas, par exemple, lors de l'essai bien connu du TGN1412² (Resnik et Tinkle, 2007b; Suntharalingam et al., 2006).

Outre l'évaluation du risque et sa communication aux participants lors d'études biomédicales, d'autres thèmes en lien avec l'encadrement de ces recherches sont aussi évoqués par la littérature, comme l'inclusion du public dans le développement de la nanomédecine (Resnik et Tinkle, 2007b), l'application ou non du principe de précaution dans ces recherches, les problèmes liés à la propriété intellectuelle (Hache et Berger, 2007; ETP, 2006), le rôle des politiques publiques dans l'orientation des recherches (EGESNT, 2007).

2.2.5 Vie privée et confidentialité

Dans le domaine de la nanoélectronique et de la défense, on s'est beaucoup inquiété de la mise au point d'appareils de communication discrets pouvant stocker facilement une bonne quantité d'informations personnelles, par exemple des vêtements capables de mesurer l'état de santé du porteur, des caméras ou des ordinateurs si petits qu'on peut facilement les dissimuler, des senseurs employés en biométrie, etc. De telles applications

² Lors d'une étude conduite en Grande-Bretagne en 2006, six volontaires reçurent, lors d'un essai clinique, un anticorps, le TGN1412, censé provoquer une prolifération raisonnable de leurs lymphocytes. Cet anticorps avait été testé avec succès sur les animaux et le protocole répondait à toutes les exigences de scientificité et d'intégrité. L'essai clinique s'est soldé par un échec lorsque les six volontaires durent être hospitalisés d'urgence, souffrant d'une inflammation généralisée et de défaillances dans plusieurs organes, dont les reins et les poumons. Les soins apportés permirent toutefois de guérir les volontaires.

soulèvent évidemment des questions en matière de respect de vie privée, mais aussi de sécurité nationale (The Hague Center for Strategic Studies, 2008; High Level Group, 2004). Ces inquiétudes peuvent aussi être évoquées en matière de nanomédecine, puisque les nanotechnologies pourraient servir dans la fabrication d'une foule d'instruments capables de fournir des renseignements médicaux de première main sur leurs utilisateurs. Nous avons, sur ce plan, déjà évoqué les outils que tout individu pourrait employer pour diagnostiquer ses propres maladies. Nous pouvons mentionner en plus les puces capables de mesurer en direct les paramètres physiologiques d'un individu et les transmettre à un ordinateur (pour surveiller, par exemple, l'apparition d'un cancer ou l'imminence d'un infarctus) et de relayer ses observations à un ordinateur. Le médecin traitant pourrait donc être avisé de l'approche d'une crise et aviser son patient avant que celui-ci ne ressente les premiers symptômes de la maladie. Une telle transmission d'informations serait très utile aux activités médicales, mais on peut concevoir que les compagnies d'assurance, ou autres tierces parties, voudront aussi avoir un accès à ces informations. L'usage de ces données, à bon ou mauvais escient, renvoie aux discussions sur le respect de la vie privée et la confidentialité des banques de données ou des dossiers médicaux (Allhoff, 2009; van den Hoven, 2009; Alpert, 2008; Bawa et Johnson, 2007; CEST, 2006; Hache et Berger, 2007; Litton, 2007; Van Den Hoven et Vermaas, 2007; CEST, 2006; ETP, 2006; Sargent, 2006; Grundwald, 2005; Mills et Fledderman, 2005).

2.2.6 Gouvernance

Le concept de « gouvernance », d'un document à l'autre, est employé de manière fort variable. Dans un sens large, la gouvernance peut être définie comme étant la « *manière d'orienter, de guider, de coordonner les activités d'un pays, d'une région, d'un groupe social ou d'une organisation privée ou publique* » (Office québécois de la langue française, cité par Legault, 2009 : 38). Il existe plusieurs sortes de gouvernance (préventive, anticipatrice, responsable, etc.), mais notre but ici n'est pas de se livrer à une analyse approfondie de ce concept. Reconnaissons seulement que la gouvernance ou l'encadrement

des nanotechnologies constituent des thèmes souvent rencontrés dans la littérature (Karinen et Guston, 2010; Roco et al., 2010; Schonberg et Davies, 2010; Malsch et Nielsen, 2009, Kearnes et al., 2006; etc.) et qu'il est pertinent de l'aborder dans le cadre d'une thèse en bioéthique, puisque l'éthique, comme nous le verrons au chapitre 3, concerne aussi les mécanismes de prise de décision face aux nouvelles technologies. En matière de nanotechnologies, la gouvernance constitue vraisemblablement une vaste problématique contenant plusieurs sous-problèmes : comment orienter le développement des nanotechnologies? Comment distribuer leurs retombées? Comment gérer la propriété intellectuelle? Comment gérer la communication autour des nanotechnologies – communication des résultats, mais aussi une vulgarisation appropriée des nanotechnologies auprès du grand public? Comment traiter les risques réels ou supposés des nanotechnologies dans l'évaluation éthique de celles-ci? Comment faire participer les différents membres du public à leur développement, les événements avec les OGM ayant démontré que celui-ci ne voulait plus être tenu à l'écart des innovations scientifiques, ne plus être placé devant le fait accompli, mais bien consulté dès le départ? Comment améliorer le dialogue entre ceux qui font la technologie et ceux qui en bénéficient? La liste des questions liées à la gouvernance est très longue et ne peut être couverte intégralement ici.

Dans cette thèse, nous nous concentrerons sur l'un des aspects de cette gouvernance qui constituerait l'un des problèmes fondamentaux soulevés actuellement par les nanotechnologies. Il s'agit du dialogue entre les diverses parties prenantes impliquées dans les nanotechnologies ou concernées par elles. Nous nous intéressons particulièrement à cette question puisque, comme nous le verrons au troisième chapitre de la thèse, l'établissement d'un dialogue entre les parties prenantes constitue également une question importante dans le domaine de la bioéthique.

2.2.6.1 L'importance accordée au public

Certains auteurs affirment que le dialogue entre les développeurs de nanotechnologies et leurs concitoyens demeure la préoccupation éthique fondamentale soulevée par les

nanotechnologies (Kuiken, 2011; Thompson, 2007). Même des auteurs comme Klein et al. (2007), qui attribuent comme principal enjeu éthique des nanotechnologies les altérations possibles de l'être humain, reconnaissent que la question du dialogue avec la société est des plus importantes. Dans un même ordre d'idée, certains promoteurs des nanotechnologies affirment que la perception publique envers les nanotechnologies constitue le problème numéro un de celles-ci (Curall et al., 2006). Dans les faits, une partie importante de la littérature spécialisée s'intéresse aux perceptions du public en matière de nanotechnologies, notamment à la manière dont l'opinion publique envers celles-ci se forme (Ho et al., 2010) et aux outils qu'on pourrait mettre en place pour favoriser une meilleure communication entre développeurs de nanotechnologies et publics. Batt et al. (2008) livrent une compilation qui donne une idée du nombre d'études et d'articles publiés sur ce sujet.

Plusieurs éléments justifient cette préoccupation pour le dialogue avec la société. Tout d'abord, il est bien documenté que les réactions du public envers une technologie vont avoir une influence déterminante sur la survie de celle-ci (Curall et al., 2006). On peut penser à la capacité du public à rejeter une technologie, comme ce fut le cas pour les OGM en Europe, mais aussi au fait que les politiques en matière de science et de technologies sont grandement influencées par l'opinion publique. Il peut arriver que l'engouement du public pour une technologie engendre une pression pour que celle-ci se répande rapidement, pour ne pas dire « hâtivement » (Sylvester et al., 2009; Cobb et Macoubrie, 2004). Le public deviendrait ainsi la *partie prenante principale* dans le succès ou l'échec d'une technologie, et il en irait de même pour les nanotechnologies (Ackland et al. 2010). Ce n'est d'ailleurs pas d'hier que certains affirment que toute entreprise de régulation des nanotechnologies sera vouée à l'échec si le public en est écarté (Mehta, 2004).

Ensuite, le précédent créé par les OGM et d'autres controverses scientifiques – comme la thalidomide, les chlorofluorocarbures (CFC) et la maladie de la vache folle — ne sont pas étrangers à cet engouement pour les relations publiques en matière de nanotechnologies (Macnaghten et al., 2010). Depuis le débat public houleux soulevé notamment en Europe au sujet des OGM, les chercheurs se montrent plus préoccupés par l'éthique (McGinn, 2008) et du jugement de l'opinion publique envers leurs recherches (Priest, 2006). Plusieurs

redoutent que les nanotechnologies, entourées d'une aura de technologies révolutionnaires inspirant promesses et inquiétudes, deviennent les « prochains OGM » (Ackland et al., 2010; Sheetz et al., 2005). Or, les controverses autour des OGM, comme celles autour de l'énergie nucléaire, sont caractérisées par de nombreux problèmes de communication entre les développeurs de ces technologies et le public (Besley, 2010).

La participation du public est désormais considérée comme un enjeu fondamental de la gouvernance des nanotechnologies (Bostrom et Löfstedt, 2010; Machnaghten et al., 2010; Kjolberg, 2009) et l'on observe de nombreuses discussions sur la manière d'intégrer le citoyen profane en amont du développement des nanotechnologies (Besley, 2010). Celles-ci sont désormais perçues comme l'occasion d'instaurer une nouvelle manière de faire la science, une manière plus « démocratique » (Davies, 2010; Kjolberg, 2009; Kearnes et al., 2006). Cela rappelle Mills et Fledderman (2005) qui voyaient dans la réflexion éthique soulevée par les nanotechnologies l'émergence d'un nouveau paradigme en bioéthique, soit celui de la réflexion éthique anticipée. Une participation du public en amont du développement des nanotechnologies serait sans doute un bon outil pour en arriver à une telle bioéthique « *a priori* ».

Cependant, avoir de bonnes intentions est une chose, en tirer du concret en est une autre. Plusieurs questions se posent : à quel moment du processus scientifique doit-on engager le public? (Kjolberg, 2009; Sylvester et al., 2009) Quelle sorte de lien avec le public recherche-t-on? Éducation? Communication? Dialogue (Sylvester et al., 2009)? Quelle est la situation pour le Canada et le Québec, où l'on observe un cruel manque d'études en la matière? (Davies et al. 2010) C'est ce dont nous allons discuter dans la section suivante.

2.2.6.2 Quel type de dialogue pour les nanotechnologies?

La relation entre développeurs de nanotechnologies et public est envisagée de plusieurs manières d'une publication à l'autre. Tantôt on semble s'intéresser seulement à la manière de « tempérer » l'opinion publique pour éviter un « rejet irrationnel » des nanotechnologies,

tantôt on se demande comment bien « éduquer » le public pour que celui-ci puisse les juger correctement (Bawa et Johnson, 2009; Curall et al., 2006).

On se demande aussi comment bien communiquer les risques incertains des nanotechnologies au public pour renseigner celui-ci sans l'effrayer (Berube, 2009). Toutefois, certains auteurs insistent sur le fait que le public ne se préoccupe pas seulement des risques et de la toxicité des nanotechnologies, mais aussi des autres questions éthiques que celles-ci soulèvent (CEST, 2011; Macnaghten et al., 2010; Priest et al., 2010; Ferrari, 2010; Jones, 2009). Aussi s'intéresse-t-on à la manière d'inclure le public dans le développement même des nanotechnologies, de manière à ce que ces autres questions éthiques soient discutées en amont et que le développement des nanotechnologies soit infléchi en conséquence. Ce qui leur permettrait de se développer harmonieusement, en accord avec les souhaits de la société et sans préoccuper inutilement celle-ci (Kyle et Dodds, 2009; Sylvester et al., 2009).

En fait, l'engagement public est envisagé selon deux écoles de pensée. Une première école, qualifiée de « *pave the way* », envisage la communication comme un outil d'éducation et de sensibilisation du public aux nanotechnologies. Une seconde école, qualifiée de « *upstream management* », s'intéresse plutôt à l'inclusion du public dans le développement des nanotechnologies (Sylvester et al., 2009). La première école s'intéresse beaucoup à ce que le public pense des nanotechnologies alors que la seconde veut inclure celui-ci dans la prise de décision, peu importe le contenu de sa perception. Aucune de ces deux écoles de pensée, toutefois, ne prône un encadrement des nanotechnologies basé sur des perceptions erronées envers celles-ci : elles admettent toutes les deux que pour s'impliquer dans le développement des nanotechnologies, une éducation préalable est nécessaire (Davies et al., 2010; Bawa et Johnson, 2009; Kyle et Dodds, 2009; Sylvester et al., 2009; Bowman et Hodge, 2007; Florczyk et Saha, 2007; Rogers-Hayden et Pidgeon, 2007). Selon Davies et al. (2010) et Sheetz et al. (2005), améliorer les connaissances du public en matière de nanotechnologies est d'ailleurs le premier défi de l'engagement public – le second défi étant d'en faire une réflexion éthique alors que le domaine en est à ses débuts. Certes, une part d'éducation est nécessaire : non seulement toute réflexion éthique

doit se baser sur une bonne description des technologies qui en font l'objet (Sto et al., 2010), mais dans le cas des nanotechnologies, cette nécessité est d'autant plus cruciale que, pour bien des gens, le premier contact avec les nanotechnologies se fait via la télévision et la science-fiction (Sheetz et al., 2005). Une éducation préalable permet de corriger les perceptions erronées envers les nanotechnologies et favorise la réflexion éthique : les gens bien informés au sujet des nanotechnologies se révèlent moins préoccupés par les informations erronées ou fantasques parfois véhiculées par la science-fiction médiatique (Bainbridge, 2002) ou littéraire (Cobb et Macoubrie, 2004).

Cependant, il existe une tension manifeste entre « éducation » et « persuasion », tension qui peut sans doute, aux yeux de certains, rendre suspecte toute initiative de dialogue entre les parties prenantes en matière de nanotechnologies (Horning Priest et Greenhalgh, 2011; Kyle et Dodds, 2009). En effet, si communiquer avec le public pour diffuser de l'information sur les nanotechnologies est un prérequis essentiel pour toute discussion future, il y a un danger que ce qui semble une démarche de prise de décision devienne une simple entreprise de relation publique, donc de persuasion (Horning Priest et Greenhalgh, 2011; Kyle et Dodds, 2009; COMETS, 2006). La dérive est possible, mais sûrement pas inévitable. De plus, éduquer les gens au sujet des nanotechnologies ne les rend pas nécessairement favorables envers celles-ci (Besley, 2010). Commencer par éduquer le public n'équivaut donc pas nécessairement à une campagne de relations publiques ayant pour but l'acceptation pure et simple des nanotechnologies.

En dehors de la tension entre « éducation » et « persuasion » qui surgit au sujet de tout engagement du public dans un éventuel processus de gouvernance des nanotechnologies, plusieurs autres questions pratiques se posent. Comment engager le public et à quelles étapes du développement des nanotechnologies? Et quels acteurs impliquer? En effet, les industriels sont souvent considérés comme des protagonistes qui seraient à écarter du processus parce qu'ils inspirent peu confiance, malgré les initiatives de responsabilité sociale mises en place par leurs entreprises (Mantovani et Porcari, 2010; Sylvester et al., 2009). La même méfiance s'observe pour les gouvernements (Sylvester et al., 2009). La situation semble différente pour les chercheurs : ceux-ci sont incontournables dans tous

processus de dialogue, compte tenu de leur rôle central dans le développement des nanotechnologies (Ackland et al., 2010). Cependant, on leur reproche aussi leur attitude générale envers toute forme de communication avec le reste de la société (Corley et Scheufele, 2010). On leur recommande de revoir leurs interactions avec le public, d'être plus transparents et d'être mieux disposés envers les interactions entre le milieu de la recherche et les autres membres de la société (Dupuy, 2009; Felt et al. 2009; Currall, 2006). Enfin, le « public » lui-même se révèle être un acteur plus complexe et plus difficile à impliquer qu'il n'y paraît : en effet, dans la seule entité collective désignée par ce terme, on retrouve plusieurs catégories d'individus qui ont des attitudes et des connaissances différentes envers la science (Horning Priest et Greenhalgh, 2011; Macnaghten et al., 2010; Wickson et al., 2010). Doit-on chercher à impliquer toutes ces catégories d'individus dans le développement des nanotechnologies? Si non, quelles catégories privilégier?

Plusieurs expériences de consultation publique ont été menées à travers le monde, notamment en Europe, que ce soit pour les nanotechnologies ou d'autres domaines technoscientifiques – par exemple des jurys citoyens où les nanotechnologies ont été évaluées par comparaison avec d'autres technologies (Bostrom et Löfstedt, 2010; Boy et Martin, 2010; Jones, 2008; Bowman et Hodge, 2007). Si ces expériences de consultation ont permis de définir certaines lois dans certains pays, nous sommes actuellement encore loin de structures permanentes capables de procéder à une évaluation continue des nanotechnologies (Davies et al., 2010). L'implication du public en amont du développement des nanotechnologies n'est certes pas une panacée pour tous les problèmes éventuels soulevés par les nanotechnologies, mais elle reste meilleure que l'inaction et serait un outil important pour toute réflexion éthique future sur les nanotechnologies (Bostrom et Löfstedt, 2010; Rogers-Hayden et Pidgeon, 2007).

2.3 Limites des réflexions éthiques

La réflexion éthique anticipée sur les nanotechnologies se heurte à certains obstacles qui la limitent, voire la discréditent. Nous en voyons deux principaux. Le premier est le

« déjà-vu » qui caractérise les réflexions éthiques actuelles sur les nanotechnologies. Le second fait référence aux limites habituelles des évaluations éthiques qui semblent particulièrement évidentes dans le cas des nanotechnologies, entre autres des limites de nature « spatiale » et « temporelle ». Ces obstacles, sans doute liés à la prématurité de cette réflexion éthique, peuvent cependant être transcendés et ne discréditent pas les efforts accomplis pour traiter les questions éthiques associées aux nanotechnologies. Ils peuvent même rappeler l'importance d'accorder une attention particulière à ce domaine technoscientifique.

2.3.1 Prématurité de la réflexion éthique

La réflexion éthique sur les nanotechnologies se déroule dans un contexte très particulier : en effet, les nanotechnologies font l'objet d'une réflexion alors qu'elles sont essentiellement encore à venir. Si l'on prend le cas des OGM en exemple, on se rappellera que la réflexion éthique sur ceux-ci est survenue dans la foulée de leur commercialisation et du débat public qui en a résulté – notamment en Europe où, rapidement, les OGM ont été placés sous moratoire (CEST, 2003). Plus loin dans le passé, on se rappellera que la réussite relative des premières transplantations a aussi été suivie par un moratoire, le temps de maîtriser les rejets immunologiques qui provoquaient l'échec à court terme de ces opérations. Lorsque les transplantations sont devenues courantes, tout un pan de l'éthique médicale a été mobilisé pour réfléchir aux nombreux problèmes que soulevaient ces opérations, notamment les questions relatives au don et à l'allocation des organes (Durand, 2005). Dans ces deux exemples, celui des OGM et celui des transplantations, la réflexion éthique est survenue *a posteriori*, alors que les technologies mises en cause étaient déjà utilisées et avaient soulevé des problèmes concrets (allocation des organes dans les hôpitaux, distribution d'OGM dans le marché alimentaire sans aviser les consommateurs, etc.). Avec les nanotechnologies, nous observons plutôt une réflexion éthique *a priori* : même si beaucoup de nanotechnologies servent déjà à la fabrication de nombreux objets et se retrouvent déjà impliquées dans la fabrication de produits courants (que ce soit des

vêtements, des textiles ou même du dentifrice), on estime en général que l'ensemble de leurs applications ne devrait être mis en marché qu'entre les années 2015 et 2030, voire 2050 et au-delà (Macnaghten et al., 2010; ETP, 2009; Genest et Beauvais, 2009; Mills et Fledderman, 2005; Grundwald, 2005). C'est dire que la réflexion éthique sur les nanotechnologies concerne, en un sens, des applications à venir, voire hypothétiques.

Une réflexion éthique aussi intense sur un champ technoscientifique encore en devenir constitue selon certains auteurs une première dans l'histoire de la bioéthique. Le cas des OGM n'est sans doute pas étranger à ce phénomène. Le parallèle entre les biotechnologies et les nanotechnologies est un lieu commun de la littérature éthique sur le sujet (Friedman et Egolf, 2008), et nombreux sont ceux qui soulignent qu'une absence de réflexion éthique sur les nanotechnologies peut se solder par un débat public mal conduit, un effroi des populations et un rejet global, comme ce fut le cas pour les OGM (Hague Center for Strategic Studies, 2008; Bowman et Hodge, 2007; Jotterand, 2006). Il n'est guère surprenant, dès lors, de voir l'émergence d'une intense réflexion sur les aspects éthiques des nanotechnologies, alors que celles-ci commencent tout juste à nous entourer. Cela constitue un changement par rapport au temps du débat sur les OGM, la réflexion sur les nanotechnologies étant *prospective* plutôt que *rétrospective*. Toutefois, le côté anticipé d'une réflexion éthique peut constituer un sérieux obstacle à celle-ci, comme nous allons le voir tout de suite.

2.3.2 Déjà-vu éthique

Nous avons mentionné qu'il y a deux approches dans la manière d'associer des questions éthiques aux nanotechnologies. La première consiste à voir les domaines où interviendront les nanotechnologies et à énumérer les questions éthiques habituellement associées à ces domaines. La seconde s'intéresse plutôt aux impacts des nanotechnologies dans certains champs de l'éthique elle-même, telles l'éthique de la recherche et l'éthique clinique.

Quand on esquisse une liste des thèmes éthiques que la littérature associe aux nanotechnologies, comme on l'a fait avec le tableau III, on constate que ceux-ci peuvent se résumer par treize thèmes principaux et non exclusifs. Les thèmes énumérés sont associés habituellement à d'autres domaines technologiques plus anciens (Litton, 2007). Les questions de respect de la vie privée et d'optimisation des performances humaines, par exemple, ont déjà été associées à la technologie des implants (Hansson, 2005), et il ne s'agit là que d'un exemple parmi d'autres de similitudes entre les questions éthiques associées aux nanotechnologies et celles associées à d'autres domaines (Meeto, 2009; Spagnolo et Daloso, 2009; Alpert, 2008; Lenk et Biller-Adorno, 2007; Ebbesen et al., 2006). On pourrait penser que la réflexion éthique sur les nanotechnologies ne fait pas émerger de nouveaux thèmes – tout au plus celles-ci exacerbent des questions déjà connues (Pelluchon, 2010) ou posent des questions déjà connues dans un contexte nouveau (Allhoff, 2009). Est-il donc pertinent de poursuivre une telle réflexion?

Ce « déjà-vu » éthique, qui en incite plus d'un à douter de la pertinence de consacrer un champ particulier de l'éthique aux nanotechnologies (Ferrari, 2010; Allhoff, 2007), n'est en fait guère surprenant lorsqu'on prend conscience de ces deux approches. Examiner les impacts des nanotechnologies dans le cadre de l'éthique de la recherche ne peut pas permettre l'émergence de toutes les questions éthiques potentiellement nouvelles puisqu'on évalue les nanotechnologies à l'aide de règles déjà établies, ce qui renforce l'impression de « déjà-vu ». Toutefois, il est possible que les nanotechnologies exigent une adaptation dans la manière d'appliquer certains principes connus, ne soulevant peut-être aucune question éthique nouvelle, mais de nouvelles manières de poser ces questions. Ensuite, les nanotechnologies concernent non pas un objet spécifique (ex. : ADN), mais une *échelle de grandeur* commune à tous les domaines technoscientifiques. De fait, les nanotechnologies ont des applications dans différents domaines qui possèdent déjà leurs propres questions éthiques. Ces questions éthiques déjà cernées rejaillissent donc *de facto* sur les nanotechnologies. Peut-on dès lors s'étonner que les publications sur les questions éthiques associées aux nanotechnologies aient un tel air de « déjà-vu »? Faute d'applications plus concrètes des nanotechnologies en ce moment, nous ne pouvons nous contenter que de ce

que nous rencontrons déjà dans d'autres domaines. Le « déjà-vu éthique » reproché aux nanotechnologies n'a donc rien de surprenant au stade actuel. Plus encore, il témoigne, paradoxalement, du potentiel des nanotechnologies à bouleverser nos sociétés. Le déjà-vu éthique rappelle bien l'omniprésence de celles-ci dans différents domaines et la possibilité qu'elles y provoquent des changements radicaux. Si cela survenait de façon simultanée, il y aurait irruption dans nos existences de plusieurs petites révolutions technologiques provenant de partout à la fois. Le déjà-vu éthique rappelle donc la nécessité de porter attention aux nanotechnologies.

2.3.3 Limites spatio-temporelles

Plusieurs champs de la bioéthique présentent certaines limites, inhérentes aux outils conceptuels qui y sont habituellement employés. Si ces limites n'invalident pas la réflexion éthique sur les nanotechnologies telle qu'elle a été conduite jusqu'à maintenant, il n'en reste pas moins qu'il faut en souligner l'existence. Ces limites nous rappellent seulement qu'il faut éviter de conclure hâtivement que toute évaluation éthique actuelle des nanotechnologies est complète.

Plusieurs domaines de la bioéthique font l'objet de critiques méthodologiques. On leur a reproché, entre autres, de s'appuyer sur des principes qui, contrairement à leur prétention, n'étaient pas universellement reconnus – par exemple, les principes de Beauchamp et Childress (Beauchamp et Childress, 2008). On leur a reproché de s'appuyer sur des valeurs propres à la société libérale et de négliger le contexte socioculturel dans lequel surgissent les problèmes éthiques. Enfin, les valeurs en vigueur dans une société ne sont pas figées : elles évoluent avec le temps. Il est possible que les perceptions envers une technologie ou une intervention médicale changent au fil des ans, avec pour conséquence qu'une évaluation éthique effectuée à une époque donnée n'est pas nécessairement valide quelques années plus tard – on n'a qu'à regarder, par exemple, comment les positions envers l'avortement et la procréation médicalement assistée ont changé au cours des siècles (Durand et al., 2000).

L'examen éthique d'une nouvelle technologie est donc toujours à recommencer pour tenir compte de l'évolution sociale. Remarquons, également, que les champs technoscientifiques évoluent eux aussi : les technologies inoffensives d'une époque peuvent devenir néfastes plus tard et vice-versa. Il est donc important, lorsqu'on procède à l'évaluation éthique d'une technologie, de garder à l'esprit le caractère spatio-temporel de cette évaluation. Cette évaluation est en effet réalisée en un lieu et un moment précis. Sera-t-elle la même dans dix ans? Sera-t-elle la même dans un autre pays? (Cleret de Langavant, 2001)

Ces limites spatio-temporelles rejaillissent-elles sur l'évaluation éthique actuelle des nanotechnologies? C'est ce que laisse croire, selon nous, l'analyse de la littérature accomplie jusqu'à maintenant. Cette analyse ne nous permet pas de voir d'évaluation éthique qui s'appuie essentiellement sur d'autres approches que celles évoquant les valeurs des sociétés libérales. En faisant irruption dans d'autres sociétés, les nanotechnologies seront-elles évaluées de façon différente et des questions nouvelles, que nous ne pouvons anticiper dans notre propre cadre de référence occidental et libéral, pourraient-elles surgir? Cela est fort possible, puisqu'on a déjà constaté l'impact de la diversité culturelle dans l'éthique des nanotechnologies (Hongladarom, 2009; Schummer, 2006).

À ces limites spatiales, nous pouvons ajouter des limites temporelles qui, à notre avis, semblent les plus évidentes. Comme nous l'avons dit, l'évaluation éthique effectuée aujourd'hui sur les nanotechnologies pourrait devenir caduque après l'introduction de celles-ci sur le marché, et en fonction de l'évolution imprévisible de la société. Cela soulève l'importance d'effectuer une *surveillance éthique continue* – un « monitoring », pour emprunter l'expression de Litton (2007) – pour surveiller l'émergence de nouvelles questions plutôt que de conclure tout de suite que tout a été dit sur les nanotechnologies. N'oublions pas, non plus, que les nanotechnologies en sont encore à un stade très précoce de leur développement. Sur le plan scientifique, nous savons qu'elles ont un potentiel révolutionnaire compte tenu de leur omniprésence. Toutefois, il est impossible de prédire toutes les applications qu'elles engendreront et, par conséquent, les questions éthiques éventuelles que soulèveront ces applications (Bawa et Johnson, 2007; Litton, 2007).

D'abord, il est reconnu qu'une technologie soulève de plus en plus de questions éthiques au fur et à mesure qu'elle se répand dans la société et affecte une plus grande partie de la population (Moor, 2005). Les nanotechnologies relèvent, en un sens, d'un domaine encore trop flou pour soulever des questions éthiques spécifiques (Rip et Shelley-Egan, 2010). Les questions éthiques que l'on peut anticiper sont celles liées aux domaines où interviendront les nanotechnologies, et elles restent souvent très spéculatives (van de Poel, 2008; Khushf, 2007; Nordmann, 2007).

L'histoire de l'ingénierie génétique éclaire bien notre propos. Dans la fin du 20^e siècle, l'ingénierie génétique a été l'un des champs technologiques ayant soulevé le plus de questionnements et de débats éthiques, que l'on pense au débat sur les OGM, aux craintes sur l'eugénisme ou aux discussions entourant le clonage de la brebis Dolly. Or, Watson et Crick ont déclaré qu'au moment de publier leur modèle de l'ADN en 1953, personne ne pouvait anticiper toutes les controverses que l'ingénierie génétique soulèverait (Watson et Berry, 2003). Une telle prospective était extrêmement difficile même dans les années 1970, marquées par la conférence d'Asilomar – qui avait pour sujet l'imposition d'un moratoire sur la fabrication de bactéries modifiées génétiquement. Dans le cas des nanotechnologies, il semble tout aussi difficile, au stade actuel, de trancher si celles-ci soulèveront ou non des questions éthiques qui leur seront propres – et encore plus de cerner le contenu de ces questions.

Si les évaluations éthiques actuelles ne peuvent être considérées comme complètes, nous ne pouvons nous en contenter. Nous ne pouvons pas, en effet, avoir la prétention d'avoir épuisé cette question faute de pouvoir faire mieux dans la situation actuelle. Les nanotechnologies, pourtant, réclament une attention éthique particulière (McGinn, 2010a; Allhoff, 2007). Devons-nous attendre l'irruption massive des nanotechnologies sur le marché pour reprendre la réflexion lorsque des problèmes éventuels se présenteront? Est-ce que seule l'éthique rétrospective est envisageable?

2.4 Orientations de recherche dégagées

Actuellement, la réflexion éthique sur les nanotechnologies se heurte à certains obstacles. Devrions-nous alors continuer nos réflexions sur ce sujet? Serait-il mieux d'attendre que les nanotechnologies arrivent massivement sur le marché pour procéder à une évaluation éthique? Ou devrions-nous contrôler le développement des nanotechnologies en appliquant le principe de précaution? Nous pensons que la réponse est non, tant envers la non-action qu'envers une application radicale du principe de précaution, par exemple en appelant un moratoire sur toutes les nanotechnologies. La non-action constituerait un retour à un débat éthique *a posteriori*, approche qui a causé nombre de problèmes dans le passé. L'inaction serait une mesure inefficace depuis que les nanotechnologies représentent un potentiel indéniable de transformation, sans oublier que l'inaction face aux avancées scientifiques s'est souvent révélée plus dommageable que bénéfique. Un moratoire sur les nanotechnologies serait aussi impossible : étant donné l'omniprésence des nanotechnologies dans nombre de champs technoscientifiques, un tel moratoire reviendrait à paralyser l'ensemble de la recherche scientifique, privant des retombées de celle-ci autant notre génération que les générations suivantes (Rip et Shelley-Egan, 2010; Litton, 2007; Mills et Fledderman, 2005). Bien que le principe de précaution ne corresponde pas à une interdiction pure et simple de la recherche, certains lui préfèrent une « approche de précaution ». Contrairement au principe de précaution, au nom duquel on adopte des mesures contraignantes dès qu'un risque associé à une nouvelle technologie surgit, l'approche de précaution se veut beaucoup plus flexible et autorise la poursuite du développement technologique, mais sous haute surveillance, afin d'identifier les risques aussitôt qu'ils se manifestent (CEST, 2006).

Un tel processus de surveillance pourrait, selon nous, être appliqué aux nanotechnologies afin d'appréhender les questions éthiques au fur et à mesure qu'elles surgissent, ou au moins peu de temps avant (Mantovani et Porcari, 2010). Cependant, l'établissement de structures de surveillance, ou d'encadrement éthique, soulève nombre de questions. Comment cette surveillance devrait-elle avoir lieu? Quelles procédures

employer? Quels organismes gouvernementaux employer? Quels acteurs impliquer? Est-ce que les acteurs déjà impliqués en nanotechnologies seront disposés à collaborer? Le public devrait-il être impliqué dans ce processus d'encadrement et si oui, à quel stade du développement des nanotechnologies? Comment le public devrait-il être informé au sujet du développement des nanotechnologies et comment l'information devrait-elle être transmise? Les questions sont nombreuses, et elles méritent des réponses si nous voulons continuer. Or, les réponses à ces questions demandent beaucoup de recherches qui concernent la bioéthique.

Nous pensons que la réflexion éthique sur les nanotechnologies doit se focaliser sur les processus permettant d'identifier les questions éthiques soulevées par les nanotechnologies au fur et à mesure de leur apparition, et ce, en collaboration avec les individus développant des nanotechnologies aussi bien que ceux qui les emploient ou sont affectés par elles. Nous pensons aussi qu'elle devrait se concentrer sur la création de structures permettant le dialogue entre les parties prenantes afin que celles-ci soient présentes au moment où les applications des nanotechnologies commenceront à être présentes dans la vie quotidienne du citoyen.

Certains voient les nanotechnologies comme une occasion de repenser notre manière de pratiquer la bioéthique. Le cas des OGM a été, pour certains, un exemple de réflexion éthique *a posteriori* où les questions soulevées par une technologie ont été mises en lumière après leur entrée sur le marché. Cette manière de procéder a causé plus d'inconvénients que d'avantages et depuis ce temps, on a demandé que les nouvelles technologies fassent l'objet d'une éthique *a priori*. Les nanotechnologies sont considérées comme méritant une attention éthique particulière et, compte tenu de leur stade encore naissant, fournissent une occasion idéale pour mettre en oeuvre un débat éthique *a priori* (Godman, 2008, Bawa et Jonhson, 2007). Il nous semble important, dès lors, de porter les recherches sur les nanotechnologies actuelles non sur la caractérisation des questions éthiques soulevées ou qui seront soulevées par celles-ci, mais sur les *procédures* nécessaires pour évaluer les questions au fur et à mesure de leur apparition et prendre les mesures en conséquence. La réflexion éthique sur les nanotechnologies est importante, essentielle même, mais elle doit,

selon nous, se concentrer autant sur les procédures de l'éthique que sur les questions éthiques elles-mêmes.

2.5 Nanotechnologies et médias

Parmi les questions relatives à la gouvernance des nanotechnologies, celles concernant la communication entre les parties prenantes font l'objet d'une abondante littérature, qu'il s'agisse de la communication des risques, de l'éducation du public ou de l'intégration de ce dernier au développement des nanotechnologies. Les lacunes en communication signalées lors du débat sur les OGM ne sont sans doute pas étrangères à cette préoccupation. Aussi a-t-on observé dans les dernières années l'apparition d'initiatives ponctuelles de dialogue entre développeurs de nanotechnologies et représentants du public, comme les jurys citoyens en Angleterre, des ateliers de discussion aux États-Unis et des cycles de conférences en France (Bowman et Hodge, 2007). Ces initiatives restent cependant ponctuelles et dépendantes de la volonté d'acteurs locaux. Or, un processus de communication continu pourrait contribuer à un encadrement permanent des nanotechnologies. Serait-il possible d'envisager une structure permettant de procéder à un dialogue continu entre développeurs de nanotechnologies?

Parmi les acteurs susceptibles de contribuer à ce dialogue continu, les médias sont souvent cités dans la littérature. Ceux-ci soulèvent des préoccupations bien concrètes chez ceux qui veulent promouvoir les nanotechnologies, mais aussi chez ceux qui réfléchissent à la gouvernance de celles-ci. Nous allons voir pourquoi. Dans un premier temps, nous verrons que les relations entre les médias et la science sont un sujet qui a mobilisé et mobilise encore beaucoup de réflexions. Dans un second temps, nous verrons que cette vaste problématique devient importante dans le cas des nanotechnologies. Nous concluons que les relations entre développeurs de nanotechnologies et médias constituent un sujet pertinent pour une thèse comme celle-ci.

2.5.1 Science et médias : une problématique générale

Avant d'aborder plus spécifiquement les relations entre les médias et les nanotechnologies, quelques remarques sur les relations entre les médias et la science en général s'imposent : en effet, les nanotechnologies peuvent constituer un cas particulier d'une problématique beaucoup plus grande. Historiquement, la relation science-médias a connu plusieurs revirements depuis l'apparition du journalisme scientifique, que certains font remonter en Angleterre à la fin du 19^e siècle, avec les écrits d'H.G. Wells (Rensberger, 2009). Par la suite, le journalisme scientifique a connu d'importants développements, notamment aux États-Unis, où il est passé progressivement d'un rôle de promoteur des sciences à celui de chien de garde, avant de revenir à une certaine neutralité, le journaliste scientifique transmettant l'information de manière critique, mais en évitant de s'impliquer dans les débats dont il traite (Lewenstein, 1992).

Les médias occupent aujourd'hui un rôle important dans le flux d'informations entre les scientifiques et la société : comme plusieurs études l'attestent, les médias, scientifiques ou généraux, constituent la principale source d'informations scientifiques après les études secondaires pour la majorité du public et ce sont eux qui ont le plus d'impacts sur le façonnement des opinions envers la science (Arnaldi, 2008; Caulfield et al., 2007; Castellini et al., 2007; Faber, 2006; Scheufele et Lewenstein, 2005; Nisbet et al., 2002). Aussi n'est-il pas surprenant que plusieurs acteurs, tant dans les milieux scientifiques que médiatiques, s'interrogent sur les relations entre ces deux milieux, les manières d'améliorer ces relations ainsi que les devoirs des acteurs propres à chacun de ces milieux (voir par exemple Dunwoody, 1992). Plusieurs conférences ont lieu régulièrement sur ce sujet (Coombes, 2009) et on peut trouver plusieurs études sur le traitement des nouvelles médicales, avec des suggestions pour améliorer la qualité des informations transmises tout en respectant les contraintes du travail journalistique (Schwitzer, 2008). On retrouve le même genre d'article sur la transmission des nouvelles scientifiques en général, par exemple Resberger (2009) qui recommande aux journalistes d'avoir des antécédents scientifiques plus solides, d'appivoiser les nouveaux types de médias (web, etc.), et qui

recommande aussi aux chercheurs d'améliorer leurs contacts avec le public – une recommandation déjà formulée par certains rapports officiels, comme celui de la Commission des Communautés Européennes (2004). Certains auteurs aimeraient que les journalistes scientifiques aient une fonction semblable à celle des journalistes politiques et s'impliquent plus activement dans les débats scientifiques (Murcot, 2009). Récemment, on a annoncé la création d'un réseau de centres médiatiques sur les sciences pour mieux coordonner la diffusion d'informations scientifiques « de qualité » : ces centres, répartis à travers plusieurs pays, devraient fonctionner selon des principes communs, lesquels sont en cours de définition (Kirby, 2011). Les centres médiatiques spécialisés seraient une initiative intéressante pour donner l'heure juste lors de controverses soulevées par une nouvelle technologie. Certaines initiatives passées ont déjà prouvé leur efficacité, notamment en Angleterre. Ces centres, pour le moment, ont surtout été des outils de communication à sens unique plutôt que des instruments de dialogue, mais ils constitueraient un élément important pour passer du premier au second (Fox, 2009).

Enfin, mentionnons que dans certains domaines scientifiques les relations science-médias sont particulièrement à l'étude. Dans les neurosciences, par exemple, on s'intéresse depuis longue date aux relations entre les médias et les diverses parties prenantes en neurosciences. On s'intéresse également à la manière dont les médias rapportent les avancées en neurologie, qu'il s'agisse de la promotion ou la critique de nouvelles techniques médicales, ou de la manière dont certains concepts sur les réalités neurologiques sont transmis dans la population (Gilbert et Ovadia, 2011; Racine et al., 2010; Illes et al., 2010; Racine et al., 2005). On a pu constater notamment que des médias trop enthousiastes envers une technologie donnée peuvent provoquer la mise en marché précipitée de techniques médicales peu sûres. Ce type d'impact a en effet déjà été observé pour certains médicaments, dont la mise en marché a été accélérée suite à une campagne médiatique très positive (Booth et al. 2007).

2.5.2 Nanotechnologies et médias : une problématique particulière

Comme nous l'avons vu plus haut, le dialogue avec le public constitue un sujet de préoccupation important dans la réflexion éthique sur les nanotechnologies. On perçoit le dialogue non pas comme une panacée, mais un outil important pour en arriver à un développement harmonieux des nanotechnologies.

Les médias constituent un acteur incontournable dans la transmission des informations entre les développeurs des nanotechnologies et le public (Ackland et al., 2010; Berube, 2009; Kjolberg, 2009; European group of ethics, 2009). Ce rôle ne se borne pas à celui d'un simple vecteur d'information, puisque de nombreuses études montrent que ces mêmes médias contribuent beaucoup à façonner les perceptions envers les nanotechnologies (Ho et al., 2010; Gaskell et al., 2005). Aussi n'est-il pas surprenant de voir certains rapports officiels enjoignant le recours aux médias pour aider à établir un meilleur dialogue autour des nanotechnologies (Ho et al., 2010; Nanologue project, 2006). Certains auteurs attribuent même aux chercheurs en nanotechnologies la responsabilité de s'impliquer dans la couverture médiatique des nanotechnologies (McGinn, 2010b). Si les médias sont pointés comme un acteur important, les chercheurs ne sont pas laissés de côté pour autant, puisqu'il leur serait possible, selon certains auteurs, d'améliorer leur propre communication avec le public (Corley et Scheufele, 2010).

Cependant, intégrer les médias aux recherches en nanotechnologies soulève certaines questions. D'une part, il existe déjà une réflexion éthique suscitée par les tensions entre les devoirs des médias (rapporter les faits de façon objective, vérité, etc.) et leurs intérêts personnels (Saint-Jean, 2002). D'autre part, si les médias sont souvent pointés comme un acteur non négligeable du monde des nanotechnologies, c'est parce qu'ils sont susceptibles de communiquer les dernières avancées en la matière, mais aussi de répandre des espoirs ou des peurs exagérés (rêve d'immortalité, transformation de l'être humain en cyborg ou autre posthumain, scénario catastrophe de la « gelée grise », etc.) (Berube, 2009; Florczyk et Saha, 2007; Klein et al., 2007). On peut se demander si les intérêts des médias, des

entreprises, et des chercheurs coïncideront ou entreront en conflit. Certains scientifiques se sont en effet plaints que les médias accordaient parfois peu d'importance à des nouvelles scientifiques importantes parce qu'ils considéraient leur « valeur médiatique » comme nulle (Suzuki, 1997). De plus, quelles sont les perceptions des acteurs impliqués éventuellement dans une telle relation? Si, par exemple, on souhaite que les entreprises en nanotechnologies s'impliquent dans un dialogue avec le public en employant les médias comme intermédiaire, on pourrait craindre que ces industries soient en fait peu intéressées : on leur reproche de ne pas avoir vraiment tiré de leçons des OGM, qu'elles sont plus réfractaires à communiquer avec le public et que leur site web reste essentiellement technique en évitant toute question éthique (Ackland et al. 2010). Les chercheurs eux-mêmes seraient-ils disposés à participer à un tel dialogue via les médias? On a déjà reproché aux chercheurs leur manque d'intérêt pour les échanges avec le public, que ceux-ci ne considèrent pas ces échanges comme faisant partie de leur devoir; une telle vision des choses nuirait à une initiative de dialogue, il faudrait par conséquent d'abord travailler à un changement de mentalité (Bauer et Jensen, 2011; Dupuy, 2009).

Avant de mettre en place des structures où médias, scientifiques et entreprises pourraient interagir avec le public dans le but d'encadrer le développement des nanotechnologies, il est important de préciser les responsabilités de chacun, de voir auprès de ces acteurs si une telle synergie semble souhaitable et si oui, à quelles conditions. Ce genre d'information pourrait être obtenu auprès des acteurs eux-mêmes lors d'une démarche empirique.

2.6 Récapitulatif et questions de recherche

2.6.1 Récapitulatif

Compte tenu de leur omniprésence à travers toutes les disciplines scientifiques, les nanotechnologies possèdent le potentiel de transformer la société. Ce potentiel, ainsi que le

souvenir des débats soulevés par d'autres champs technoscientifiques, comme celui des OGM, a motivé une intense réflexion éthique au sujet des nanotechnologies. Toutefois, si ce débat *a priori* constitue un progrès qui est le bienvenu, il rencontre plusieurs obstacles pouvant soulever des doutes envers son efficacité et, par extension, sa légitimité. La réflexion éthique actuelle sur les nanotechnologies a engendré une répétition de thèmes éthiques déjà associés à d'autres champs scientifiques. L'une des causes de ce déjà-vu, en dehors de l'omniprésence des nanotechnologies dans plusieurs domaines technoscientifiques, est peut-être notre incapacité à anticiper les questions éthiques qui pourraient être soulevées par les nanotechnologies dans le futur. Si nous ne pouvons pas anticiper toutes les applications futures des nanotechnologies, il est d'autant plus difficile d'anticiper les questions éthiques que celles-ci soulèveront. En ce moment, beaucoup d'applications associées aux nanotechnologies sont trop futuristes ou hypothétiques, et il est fort probable que les questions éthiques soulevées aujourd'hui se révèlent non pertinentes dans les prochaines décennies. La réflexion éthique sur les nanotechnologies a été essentielle, mais nous devons reconnaître qu'actuellement nous ne pouvons faire mieux que d'obtenir une répétition de questions éthiques associées à des domaines scientifiques préexistants.

C'est pourquoi, dans l'état actuel des choses, il apparaît important de focaliser la réflexion éthique et les recherches sur la gouvernance des nanotechnologies. Parmi tous les problèmes qui composent cette vaste problématique, nous avons ciblé les questions de communication et de dialogue entre les parties prenantes comme étant primordiales, non seulement à cause de leur forte présence dans la littérature, mais aussi, comme nous le verrons dans le prochain chapitre, parce que le dialogue constitue aussi l'une des préoccupations fondamentales de la bioéthique – en fait, le dialogue peut être considéré comme un instrument fondamental pour conduire les réflexions en bioéthique.

Parmi les questions relatives au dialogue dans le cas des nanotechnologies, nous trouvons pertinentes celles associées au rôle des médias. Les médias constituent en effet un acteur incontournable dans ce processus de communication et il semble difficile de ne pas tenir compte de leur présence dans toute réflexion éthique incluant le public. Il est dès lors

cohérent de se demander si les médias ne pourraient pas jouer un rôle actif dans la réflexion éthique concernant les nanotechnologies. Répondre à ces questions serait très pertinent pour le Québec, cette dernière province possédant une importante infrastructure de recherche et de développement des nanotechnologies (NanoQuébec, 2012a ; NanoQuébec, 2010).

2.6.2 Esquisse des questions de recherche

Se demander si les médias peuvent jouer un rôle important dans la réflexion éthique sur les nanotechnologies soulève instantanément plusieurs questions : quel serait le rôle exact des médias? Quelles seraient leurs responsabilités? Quelles seraient alors les responsabilités des autres acteurs impliqués dans les nanotechnologies? Peut-on imaginer des initiatives concrètes pour mettre en relation tous ces acteurs et le public via les médias? Le dialogue ainsi obtenu peut-il être un « vrai » dialogue à double sens – et nous permettre d’arriver à une sorte de gouvernance en amont des nanotechnologies – ou bien ne peut-il rester qu’une discussion à sens unique? Quoi qu’il en soit, avant de chercher à instaurer des pratiques concrètes, il est important de vérifier au préalable auprès des acteurs concernés. Ceux-ci, en effet, ne semblent pas consultés dans la littérature examinée.

Nous pouvons déjà formuler certaines questions susceptibles de servir comme questions de recherche :

1) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies envers l’idée d’une collaboration entre médias, chercheurs et entreprises pour encadrer le développement des nanotechnologies?

2) Le cas échéant, quelles sont les stratégies à accomplir, selon les acteurs interrogés, pour réussir une telle collaboration?

3) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies et des médias en égard à leurs responsabilités?

Nous allons maintenant voir en quoi le dialogue entre les parties prenantes en matière de nanotechnologies, et plus spécifiquement les liens entre chercheurs en nanotechnologies et médias, constituent un sujet de recherche pertinent pour la bioéthique. Cela nous amènera à définir la vision de la bioéthique adoptée dans cette thèse et en quoi cette même thèse s'inscrit dans le champ de la bioéthique.

3. Considérations théoriques

3.1 Introduction

Avant de poursuivre avec les nanotechnologies, il faut préciser les considérations théoriques qui ont marqué le projet rapporté dans cette thèse. Les projets de recherche en bioéthique chevauchent souvent plusieurs disciplines. S'intéresser aux relations entre les développeurs de nanotechnologies, les médias et le public pourrait engendrer une thèse en communication, mais c'est dans le cadre d'un programme de bioéthique que le présent travail est réalisé. L'un des buts de ce chapitre sera donc de montrer en quoi cette thèse s'inscrit effectivement dans le domaine de la bioéthique et en quoi ses résultats sont pertinents pour la discipline. Outre une telle justification, ce chapitre remplit un autre but encore plus important : il tient à montrer l'esprit dans lequel s'inscrit ce projet de recherche. En effet, la bioéthique constitue une branche très complexe de l'éthique : comme les nanotechnologies, elle est caractérisée par plusieurs définitions, plusieurs approches méthodologiques et plusieurs courants de pensée tantôt complémentaires, tantôt contradictoires. Il est dès lors important de mettre en évidence la vision de la bioéthique qui a inspiré le chercheur et, par conséquent, modelé le projet de recherche.

Pour exposer les considérations théoriques et les articuler à notre projet de recherche, nous procéderons en trois étapes. Dans un premier temps, nous tenterons de définir ce qu'est l'éthique. Dans un deuxième temps, nous détaillerons la vision de la bioéthique du philosophe belge Gilbert Hottois. Si nous nous sommes intéressés à Hottois, c'est entre autres parce que sa vision de la bioéthique s'intéresse beaucoup à l'évolution des technologies et leurs impacts sur la société, et aussi parce qu'elle s'intéresse beaucoup au dialogue entre les parties prenantes – sujet au cœur des réflexions entourant les nanotechnologies. Dans un troisième temps, nous soulignerons les liens entre tous ces éléments théoriques et le projet de recherche.

3.2 Éthique et morale : quelques définitions

Avant de parler de la bioéthique telle que vue par Hottois, il faut préciser ce que nous entendons d'abord par « éthique », le mot étant souvent galvaudé. Ce terme est en fait indissociable du concept de « morale », avec lequel on le superpose ou le distingue, selon les auteurs. Dans *La philosophie éthique*, Michel Métayer propose cette définition dès la première page : « *L'éthique est la branche de la philosophie qui étudie la morale et les phénomènes moraux.* » (Métayer, 2002 : V) Plus loin, il commente : « [...] *l'éthique traite essentiellement de l'action. L'éthique est une réflexion portant sur un aspect fondamental de l'action humaine que nous désignons habituellement par le terme "morale". La morale concerne notre souci de faire la "bonne" action, de prendre la "bonne" décision. Elle fait appel à cette distinction essentielle que font les humains entre le bien et le mal.* » (Métayer, 2002 : 2) Beauchamp et Childress, dans les *Principes de l'éthique biomédicale*, tiennent des propos similaires qu'ils développent ensuite sur plusieurs pages : « *L'éthique est un terme générique qui désigne diverses façons de comprendre et d'examiner la vie morale.* » (Beauchamp et Childress, 2008 : 13-14) Sur la morale, les mêmes auteurs écrivent (Beauchamp et Childress, 2008 : 15) :

Dans son sens le plus courant, la morale se réfère aux normes de la bonne ou de la mauvaise conduite humaine, qui sont si largement partagées qu'elles forment un consensus social stable (bien que généralement incomplet). En tant qu'institution sociale, la morale englobe de nombreux modèles de conduite, incluant les principes moraux, les règles, les droits et les vertus. Nous apprenons tous en grandissant quelles sont les normes et les responsabilités morales de base. Elles nous précèdent et se transmettent de génération en génération. Nous apprenons aussi à distinguer la morale générale valable pour tous des normes qui lient uniquement les membres de groupes spécifiques, tels que les médecins, les infirmières ou les responsables de la santé publique.

De ces définitions se dégage une certaine distinction entre les termes « morale » et « éthique », cette dernière semblant constituer une sorte de discours un peu « supérieur » à la morale en ce sens qu'elle peut étudier la morale, voire la critiquer.

Guy Durand, l'un des pionniers de la bioéthique au Québec, se livre dans son ouvrage *Introduction générale à la bioéthique* à une analyse approfondie des confusions et des divergences entre les deux thèmes. Son analyse du terme « morale » en révèle toute la complexité : « [...] *la morale concerne directement les actes humains, l'agir humain. Globalement elle réfère au bien et au mal, elle concerne "ce qu'il faut faire" par opposition à "ce qui est", à "ce qui se fait".* » (Durand, 2005 : 82) Il souligne par la suite que la morale, si elle prescrit des normes, est aussi un questionnement pour en arriver à ces mêmes normes (Durand, 2005 : 83) :

La morale, en effet, n'est pas un ensemble de tabous, un code de règles arbitraires venues on ne sait d'où, qui s'imposent aveuglément aux êtres humains. Elle est un questionnement sur l'agir, une réflexion sur ce qu'il faut faire, une recherche de ce qui est bien ou juste. On répète souvent que la morale est « la science du bien et du mal ». Avant de suivre des normes, d'obéir à des commandements ou d'intérioriser des valeurs, il importe de les connaître, de les rechercher, de les découvrir. La morale suppose donc un effort de réflexion (exploration, analyse, comparaison, évaluation) et de création (innovation, prospective).

Outre cette recherche, la morale est aussi « *un ensemble organisé, systématisé, hiérarchisé de principes, de règles ou de valeurs.* » (Durand, 2005 : 84) Enfin, elle est aussi une pratique, « *une expérience concrète au fil des jours* » (Durand, 2005 : 85) : que ce soit de manière plus ou moins consciente, nous nous référons continuellement à des valeurs morales pour décider des gestes à adopter dans nos activités quotidiennes.

L'une des raisons de la confusion entre les termes « éthique » et morale » est qu'ils partagent une même étymologie. Comme l'explique Daniel Weinstock sous forme de boutade : « *Ayant introduit le mot « morale » dans le débat, je souhaite répondre à la sempiternelle question de la différence, si différence il y a, entre "éthique" et "morale". Étymologiquement, il n'y en a pas! Les deux désignent le domaine des "mœurs", mais le mot "éthique" vient du grec, alors que "morale" vient du latin.* » (Weinstock, 2006 : 8) En

fait, l'utilisation séparée de ces termes serait un phénomène récent, et même dans ce cas, les philosophes leur attribuent tour à tour les mêmes fonctions opposées (Durand, 2005 : 88) :

D'une manière générale, disons [que ces philosophes] ont tendance à réserver à l'éthique la réflexion sur les questions fondamentales de l'agir humain (fin et sens de la vie humaine, fondement de l'obligation et du devoir, nature du bien et du mal, valeur de la conscience morale, etc.) et à renvoyer la morale à l'application, au concret, à l'action. Ou encore, l'éthique concerne le questionnement, l'ouverture d'esprit; le mot morale renvoie au système fermé de normes.

Dans le monde occidental, dont l'histoire a été marquée par un christianisme sévère, le mot « morale » s'est vu doté d'une connotation un peu négative. « [...] *puisque la morale dominante en Occident a souvent été présentée comme un système de principes immuables et définis de l'extérieur auxquels il fallait obéir, le mot a pris fréquemment un sens conservateur et clos. Plusieurs ont alors emprunté le mot éthique pour désigner une recherche morale nouvelle, ouverte, prospective.* » (Durand, 2005 : 91). Selon ce dernier sens, l'éthique constituerait une réflexion beaucoup plus souple sur l'agir humain, alors que la morale propose un code fermé pour guider cet agir. On peut retrouver des échos de cette vision dans la distinction éthique/morale que donne Guy Bourgeault, éthicien québécois (Bourgeault, 1990 cité par Durand, 2005 : 89) :

Pour ma part, j'entends par *morale* ce qui est système et codification d'exigences régissant la conduite humaine, et je réserve le mot *éthique* pour désigner ce qui, échappant aux systèmes et aux codes tout en y inscrivant parfois les résultats de ses démarches, oriente néanmoins, par ses questions et ses propositions plus que par l'imposition de règles, la conduite humaine.

En d'autres termes, la morale codifie et impose des règles de conduite alors que l'éthique peut réfléchir aux situations qui échappent à la morale, pouvant ensuite inscrire le fruit de ses réflexions dans celles-ci. En un sens, la réflexion éthique peut engendrer de nouvelles normes morales.

Pour conclure, nous donnerons juste quelques éléments tirés des écrits de Weinstock, qui vulgarise très bien le concept d'éthique. Selon lui, « *l'éthique est la discipline qui tente de repérer les principes régissant le vivre-ensemble. [...] l'éthique a trait à ce que nous*

nous devons les uns aux autres. » (Weinstock, 2006 : 15) Comme l'explique Weinstock, cette définition de l'éthique diminue le champ d'application de celle-ci par rapport aux définitions qu'en donnent d'autres philosophes. En effet, elle retire à l'éthique deux types de réflexion souvent appliquée à celle-ci, soit, premièrement, les réflexions sur les finalités de la vie humaine et, deuxièmement, les obligations envers soi-même.

Dans le cadre de cette thèse, nous retiendrons la distinction entre morale et éthique soulignée par Durand : nous considérerons l'éthique comme étant une réflexion plus souple que la morale, capable d'accompagner la prise de décision face à des situations problématiques ou à certains phénomènes qui demandent un encadrement – par exemple face aux nouvelles technologies et à leurs conséquences.

3.3 Quelques éléments de la pensée de Gilbert Hottois

Nous allons maintenant résumer la vision de la bioéthique du philosophe belge Gilbert Hottois. Trois raisons majeures justifient de lui consacrer quelques pages. D'une part, historiquement parlant, les idées de Hottois ont eu une influence sur l'organisation du projet de recherche rapporté dans cette thèse et il est de notre devoir d'explicitier cette influence. Ensuite, Hottois se révèle intéressant pour un projet concernant l'encadrement éthique des nanotechnologies puisque ce philosophe s'est beaucoup intéressé à l'éthique de la technoscience. Enfin, Hottois accorde beaucoup d'importance au pluralisme moral dans les sociétés que nous avons évoqué auparavant et sur les manières d'instaurer un dialogue constructif entre des acteurs qui, bien qu'impliqués ou concernés par les mêmes avancées technoscientifiques, se différencient par leurs horizons. Or, comme nous l'avons discuté dans le second chapitre, le dialogue entre développeurs de nanotechnologies et public est une préoccupation importante de la réflexion éthique sur les nanotechnologies. La vision qu'a Hottois de la bioéthique, combinée aux autres éléments théoriques que nous avons parcourus, permettra d'articuler le projet de cette thèse au champ de la bioéthique.

Pour présenter les éléments de la pensée d'Hottois pertinents dans cette thèse, nous procéderons en deux temps. Nous verrons d'abord quelle est la définition que donne

Hottois de la bioéthique. Ensuite, nous aborderons les recommandations méthodologiques qu'il formule pour celle-ci.

3.3.1 Définition de la bioéthique selon Gilbert Hottois

Pour la *Nouvelle encyclopédie de bioéthique*, Hottois présente cette courte définition en tête de la rubrique « bioéthique » : « *Le mot « bioéthique » désigne un ensemble de recherches, de discours et de pratiques, généralement pluridisciplinaires, ayant pour objet de clarifier ou de résoudre des questions à portée éthique suscitées par l'avancement et l'application des technosciences biomédicales* » (Hottois, 2001a : 124). Dans un ouvrage ultérieur, il reprend et complète cette définition en précisant l'origine des questions bioéthiques (que nous soulignons en gras) (Hottois, 2004 : 22) :

La bioéthique couvre un ensemble de recherches, de discours et de pratiques, généralement pluridisciplinaires et pluralistes, ayant pour objet de clarifier et, si possible, de résoudre des questions à portée éthique suscitées par la [recherche et le développement] biomédicale et biotechnologiques **au sein de sociétés caractérisées à des degrés divers comme étant individualistes, multiculturelles et évolutives.**

Décortiquons ces deux définitions pour mieux structurer la suite de notre analyse :

- 1) La bioéthique est un **ensemble de recherches, de discours et de pratiques**;
- 2) Ces recherches, discours et pratiques sont **multidisciplinaires**;
- 3) Son objet est de clarifier et de résoudre des **questions à portée éthique**;
- 4) Ces questions à portée éthique sont **soulevées par la recherche et le développement technoscientifique**;
- 5) Ce travail s'effectue au sein de **sociétés pluralistes**.

3.3.1.1 Recherches, discours et pratiques

La bioéthique, selon Hottois, est constituée à la fois de discours et de pratiques. *Discours* en ce sens que la bioéthique se caractérise par des monographies, des ouvrages collectifs, des thèses, etc., et *pratique* en ce sens qu'on y retrouve des comités et

des commissions visant à proposer des solutions concrètes à des problèmes éthiques particuliers. Ces deux dimensions sont reliées et souvent les mêmes personnes sont à l'origine des discours et des pratiques. Cela fait dire à Hottois que la « *la bioéthique est pratique discursive et discours pratique* » (Hottois, 2001a : 125).

3.3.1.2 Pluridisciplinarité

Hottois note que la bioéthique n'est pas, au pied de la lettre, une discipline, une science ou une éthique nouvelle. La bioéthique est en fait au carrefour de plusieurs sciences « pures » (médecine et biologie par exemple), des sciences humaines (sociologie, etc.) et d'autres disciplines qu'il classe en dehors des sciences (éthique, droit, philosophie, etc.) (Hottois, 2001a; Hottois, 1990). Cette pluridisciplinarité donne à la bioéthique une très grande complexité, mais elle soulève également plusieurs problèmes méthodologiques, notamment d'ajustement de langage entre intervenants. Les gens issus de divers horizons n'ont pas la même vision des problèmes éthiques étudiés, et ils n'accorderont pas nécessairement à la vision de l'autre le même poids que la leur. Également, cette multidisciplinarité cause des problèmes de communication : comment bien comprendre de quoi l'autre parle, alors que nous n'employons pas les mêmes notions, les mêmes définitions et les mêmes connotations pour un même terme (Hottois, 2001c)? Le passé d'Hottois dans la philosophie du langage le rend sensible à ces problèmes de communication et c'est pour les traiter qu'il a coordonné la rédaction de dictionnaires des termes de bioéthique. Mais à ces dictionnaires s'ajoutent plusieurs recommandations méthodologiques, liées à l'existence de ces problèmes de communication, sur lesquels nous reviendrons plus loin.

3.3.1.3 Clarification et solution : visée éthique descriptive ou normative?

Hottois donne deux fonctions principales à la bioéthique : 1) *clarifier* les problèmes éthiques soulevés par les avancées scientifiques et 2) *aider la prise de décision* dans des cas concrets (Hottois, 2001a). Ces actions de « clarifier » et « d'aider » excluent l'idée de « légiférer ». Or, Hottois établit une nette distinction entre le droit et la bioéthique. Un

comité d'éthique, selon lui, doit « *clarifier une question du point de vue des valeurs et des normes au sein d'une société ou d'un ensemble de nations. Au terme de cette clarification, la question tout à fait spécifique relative à l'utilité ou à la nécessité de légiférer peut être posée* » (Hottois, 2004 : 32-33). La bioéthique et le droit s'articulent donc plus qu'ils ne se recouvrent, et la mission de la première n'est pas tant de trancher les questions éthiques que des les clarifier en vue de proposer des stratégies de solution qui pourraient servir à la seconde. Le droit écrit les lois, mais la bioéthique peut suggérer des éléments à mettre dans celles-ci, sans plus. Ce rejet d'un caractère normatif de la bioéthique rappelle la position de Lucas Sosoe vis-à-vis de l'éthique. Alors que Georges A. Legault, assigne à l'éthique un rôle normatif, Sosoe rejette cette idée, trouvant qu'une seule personne ne peut à la fois se charger de la réflexion éthique et de l'élaboration de normes (Sosoe, 2000).

3.3.1.4 Questions à portée éthique soulevée par la recherche et le développement technoscientifique

Comment déterminer si une question est du ressort de la bioéthique? Hottois pense que le critère à retenir est le thème de celle-ci. Mais alors : quels thèmes relèvent de la bioéthique?

À ce sujet, Hottois remarque que les questions bioéthiques tournent toujours autour de thèmes sources précis, dont il dresse la liste à quelques reprises. L'une de ces listes regroupe ces préoccupations en trois grandes catégories : 1) préoccupations liées à la nature (biodiversité, expérimentation sur les animaux); 2) préoccupations liées aux personnes (expérimentations sur les humains, relation médecin-patient) et 3) préoccupations liées à la société (allocation des ressources, politiques de santé) (Hottois, 2004). Ailleurs, il dresse une liste de sept grands champs thématiques : 1) intervention sur la procréation humaine, 2) intervention dans le patrimoine génétique, 3) interventions sur le vieillissement et la mort, 4) interventions sur le corps humain, 5) manipulation de la personnalité et interventions sur le cerveau humain, 6) expérimentation sur l'être humain et 7) interventions sur les êtres et les milieux vivants non humains (Hottois, 2001a). Hottois note cependant qu'une même question éthique peut chevaucher plusieurs catégories. Également, il remarque que ces

préoccupations peuvent être groupées selon des champs concentriques, le centre étant formé d'un noyau dur (procréation humaine et génétique) et la périphérie étant formées de préoccupations appartenant à la bioéthique, mais sur lesquelles l'attention se focalise moins (ex. : l'expérimentation sur les animaux) (Hottois, 2001a).

Cette idée que le champ de la bioéthique est divisé en plusieurs préoccupations nous conduit à la question suivante : la bioéthique concerne-t-elle exclusivement l'éthique médicale ou s'intéresse-t-elle à la science en entier? Pour répondre à cette question, un rappel historique s'impose : le terme « bioéthique » a été revendiqué par deux auteurs. Le premier, le cancérologue américain Van Rensselaer Potter, donnait au mot une définition très large. Il y incluait des thèmes aussi diversifiés que l'explosion démographique mondiale, la lutte à la pauvreté et l'écologie. Son idée était de faire un pont entre le développement technologique et les humanités, chargées de conduire une réflexion sur l'usage adéquat de la science (Potter, 1972). Le second à revendiquer la paternité du terme, André Hellegers, en limita le champ à celui de l'éthique médicale. Comme Durand le rapporte (Durand, 2005), le fondateur du *Kennedy Institute of Ethics* souhaitait un renouvellement de l'éthique médicale d'alors, et l'emploi d'un terme nouveau comme celui de « bioéthique » semblait fort adéquat. Comme Hellegers fut celui qui lança la bioéthique – dans le sens restreint où il l'entendait – en tant que mouvement social mais aussi institution universitaire, il n'est pas surprenant que les années suivantes aient vu une popularisation de l'emploi du terme « bioéthique » en tant que quasi-synonyme d'éthique médicale.

De son côté, Hottois note le caractère idéologique des deux écoles de pensée représentées par Potter et Hellegers. Personnellement, toutefois, il a opté très tôt pour une vision proche de celle du premier (Hottois, 1990). Pour justifier ce choix, Hottois remarque d'une part comment l'exercice de la bioéthique dans le champ médical s'est peu à peu délocalisé de la médecine pour inclure d'autres disciplines. D'autre part, il constate que la plupart des questions traitées par la bioéthique sortent largement du champ médical et impliquent des gens appartenant à des disciplines très éloignées de la médecine (Hottois, 2004). Pour Hottois, l'éthique médicale reste toujours fort semblable à la déontologie

médicale, laquelle n'est qu'une éthique professionnelle. Or, comme il l'écrit, « *la plupart des questions rencontrées en bioéthique dépassent largement en profondeur et en ampleur les limites d'une profession [la médecine], si prestigieuse fût-elle, tandis que leur complexité implique la participation d'experts de disciplines très différentes ainsi que d'acteurs de la société civile autres que le seul corps médical* » (Hottois, 2001 : 130).

3.3.1.5 Sociétés pluralistes

Nous avons déjà parlé de l'aspect multidisciplinaire de la bioéthique, ainsi que des difficultés soulevées par cette multidisciplinarité. Cette multidisciplinarité reflète aussi le fait que les problèmes en bioéthique surviennent au sein de sociétés pluralistes, aspect auquel Hottois est très sensible depuis ses premières expériences de terrain (Hottois, 1990 : 182-183) :

La pluridisciplinarité de l'approche – qui couvre non seulement diverses sciences naturelles mais encore les sciences humaines, le droit, la théologie et la philosophie – est une exigence de la complexité objective des questions qui se posent. Le pluralisme de l'approche est imposé par la complexité et la diversité des sociétés (de l'Humanité) par lesquelles ces mêmes questions sont posées dans la reconnaissance qu'elles concernent tout homme et que, s'agissant de questions relatives aux valeurs, au sens et aux finalités, aucun individu ni aucun groupe n'ont un monopole légitime de réponse.

Hottois voit même dans le pluralisme des sociétés l'une des origines des problèmes en bioéthique (Hottois, 2001a; Hottois, 2001b), et croit que l'existence de ce pluralisme impose des exigences méthodologiques précises (Hottois, 1990). Ce dernier point nous permet de passer au problème de la méthodologie en bioéthique proprement dite, laquelle, pour Hottois, doit donc dériver du constat du pluralisme à la fois disciplinaire et culturel en bioéthique.

3.3.2 Recommandations méthodologiques

Hottois n'a pas proposé de règles absolues pour trancher les problèmes en bioéthiques, ni même d'approche employant des principes souples – comme celle de Beauchamp et

Childress, par exemple. Rejetant toute métaphysique en bioéthique (Hottois, 1999), Hottois se méfie des règles absolues toutes faites d'avance et recommande que la réflexion en bioéthique soit dynamique. Dans les faits, les sociétés évoluent et la bioéthique doit tenir compte de cette évolution, elle doit donc être en mesure de s'autocritiquer et de se réviser au besoin. Hottois voit aussi dans le pluralisme culturel et disciplinaire une source de « problèmes de communication » qu'il faut gérer, proposant pour ce faire plusieurs stratégies de dialogue (Hottois, 2004; Hottois, 2001c; Hottois, 1999). Le recours au dialogue pour fonder l'éthique n'est évidemment pas l'apanage de Hottois : on peut aussi citer Jürgen Habermas (1991) et, au Québec, Georges A. Legault, bien connu pour son approche dialogique de la bioéthique (Legault et al., 2001).

3.3.2.1 Le problème de la complexité

Hottois a pris connaissance sur le terrain des problèmes de communication liés à la multidisciplinarité à l'intérieur des colloques et des comités de bioéthique. Toujours sur le terrain, il a constaté les difficultés, une fois les problèmes de langage résolus, de concilier les idées des intervenants, lesquels appartiennent à des horizons idéologiques différents. De plus, ces horizons peuvent évoluer à travers le temps. Aussi Hottois formule-t-il deux grandes recommandations méthodologiques de base : premièrement, tenir compte de ce qu'il appelle la « complexité » (Hottois, 2004). Sous ce terme il regroupe ces trois réalités fondamentales de nos sociétés : la pluridisciplinarité, le pluralisme et la multiplicité des intérêts. Ensuite, Hottois recommande tenir compte du fait que les sociétés évoluent (Hottois, 2004; Hottois, 2001c).

D'abord la prise en compte de la complexité. La multidisciplinarité, très observable au sein des comités, soulève trois exigences méthodologiques : 1) que chaque intervenant respecte la méthodologie de sa discipline en présentant bien comment sa discipline voit les choses; 2) que chaque intervenant communique aux autres les apports et les limites de sa discipline, de façon telle que les autres puissent bien les comprendre et 3) tenir compte des controverses à l'intérieur de chaque discipline. Hottois insiste bien sur ce dernier point : à l'intérieur d'une discipline comme la philosophie, par exemple, un problème sera envisagé

différemment selon que le philosophe est un adepte de Kant ou de Mills. Dans ces cas, le philosophe a le devoir de préciser son orientation idéologique et de mentionner qu'un collègue avec une autre orientation aurait une opinion différente. Cette recommandation est valide pour d'autres disciplines que la philosophie, par exemple la psychologie (Hottois, 2004; Hottois, 2001c).

Nos sociétés sont pluralistes, et les diverses communautés qui les composent ne sont pas égales en nombre. Il importe alors, selon Hottois, de donner une voix à toutes ces communautés afin d'avoir un recensement exhaustif des différents points de vue qui existent (Hottois, 2001b; Hottois, 2001c).

Enfin, différents corps sociaux (corps médicaux, syndicats, magistrature, etc.) ont des intérêts propres dans les questions bioéthiques, intérêts pouvant les transformer en groupes de pression. Il est important de prendre conscience de l'existence de tels intérêts (Hottois, 2001c).

Quant à la seconde recommandation méthodologique, Hottois insiste bien sur le fait que les sociétés sont en évolution, les idées courantes changent et de nouvelles possibilités techniques apparaissent continuellement. Cet état de fait implique que la bioéthique doit être constamment réarticulée en fonction des sociétés, qu'elle sera toujours en évolution constante. Le travail des bioéthiciens ne sera donc jamais achevé et toujours à refaire (Hottois, 2004; Hottois, 2001c).

3.3.2.2 Critique des processus de conclusion et des types d'argumentation

En dehors de ses recommandations méthodologiques, Hottois formule plusieurs critiques sur les processus de conclusion et les types d'argumentation qu'on observe lors des délibérations des comités d'éthique. Il affiche une nette préférence pour les conclusions au terme d'un consensus. Le pragmatisme est une attitude pratique, et précieuse si on tient compte du fait que les consensus réels sont souvent difficiles à obtenir. Le vote par la majorité s'attire sa méfiance parce que la majorité n'est pas synonyme nécessairement d'une valeur supérieure – après tout, sommes-nous tentés d'ajouter, Hitler n'a-t-il pas été élu démocratiquement? Quand à l'examen des dissensus, celui-ci peut-être intéressant si on

tente d'analyser et de comprendre les points de désaccords. Toutefois, si on se contente de les énumérer, il s'agit d'une démarche paresseuse et non constructive (Hottois, 2004; Hottois, 2001c).

Quant aux types d'arguments observés dans les discussions sur les sujets bioéthiques, Hottois se montre particulièrement opposé aux arguments ontologiques. Les arguments ontologiques reposent sur l'idée que chaque chose possède sa nature propre, toute action ou modification allant en opposition avec cette nature étant à proscrire. Par exemple, l'être humain se reproduit de façon sexuée par l'union de l'homme et de la femme, c'est comme ça que « la nature les a engendrés ». Toute opération de clonage ou de fécondation *in vitro* et transfert embryonnaire (FIVETE) diverge de ce schéma classique. Pour certains, ces opérations divergentes sont donc contre-nature et à interdire (Hottois, 1999). Les arguments ontologiques intéressent beaucoup de gens étant donné leur force : un acte est jugé par rapport à une loi naturelle ou divine qui a un statut absolu. Toute infraction à une telle loi est donc condamnable. De plus, ce type d'argument est considéré incontestable et a pour effet de clore le débat : ce qui va à l'encontre des lois divines, par exemple, ne peut être que malsain parce qu'opposé à la volonté de Dieu. Comme le dit Hottois, l'argumentation ontologique est une argumentation « *anti-argumentation* » (Hottois, 1999 : 73).

L'idée d'un ordre des choses, d'une règle absolue sur laquelle se fonde l'argumentation ontologique est, selon Hottois, en voie d'obsolescence. Les seules lois de la nature que nous connaissons en effet sont celles mises en évidence par la science... et elles peuvent être sujettes à révision (Hottois, 1999). Hottois constate que l'argumentation ontologique est encore très présente dans les discussions bioéthiques, mais il affirme : « [...] *nous ne pensons pas que l'argumentation ontologique soit pragmatiquement appropriée pour réguler symboliquement (institutionnellement) ou pour justifier (au sens de fonder) la régulation symbolique des sociétés qui s'articulent autour de la [recherche et du développement technoscientifiques]* » (Hottois, 1999 : 77).

Ce rejet de l'ontologie pousse Hottois à prôner une bioéthique agnostique et laïque, dont le travail de réflexion, bien que fondé sur le dialogue, ne doit pas être entravé par des arguments métaphysiques ou religieux (Hottois, 1999).

3.4 Articulation de la thèse avec les considérations théoriques

Ces divers éléments théoriques nous permettent d'associer la recherche rapportée dans cette thèse avec le domaine de la bioéthique plutôt que celui de la communication, du journalisme ou même des nanotechnologies en tant que sciences pures.

Une certaine perception de la bioéthique voit cette dernière comme l'application de principes ou de grilles d'analyse à des problèmes éthiques engendrés par les avancées biomédicales. Cette application de principes ou de grilles aide à décider de ce qu'il est souhaitable ou non de faire. Comme nous venons de le constater avec notre revue des idées de Gilbert Hottois, la bioéthique est beaucoup plus complexe : elle doit tenir compte des différents points de vue qui coexistent dans les sociétés, ainsi que de l'évolution de ces points de vue à travers le temps. La bioéthique ne consiste pas seulement en l'application de grilles d'analyse : elle est aussi un processus dynamique, dialogique.

Or, dans le deuxième chapitre, nous avons vu que le dialogue entre les parties prenantes est considéré comme l'un des aspects les plus importants de la réflexion éthique sur les nanotechnologies. Chercher à cerner les questions éthiques soulevées, ou qui seront soulevées par les nanotechnologies est une entreprise qui se heurte actuellement à plusieurs obstacles. Il semble plus intéressant de réfléchir à une manière de procéder à une évaluation éthique continue des nanotechnologies, au fur et à mesure de leur développement. Or, une évaluation éthique continue ne saurait se passer d'un dialogue entre les parties prenantes (incluant le public), lequel serait un outil formidable pour procéder à un encadrement en amont des nanotechnologies. Un tel encadrement aurait plusieurs avantages : suivi des questions éthiques, orientation des nanotechnologies dans une direction acceptée démocratiquement, mais aussi évitement d'un débat public stérile. Certes, il y aurait sûrement des accroc à un tel processus, qui serait loin d'être une panacée, mais il serait sûrement mieux que l'inaction ou une réflexion éthique *a posteriori*.

Nous pouvons donc conclure que les questions de dialogue entre les parties prenantes (chercheurs, entreprises, médias, public, etc.) en matière de nanotechnologies relèvent donc de la bioéthique, puisque ce dialogue permettrait d'effectuer une réflexion éthique continue sur les nanotechnologies. Cela inscrit bien le sujet de la présente thèse dans le domaine de la bioéthique.

Toutefois, pour en arriver à seulement envisager l'établissement d'un tel processus, il est nécessaire de mieux tâter le terrain. Quels acteurs devraient être impliqués? Que pensent-ils de cette idée? Quels sont les obstacles que nous risquons de rencontrer? Quelles initiatives concrètes peuvent être entreprises? Possédons-nous déjà tous les outils qu'il nous faut ou faut-il en envisager d'autres? Répondre à ces questions nécessaires est la seule manière d'y arriver consiste à procéder à une étude empirique auprès des principaux concernés.

Problématique et questions de recherche : résumé

Introduction

Les trois premiers chapitres de la thèse nous ont permis de procéder à une mise en contexte au sujet des nanotechnologies biomédicales. Dans cette section, nous allons récapituler l'essentiel des informations données au lecteur dans les sections précédentes pour cerner notre problématique et énoncer nos questions de recherches. Cette étape pavera la voie à la démarche empirique utilisée dans la thèse, et dont la méthodologie sera détaillée au chapitre 4.

Problématique

Les nanotechnologies portent en elles la possibilité de modifier radicalement plusieurs champs technologiques. Elles risquent, également, de susciter de profonds changements dans la société. En effet, les nanotechnologies peuvent intervenir dans des champs aussi diversifiés que les textiles, les matériaux de construction, l'électronique, l'énergie et, surtout, le domaine biomédical. Dans ce dernier champ, les nanotechnologies permettraient de fabriquer une foule de dispositifs nanométriques à des fins d'imagerie, de diagnostic, de thérapie, de monitoring médical, de théragnostique, de médecine régénérative, voire améliorative. Les perspectives soulevées suscitent des investissements se chiffrant en milliards de dollars et la majorité des pays industrialisés se sont dotés d'organismes promoteurs, comme la National Nanotechnology Initiative (NNI) aux États-Unis, l'Institut National de Nanotechnologie (INNT) au Canada et NanoQuébec pour le Québec.

Si les nanotechnologies promettent des innovations fort intéressantes et attirent le financement, elles soulèvent toutefois des questions éthiques, notamment sur les risques toxicologiques qu'elles présentent, leur gouvernance, le respect de la vie privée, leur

capacité à modifier radicalement l'être humain, etc. Or, la réflexion éthique entreprise sur les nanotechnologies se heurte à plusieurs obstacles, comme nous l'avons vu au chapitre 2. Peut-on identifier de manière adéquate les questions éthiques que soulève (ou soulèvera) une technologie alors que celle-ci en est encore à un stade relativement précoce? Comme les nanotechnologies sont « habilitantes » et ont des impacts dans plusieurs domaines technoscientifiques ayant déjà leurs propres questions éthiques, peut-on obtenir autre chose qu'une simple répétition de ces questions? De plus, comme les sociétés évoluent moralement, le travail accompli aujourd'hui sera-t-il à réviser entièrement dans les prochaines années? Actuellement, cette réflexion éthique – du moins la partie de cette réflexion qui cherche à identifier les questions soulevées par les nanotechnologies – semble ne rien proposer d'autre qu'une répétition des questions éthiques déjà associées à d'autres domaines. La situation sera peut-être différente dans le futur, quand les nanotechnologies se répandront davantage dans la société, mais actuellement, ce n'est pas le cas.

Cela ne veut pas dire toutefois qu'aucun travail n'est à accomplir. En effet, il n'en reste pas moins que les nanotechnologies soulèvent des questions éthiques et méritent donc qu'on leur accorde une certaine attention. De plus, leur gouvernance constitue un sujet d'intérêt. Comment, en effet, guider le développement des nanotechnologies, compte tenu des nombreuses incertitudes que celles-ci présentent? Comment encadrer les nanotechnologies alors qu'on ignore les problèmes (éthiques ou autres) qu'elles susciteront dans le futur? Quels moyens pouvons-nous mettre en place pour y arriver, et avec quels acteurs? Une approche consisterait à établir un dialogue entre chercheurs, entreprises, publics, etc. Ainsi mis en relation, ces acteurs pourraient décider ensemble de l'orientation à donner aux recherches en nanotechnologies. Un tel dialogue serait utile pour procéder à un encadrement continu, identifier les questions éthiques au fur et à mesure qu'elles se présentent et les traiter rapidement, afin que le développement des nanotechnologies se poursuive de manière harmonieuse, en accord avec les souhaits du public. L'établissement de ce dialogue constitue, selon certains auteurs, le principal défi éthique lancé par les nanotechnologies.

Une telle réflexion trouve un écho dans le domaine de la bioéthique. En effet, plusieurs théoriciens de la discipline soutiennent la prémisse selon laquelle le dialogue constitue un outil efficace pour encadrer le développement technologique. On peut citer notamment Jürgen Habermas, Georges A. Legault et Gilbert Hottois. À ce titre, les travaux effectués pour la réalisation de la présente thèse s'inscrivent sous la pensée de Hottois, comme le lecteur a pu le constater au chapitre 3.

Si l'idée de construire un dialogue autour des nanotechnologies est une idée intéressante, une question évidente se pose : comment y arriver *concrètement*? Comment, par exemple, établir un dialogue avec le public alors que celui-ci est souvent peu au fait des dernières avancées scientifiques – et encore plus dans le domaine des nanotechnologies? Quels acteurs impliquer, puisque certains de ceux-ci (ex. : entreprises et gouvernement) ne jouissent pas auprès du public de la même confiance que d'autres (ex. : chercheurs)? Les chercheurs devraient-ils prendre part directement au processus en plus de leurs activités habituelles?

Certains auteurs ont formulé la suggestion d'utiliser les médias comme intermédiaire entre les développeurs de nanotechnologies (chercheurs et entreprises) et le public, afin d'instaurer un dialogue. Plusieurs raisons motivent cette suggestion. D'abord, si le public doit être consulté dans le développement des nouvelles technologies, il faut reconnaître qu'une grande majorité de la population s'y connaît peu en matière de science – et encore moins en matière de nanotechnologies, que le public évalue souvent à l'aune d'autres technologies. Or, après leur scolarité, la majorité des individus est maintenue au courant des avancées scientifiques via les médias (surtout télévisuels) et non pas via les experts ou la littérature spécialisée. Il semble donc très logique d'employer les médias comme outil de dialogue avec le public. D'ailleurs, la communication par les médias est souvent comprise dans les protocoles de recherche et on peut déjà considérer ceux-ci comme un rouage important pour qu'une entreprise ou un groupe de chercheurs entre en dialogue avec le public. De plus, les médias peuvent aussi bien influencer l'opinion publique que la refléter auprès des décideurs, des scientifiques et des entreprises. Les médias constituent en effet donc un rouage important dans le flux des informations entre développeurs de technologies

et public. Il est tentant, dès lors, de vouloir recourir aux médias pour établir un dialogue avec le public dans une perspective d'encadrement des nanotechnologies. Mais une telle entreprise est-elle souhaitable? Est-elle possible? Comment y arriver? Quels sont les obstacles pouvant en miner l'efficacité? Répondre à ces questions exige des recherches.

Avant de mettre en place des structures où médias, scientifiques et entreprises pourraient interagir avec le public, il est important de préciser les responsabilités de chacun, de voir auprès de ces acteurs si une telle synergie semble souhaitable et si oui, à quelles conditions. Ces informations pourraient être obtenues auprès des acteurs eux-mêmes par d'une démarche empirique.

Objectif et questions de recherche

1) Stratégie de recherche

Avant d'envisager d'établir concrètement une connexion entre les développeurs de nanotechnologies, les médias et le public, nous proposons de **décrire les perceptions de ces acteurs vis-à-vis d'un tel projet**. Connaître ces perceptions est d'importance puisque les acteurs concernés connaissent bien la dynamique de leur milieu et sont capables de juger de la faisabilité d'une telle entreprise. De plus, il est prouvé que si des mesures, politiques ou autres, sont prises dans un domaine quelconque alors qu'elles vont à l'encontre des perceptions des acteurs concernés, le risque d'échec de ces mesures est d'autant plus grand.

Dans le prochain chapitre, nous allons détailler concrètement comment la prise de données nécessaire à une description de ces perceptions sera accomplie. Avant de passer à cette étape, nous devons énoncer notre objectif de recherche et les questions qui en découlent.

2) Objectif de recherche

Décrire les perceptions des chercheurs travaillant sur les nanotechnologies au Québec et des médias québécois envers une collaboration pour mieux encadrer le développement des nanotechnologies, et vérifier la faisabilité et les conditions de faisabilité d'une telle collaboration.

3) Questions de recherche

1) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies envers l'idée d'une collaboration entre médias, chercheurs et entreprises pour encadrer le développement des nanotechnologies?

2) Le cas échéant, quelles sont les stratégies à accomplir, selon les acteurs interrogés, pour réussir une telle collaboration?

3) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies et des médias en égard à leurs responsabilités?

4. Démarche méthodologique

4.1 Introduction

Les chapitres 1 à 3 nous ont permis de cerner une problématique de recherche et de formuler trois questions de recherche. Ces questions vont nous permettre d'identifier la démarche à suivre pour combler les lacunes identifiées dans cette problématique. Comme nous allons le voir dans ce quatrième chapitre, le type d'information requis pour répondre à ces questions oriente le projet de thèse vers une recherche de type qualitatif et descriptif.

Ce quatrième chapitre se divisera en deux parties. La première, plus théorique, aura pour objectif d'exposer en quoi les recherches empiriques sont pertinentes en bioéthique et pour notre thèse, puis de préciser le type de recherche rapportée dans celle-ci. La seconde partie aura pour but d'expliquer les étapes de base d'une recherche qualitative et de montrer comment ces étapes ont été appliquées concrètement à l'intérieur de notre projet de doctorat.

4.2 La recherche en bioéthique : généralités

4.2.1 La recherche empirique en bioéthique : justification

Beaucoup de recherches en bioéthique ont été conduites dans une perspective théorique. On peut se demander, alors, ce que les recherches empiriques peuvent y apporter. La réflexion ne peut-elle pas suffire pour régler les questions étudiées en bioéthique? Pourquoi ne pas limiter la présente thèse à un essai philosophique?

Diverses raisons peuvent être évoquées pour justifier des démarches empiriques en bioéthique. Rappelons, d'abord, que la bioéthique est apparue en réponse à des problèmes concrets soulevés par l'évolution de la technoscience (mise au point des greffes, de la

dialyse, etc.), mais aussi à cause de troubles sociaux (le Procès de Nuremberg, les scandales biomédicaux qui ont secoué les États-Unis dans les années 1950-1960, le Rapport Belmont, etc.) (Durand, 2005).

Ensuite, rappelons ce que nous avons dit quant à la nature de la bioéthique au chapitre 3. D'après Gilbert Hottois, la bioéthique est un ensemble de recherches, de discours et de pratiques pluridisciplinaires s'intéressant à la résolution de questions éthiques soulevées par la recherche et le développement au sein de sociétés pluralistes (Hottois, 2004 : 22 – reformulé par nos soins). Hottois voit dans le pluralisme moral l'une des causes de l'existence même de la bioéthique. En effet, une même avancée technologique soulèvera des questions éthiques différentes – idem pour les *réponses* à ces questions éthiques – selon les différentes communautés morales qui entrent en contact avec elle. Si l'on veut étudier les comportements à adopter face à une nouvelle technologie, une connaissance de ce pluralisme moral est nécessaire. Sans cette connaissance, le travail du bioéthicien deviendrait une entreprise « autistique » et les recommandations issues de ce travail pourraient devenir inapplicables, à la fois parce qu'inappropriées et rejetées par les membres de la société (Solomon, 2005). Or, la connaissance des communautés morales ne peut s'obtenir que si on effectue auprès de celles-ci un travail empirique. La réflexion en bioéthique ne peut se passer d'une telle connaissance si elle veut rester connectée aux réalités sociales et aux problèmes concrets soulevés par la technoscience. Elle ne peut donc se passer de recherches empiriques.

Dans le cadre de notre projet de doctorat, une recherche empirique est inévitable. En effet, comme nous l'avons exposé dans les chapitres précédents, plusieurs recommandations ont été formulées quant aux relations entre les développeurs de nanotechnologies, les médias et le public. L'étude de ces relations dans le but d'en arriver à un encadrement des nanotechnologies est très pertinente pour la bioéthique. Toutefois, il y a une différence entre *formuler* des recommandations et en arriver *concrètement* à un encadrement des nanotechnologies. Il est important de vérifier auprès des acteurs concernés (développeurs de nanotechnologies, gens des médias, etc.) si de telles recommandations ont du sens, quels sont les obstacles avec lesquels il faudrait composer et, de là, proposer des

recommandations plus adéquates, en accord avec la réalité. Pour cette raison, une démarche empirique est pertinente dans le cadre de la présente thèse.

4.2.2 Notre thèse : une démarche qualitative

Les recherches qualitatives constituent une branche des recherches en sciences sociales. Elles reposent sur le paradigme interprétatif (ou naturaliste), qui envisage l'être humain d'une manière holistique. Pour comprendre l'expérience humaine, selon ce paradigme, il faut s'intéresser aux humains dans leur globalité, par exemple en tenant compte de leurs perceptions, de leur histoire personnelle, etc., puisque le contexte dans lequel une personne vit influence sa vision des choses, ses choix, son comportement ainsi que sa manière d'influencer la société (Fortin, 2010; Lessard-Hébert et al., 1996). Par exemple, si l'on cherche à comprendre ce qu'est la souffrance, on tiendra compte du fait que l'expérience de la souffrance (sa définition, etc.) variera d'une personne à l'autre, puisque les expériences de vie d'une personne à l'autre en la matière seront très variables – sans oublier que ces expériences seront très différentes pour une même personne en fonction des différentes étapes de sa vie (Fortin, 2010).

Les démarches qualitatives sont souvent employées quand il est question de cerner les perceptions ou les expériences des gens envers un phénomène quelconque. Pour y arriver, ces démarches vont souvent se concentrer sur les mots, le récit que les acteurs rencontrés vont faire de ces phénomènes, et sur l'analyse rigoureuse de ces récits. On obtient ces derniers, par exemple, au moyen de rencontres avec les acteurs concernés. L'analyse de l'information obtenue engendre des rapports qui contiennent essentiellement des mots et très peu de statistiques ou de chiffres. Les recherches qualitatives sont donc essentiellement descriptives et servent à cerner le sens ou la signification d'un phénomène pour l'individu qui le vit (Fortin, 2010; Deslauriers et Kérisit, 1997; Pires, 1997; Van der Maren, 1996; Lessard-Hébert et al., 1996).

C'est exactement à ce type de recherche que correspond le projet rapporté dans cette thèse. Si nous revenons un instant sur les questions de recherche, nous pourrions constater que notre projet de thèse a pour objectif de cerner les perceptions des acteurs en

nanotechnologies et des médias par rapport aux recommandations qu'on retrouve dans une certaine littérature quant aux relations entre sciences et médias. Ces perceptions sont inconnues, surtout au Québec : pour les cerner, il faudra aller recueillir auprès des acteurs concernés leurs opinions et leurs expériences en la matière et décrire celle-ci. Le présent projet de recherche s'inscrira donc dans la grande catégorie des recherches dites *qualitatives*.

4.3 Aspects méthodologiques concrets

Maintenant que nous avons justifié une démarche empirique pour notre projet de thèse et que nous avons explicité que cette démarche serait qualitative et descriptive, nous pouvons présenter les étapes concrètes qui ont été suivies pour réaliser notre recherche. Plutôt que d'expliquer les étapes d'une recherche qualitative pour ensuite relater comment ces étapes ont été appliquées au cours de notre projet, nous procéderons de manière simultanée. Nous verrons les grandes étapes de réalisation d'un projet de recherche qualitative, et immédiatement, pour chacune d'entre elles, nous verrons ce qui a été accompli concrètement dans le cadre de notre projet. Nous croyons que cette approche facilitera la compréhension de nos choix méthodologiques.

Bien qu'il soit possible de décomposer une démarche qualitative et descriptive en une infinité de sous-étapes, nous la découperons ici en six rubriques principales : 1) choix des méthodes de collecte de données; 2) échantillonnage; 3) collecte des données; 4) codage des données; 5) analyse des données et 6) rigueur de l'analyse.

4.3.1 Choix des méthodes

4.3.1.1 Éléments théoriques

Les recherches qualitatives examinent souvent un matériel *écrit*. Ce matériel peut consister en des publications (articles de journaux, etc.) qui n'ont pas été suscitées par le

chercheur et qui sont antérieures à la recherche. Ce matériel peut, également, avoir été *provoqué* par le chercheur, lorsque, par exemple, celui-ci va interviewer les acteurs d'un milieu à l'étude, enregistrer et transcrire ses entretiens. C'est cette transcription qui sera analysée de manière scientifique lors du codage des données (Allard-Poesi, 2003; Van der Maren, 1996).

4.3.1.2 Application concrète au projet de thèse

Si nous revenons un instant aux questions de recherche, nous pouvons constater d'une part que notre projet de thèse vise à *décrire* les perceptions des acteurs impliqués en nanotechnologies. Ce projet de recherche possède aussi une dimension exploratoire, dans la mesure où il n'existe aucune information sur les perceptions des journalistes québécois envers les nanotechnologies. Puisque notre projet de recherche est descriptif et exploratoire, nous privilégierons donc des méthodes de collectes de donnée souples : il s'agit d'aller chercher une information auprès des acteurs rencontrés tout en ayant le souci de ne pas limiter cette information à nos éventuelles préconceptions. La méthode qui nous a semblé la plus appropriée est celle de l'entretien semi-dirigé : celle-ci permet, en peu de temps, d'obtenir beaucoup d'informations sur les perceptions des répondants tout en évitant de trop éparpiller le contenu des entrevues (Demers, 2003; Van der Maren, 1996).

4.3.2 Échantillonnage

4.3.2.1 Éléments théoriques

La question de l'échantillonnage est au cœur des cours de méthodologie : comment, en effet, obtenir des informations applicables à toute une population à partir d'un sous-groupe d'individus choisi au sein de cette même population? Comment extrapoler les caractéristiques du particulier vers le général?

Il en va autrement pour les démarches qualitatives. Dans celles-ci en effet, on vise plutôt la *description approfondie d'un échantillon restreint*. Le principal critère employé

pour déterminer que la taille d'un échantillon est suffisante est celui dit de « saturation » : on conduit des entrevues (par exemple) jusqu'à ce qu'on estime que plus aucune nouvelle information n'apparaît (Fortin, 2010; Rose, 2001; Pires, 1997).

Comment peut-on déclarer « scientifique » une recherche ne reposant que sur 10 répondants au minimum? Tout est en fait une question d'objectifs. Le but d'une recherche qualitative n'est pas la généralisation à une population entière, mais la description d'un petit groupe. Dans ce cas, un petit échantillonnage est acceptable. Prenons le problème sous un autre angle : si nous voulons effectuer une démarche plus « quantitative » – par exemple, connaître l'opinion de tous les chercheurs en nanotechnologies au Québec – un sondage avec choix de réponses, échelles de valeurs, etc. serait approprié. Un tel sondage serait envoyé à un échantillon plus large et représentatif de la population à l'étude. Cependant, si nous voulons *réussir à seulement construire le questionnaire employé dans ce sondage*, il faut avoir une idée de ce qu'il faut mettre dedans : quelles sont les perceptions possibles que l'on pourra retrouver dans la population étudiée, quels choix de réponse mettre, etc. Connaître ce genre d'information implique d'avoir procédé au préalable à une démarche qualitative sur un petit échantillon. La démarche qualitative est donc souvent un préalable à une démarche de plus grande envergure. La première permet de réaliser la seconde, et la seconde permet de confirmer ou de modifier les conclusions surgies lors de la première. Cela nous montre que les deux types de recherche – qualitatif et quantitatif – sont complémentaires (Fortin, 2010; Rose, 2001).

4.3.2.2 Application concrète au projet de thèse

Étant donné la nature qualitative de notre recherche, un petit échantillonnage des acteurs, avec l'adoption du point de saturation comme critère pour arrêter la réalisation des entrevues, a été retenu pour le présent projet de thèse. Compte tenu des questions de recherche, ce projet s'est intéressé à deux types d'acteurs : les chercheurs en nanotechnologies et les journalistes. Dans un premier temps, la rencontre de gens travaillant pour des entreprises a été envisagée, mais cette catégorie d'acteurs a été écartée. En effet, suite à l'examen des banques de données et à la prise de renseignements auprès de

personnes qualifiées, il s'est avéré peu probable d'obtenir un nombre de répondants suffisants pour cette catégorie. Nous avons donc décidé de restreindre les acteurs en nanotechnologies aux chercheurs impliqués dans les recherches ayant une facette biomédicale. D'après la littérature, ce sont essentiellement les recherches en nanotechnologies avec un volet biomédical qui semble susciter le plus de questions éthiques. Pour sélectionner les répondants, nous avons utilisé les banques de données du site web de NanoQuébec³ qui faisaient la recension des chercheurs en nanotechnologies au Québec. Un examen de ces banques nous a livré cinquante-neuf (59) répondants potentiels – ce qui nous a prouvé qu'une démarche qualitative avec ces chercheurs était réalisable dans la mesure où sur cinquante-neuf (59) répondants potentiels, on pouvait s'attendre à ce qu'au moins dix d'entre eux acceptent de participer à notre enquête. Nous avons sollicité tous les répondants, d'abord par courriel avec une lettre officielle puis par téléphone. Il nous a ensuite été possible de réaliser vingt (20) entretiens, les autres répondants ayant refusé (15), n'ayant pu être rejoints (15), étant absents au moment de l'enquête (7) ou ayant tout simplement déménagé (2). Un point de saturation a été atteint avant les vingt entrevues, mais nous avons continué pour nous assurer de l'avoir effectivement atteint.

La sélection des journalistes a été plus délicate. D'une part, il était difficile de recenser des journalistes spécialistes en nanotechnologies : une enquête rapide dans les journaux et les revues nous a vite montré que les nanotechnologies ne semblaient être qu'un sujet parmi tant d'autres pour les journalistes. Nous avons décidé de limiter notre échantillonnage aux journalistes scientifiques, donc susceptibles d'avoir une opinion sur les nanotechnologies, mais aussi sur les relations générales entre les sciences et les médias. Le site web de l'Association des communicateurs scientifiques du Québec (ACS) (ACS, 2012) s'est révélé un outil utile pour cibler et contacter des candidats potentiels : ce site, comme celui de NanoQuébec, fournissait des bottins accessibles au public. Nous avons veillé à obtenir la collaboration des journalistes appartenant à divers types de médias (télévision, revue, journaux, radio, web, etc.). Seize (16) répondants potentiels ont été contactés. Deux (2) ont

³ Pour l'adresse actuelle du site web de NanoQuébec, voir la référence NanoQuébec, 2012, dans la bibliographie. Le site ayant été modifié depuis la réalisation de cette recherche, les listes de répondants potentiels employée pour nos travaux ne sont plus accessible aujourd'hui.

refusé par manque de temps, un (1) a refusé sous prétexte qu'il ne connaissait rien aux nanotechnologies, quatre (4) n'ont donné aucune réponse mais dix (10) ont accepté spontanément. Nous avons interviewé ces dix répondants en personne ou par téléphone, le point de saturation ayant été atteint bien avant. Avec les journalistes, nous avons aussi procédé par échantillonnage « boule-de-neige » (Fortin, 2010), demandant aux répondants de nous suggérer des noms d'autres journalistes susceptibles de répondre à nos questions. Les noms suggérés figuraient tous dans le bottin de l'ACS.

4.3.3 Collecte des données

La collecte des données s'est effectuée de novembre 2009 à juin 2010. Sur les 20 chercheurs ayant accepté de participer à notre enquête, dix-sept (17) ont été interviewés par téléphone, deux (2) lors d'une rencontre en direct et l'un (1) d'eux a préféré répondre par écrit, en annotant la grille d'entretien que nous lui avons transmis à sa demande. De leur côté, les journalistes ont été plus faciles à recruter. Sur dix (10) répondants, six (6) d'entre eux ont été interviewés par téléphone et quatre (4) ont préféré une rencontre en personne.

Les entretiens ont tous été enregistrés, transférés sur support informatique et transcrits à l'aide d'un logiciel de transcription. Bien que quelques entrevues (dont les entrevues anglophones) ont été transcrites par des professionnelles, la majorité des entrevues ont été transcrites par le chercheur. Ce sont les transcriptions (fichiers .doc) de ces entrevues qui ont pu être employées lors du codage des données et leur analyse subséquente.

4.3.4 Codage des données

Examiner des données qualitatives est un processus complexe. Dans la présente section, nous allons exposer le codage des données qualitatives en vue de leur analyse. Notre objectif est de montrer qu'il est possible d'analyser des transcriptions d'entrevues d'une manière assez rigoureuse pour en tirer des informations sans se laisser biaiser par nos *a priori*.

4.3.4.1 Éléments théoriques

L'analyse des transcriptions de plusieurs entrevues ne peut se limiter à la simple lecture de celles-ci. Non seulement le cerveau humain saturerait et deviendrait incapable de repérer les fragments de texte utiles, mais il ne pourrait à lui seul jongler avec toutes ces informations. Aussi emploie-t-on la technique du codage, à l'aide d'un logiciel spécialisé, pour découper les entrevues et en extraire les informations susceptibles de répondre à nos questions de recherche. Le codage peut être résumé par les grandes étapes suivantes (Allard-Poesi, 2003; Miles et Huberman, 2003) :

- 1) Lecture attentive des entrevues par le chercheur;
- 2) Repérage, au fur et à mesure de cette lecture, des segments d'informations pertinents pour répondre à nos questions de recherche;
- 3) Assignation à chacun de ces segments, au moyen d'un logiciel spécialisé, d'un code permettant de classer ce segment dans des catégories prédéterminées.

Par exemple, si nous voulons dresser une liste des questions éthiques que les répondants associent aux nanotechnologies, nous pourrions lire nos entrevues et, chaque fois que nous repérons un passage traitant de questions éthiques, lui associer un code du genre « ÉTHIQUE-NANOS ». À la fin du codage, nous pouvons programmer le logiciel d'analyse pour extraire tous les passages avec ce code, et ce pour toutes les entrevues. Il sera possible, en lisant ce matériel restreint, de faire une liste des différentes questions éthiques associées aux nanotechnologies à travers toutes les entrevues. Il devient alors plus facile de voir si les questions éthiques identifiées se résument à quelques catégories conceptuelles, si on retrouve tel ou tel type de ces catégories chez une sorte de répondant en particulier, etc. Plusieurs analyses sont possibles, tout dépendant des questions ayant guidé la recherche.

Il existe trois grands types de codage. D'abord le **codage ouvert** : il s'agit d'un codage où le chercheur lit les entrevues et crée la liste de codes (ou « grille de codage ») au fur et à mesure pour ensuite analyser les entrevues. Ce genre de codage se rencontre dans les recherches exploratoires où le chercheur va analyser le matériel en quête d'un phénomène à mettre en évidence. Ensuite, nous avons le **codage fermé** : il s'agit d'un codage où le chercheur analyse les entrevues à l'aide d'une grille de codage préétablie qui ne sera pas modifiée en cours de route. Dans ce type de recherche, on analyse les entrevues en quête d'un phénomène déjà bien cerné par la littérature. Par exemple, on pourrait lire des entrevues pour vérifier comment les répondants réagissent au stress engendré par l'imposition d'une politique quelconque. Comme le stress et ses manifestations sont un phénomène déjà bien décrit, il serait envisageable de créer une liste de codes incluant les diverses manifestations associées au stress et susceptibles d'être mentionnées par les répondants (ex. : SUEURS, PERTES D'APPÉTIT, etc.). Un chercheur n'aurait qu'à appliquer cette grille fermée pour mettre en évidence l'état de stress chez les répondants. Enfin, nous avons le **codage mixte** : il arrive dans certaines recherches descriptives ou exploratoires que le chercheur possède des *a priori* ou des éléments d'information qu'il souhaite repérer dans le matériel à l'étude – tout en voulant se garder une certaine souplesse si jamais le matériel étudié présente des informations inédites. Le codage mixte est tout à fait indiqué dans ces situations : il consiste à commencer l'analyse des entrevues avec une grille préétablie que le chercheur va rajuster en cours de route, en fonction des nouveaux éléments mis en évidence ou seulement pour clarifier sa grille. Une fois qu'une version définitive de la grille est établie, cette version est employée pour analyser toutes les entrevues, comme s'il s'agissait d'un codage fermé. Les approches varient un peu d'un ouvrage de méthodologie à un autre, mais en règle générale on conseille de coder avec notre grille préliminaire une certaine quantité d'entrevues (par exemple : 10 % de nos entrevues), de rectifier la grille, de procéder à l'analyse des 90 % restants des entrevues et, à la fin, de recoder le premier 10 % (qui a servi à établir la grille finale). On s'assure ainsi d'avoir un outil d'analyse standardisé pour analyser l'ensemble de nos entrevues (Miles et Huberman, 2003; Van der Maren, 1996).

Signalons qu'il existe plusieurs divergences sur la manière de coder les entrevues. Certains chercheurs préconisent le codage et l'analyse des entrevues en même temps que la collecte des données, alors que d'autres préconisent le codage des entrevues à la toute fin, une fois que le matériel est récolté, pour ne pas biaiser la collecte de données (Miles et Huberman, 2003; Allard-Poesi, 2003). Pour notre part, nous avons choisi d'analyser les données seulement après la collecte pour éviter d'induire un biais lors de la réalisation des entrevues.

4.3.4.2 Application concrète au projet de thèse

Le projet de thèse étant exploratoire et descriptif, un codage fermé était d'emblée exclu. Il en allait de même pour un codage ouvert : en effet, en lisant les entrevues, nous cherchions un certain type d'information, à savoir les perceptions des acteurs par rapport aux sujets mentionnés dans les premiers chapitres (nanotechnologies, questions éthiques associées à celle-ci, perceptions envers les recommandations sur les médias, etc.). Nous avions donc un certain *a priori* sur la nature des informations que nous pouvions recueillir. Nous avons eu toutefois le souci de garder la grille assez ouverte pour inclure les informations inattendues susceptibles d'apparaître en cours d'analyse et pertinentes pour répondre à nos questions de recherche. Une grille de codage mixte a donc semblé beaucoup plus adéquate pour notre thèse.

À partir de notre grille d'entretien et de nos questions de recherche, nous avons esquissé une première grille de codage que nous avons testée sur quatre entrevues, deux entrevues de chercheurs et deux de journalistes, choisies au hasard. Ce premier codage nous a permis de réviser la liste de codes, d'améliorer la définition de certains d'entre eux et d'en ajouter de nouveaux. Une fois la grille révisée, nous avons pu procéder au codage des entrevues restantes. À la fin du processus, nous avons codé les quatre entrevues qui ont servi lors de la mise au point initial de la grille. Tout le codage a été effectué avec le logiciel QDAminer.

Après un premier codage, nous avons mis de côté ce travail pendant une période de trois semaines pour procéder à ce qu'on appelle le « contrecodage », afin de valider notre

première analyse. Nous reviendrons dans une rubrique ultérieure à ce contrecodage, ainsi qu'à la question de la scientificité d'une analyse de données qualitatives.

4.3.5 Analyse des données

Une fois les entrevues décortiquées et segmentées à l'aide de QDAminer, se pose la question de savoir quoi faire avec ces segments. Selon le type de recherche qualitative accomplie, il est possible d'effectuer une grande variété d'analyse. Il est possible de comparer des codes entre eux, de faire des matrices, etc. Nous renvoyons le lecteur à la littérature spécialisée pour avoir une idée des différentes sortes d'analyse qu'on peut accomplir (Allard-Poesi, 2003; Miles et Huberman, 2003; Van der Maren, 1996). Ici, nous ne ferons qu'explicitement la procédure qui a été suivie dans le cadre de notre projet de thèse.

Nous avons commencé par sélectionner les codes qui semblaient les plus pertinents pour répondre à nos questions de recherche, suivant le conseil de Miles et Huberman (2003). Nous avons ensuite imprimé tous les segments d'entrevues associés à ces codes sur support papier. Il nous a donc été possible d'examiner ces segments en dehors du contexte de leurs entrevues et de les regrouper par thèmes. Le fait d'imprimer ces segments sur support papier a permis d'en souligner les passages les plus importants et de noter, en marge, les thèmes et les idées qui y étaient exprimées. Le fait de lire des segments détachés de leurs entrevues d'origine a permis une meilleure identification des thèmes abordés dans les entrevues.

Pour faciliter l'analyse, des fiches d'analyse ont été rédigées pour chaque code. D'une longueur de quelques pages, chaque fiche a permis de résumer et de commenter l'information mise en évidence par chaque code. Les commentaires ont permis ensuite de rédiger des rapports d'analyse permettant d'effectuer la synthèse des informations recueillies. Ces rapports ont permis la rédaction de la section « résultats », qui occupe le cinquième chapitre de cette thèse. La rédaction de ces rapports a permis de prendre une certaine distance d'avec le matériel analysé ainsi que de présenter à des tiers un résumé

pouvant être soumis au commentaire et de rectifier notre propre interprétation des données au besoin.

4.3.6 Rigueur de l'analyse : processus de vérification

4.3.6.1 Éléments théoriques

Comment valider le savoir obtenu par une démarche qualitative? Comment assurer une certaine scientificité aux fruits de la démarche accomplie dans cette thèse?

Dans une démarche quantitative, la scientificité et l'objectivité sont acquises en diminuant au maximum la subjectivité du chercheur – notamment par le recours aux tests statistiques, à des instruments de mesure, à des échantillonnages larges et randomisés, etc. Dans les démarches qualitatives, l'atteinte de l'objectivité est rendue difficile par le fait que le chercheur constitue lui-même l'un des instruments d'analyse (Van der Maren, 1996). Même si le chercheur s'aide de logiciels de codage, il n'en reste pas moins que l'essentiel de l'analyse repose sur lui-même, puisque c'est lui qui va lire les entrevues, les coder, extraire les informations, regrouper et classer celles-ci, établir des liens, etc. Comment donc limiter au maximum l'influence des biais potentiels du chercheur sur l'interprétation des données?

Les démarches qualitatives vont préconiser non pas *d'éliminer* la subjectivité, mais plutôt de *l'explicitier*. Pour s'assurer de la justesse d'une analyse qualitative, plusieurs stratégies concrètes peuvent être employées. Celles-ci reposent néanmoins sur le principe qu'en confrontant les différentes subjectivités, on en arrive à une forme d'objectivité. Le chercheur peut, par exemple, confronter son interprétation des données aux interprétations d'autres chercheurs ayant étudié les mêmes données, répéter la collecte et l'analyse des données à l'aide d'un autre instrument de collecte, aller chercher des informations auprès d'une autre source, etc. On appelle ce genre de confrontation (entre subjectivités, sources d'informations, méthodes, etc.) une « triangulation » (Fortin, 2010; Lessard-Hébert, 1996; Van der Maren, 1996).

4.3.6.2 Application concrète au projet de thèse

Comme ce projet de thèse ne s'inscrivait pas dans les travaux d'une équipe de recherche à laquelle nous appartenions, il nous a été difficile de confronter nos idées avec celles d'un collègue qui se serait penché sur nos données. Il a toutefois été possible de discuter de nos idées avec notre directrice de recherche, ainsi que notre codirecteur, sans oublier, bien sûr, les autres étudiants qui ont participé aux mêmes séminaires que nous. Une stratégie intéressante pour vérifier nos analyses aurait été de livrer nos conclusions à quelques-uns de nos répondants pour recueillir leurs impressions et les incorporer à cette thèse. Malheureusement, la durée de l'analyse et des délais serrés pour déposer la thèse ne nous ont pas permis de procéder à ce genre de vérification.

Il existe globalement deux approches pour vérifier la justesse de notre codage : premièrement, on peut employer deux codeurs qui vont traiter les mêmes entrevues avec la même grille; il suffit ensuite de calculer le taux d'accord ou désaccord. Deuxièmement, dans le cas où un chercheur ne peut avoir de contrecodeur, on peut coder les entrevues, les laisser reposer deux ou trois semaines, puis coder à nouveau un petit échantillonnage de nos entrevues. La comparaison entre le premier codage et le second permet de calculer un taux d'accord. Normalement, on juge qu'un taux d'accord situé entre 80 et 90 % indique un codage assez rigoureux (Provalis Research, 2012; Allard-Poesi, 2003; Van der Maren, 1996). Dans le cas de cette thèse, nous avons employé la seconde méthode. Après avoir complété un premier codage, nous avons laissé reposer les entrevues pendant trois semaines – en prenant soin de nous consacrer à d'autres activités pour « oublier » notre grille de codage – et nous avons procédé à un nouveau codage sur six (6) entrevues choisies au hasard. Nous avons obtenu un taux de concordance de 86 % entre le premier et le deuxième codage.

Pour ce qui est de l'extrapolation des informations recueillies dans les entrevues à une population entière, cette démarche est difficilement réalisable dans le cadre d'un projet de recherche qualitatif, descriptif et exploratoire. Cette validité externe serait vérifiable au moyen d'une nouvelle recherche, quantitative, qui aurait pour objectif de vérifier si les

conclusions de la présente étude peuvent s'observer lorsqu'on élargit l'échantillonnage. Nous reviendrons sur ces questions à la discussion qui occupe le chapitre 7, lorsque nous consacrerons une rubrique à la portée de la thèse et aux pistes de recherches futures.

5. Résultats

5.1 Introduction

Accomplir la démarche décrite au chapitre 4 a conduit à l'accumulation d'un matériel important, soit une trentaine de transcriptions d'entrevues, totalisant quelques centaines de pages. Même après codage, le matériel restant s'est révélé abondant, sans doute suffisant pour alimenter une autre thèse ou, à tout le moins, nous aiguiller vers de nouvelles recherches. Pour procéder à une analyse plus ciblée des extraits codés, nous sommes revenus aux questions de recherches afin de cibler les codes les plus pertinents pour répondre à ces questions. Nous avons concentré l'analyse des données en priorité sur les extraits associés à ces codes, puis sur des extraits supplémentaires dont l'examen s'est révélé pertinent au fur et à mesure que la démarche progressait.

Dans le présent chapitre, nous présenterons ce qui ressort du matériel examiné. Comme nous sommes partis des questions de recherches pour filtrer le contenu codé des transcriptions, nous commencerons par un rappel de ces questions. Le reste de ce chapitre sera ensuite composé de deux sections majeures. La première s'intéressera aux perceptions des acteurs rencontrés envers les questions éthiques associées aux nanotechnologies, ainsi qu'à leurs responsabilités en la matière. La seconde section s'intéressera plus précisément aux perceptions des répondants envers l'idée d'une collaboration plus étroite entre les développeurs de nanotechnologies et les médias pour mieux encadrer celles-ci ou guider d'éventuels débats publics. Outre les perceptions générales envers cette recommandation, nous nous pencherons sur les suggestions d'initiatives concrètes formulées par les répondants, ainsi que sur les différents canaux médiatiques envisageables pour de telles initiatives.

5.2 Rappel des questions de recherche

Les trois questions qui ont guidé la cueillette des données et le processus de codage sont les suivantes :

1) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies envers l'idée d'une collaboration entre médias, chercheurs et entreprises pour encadrer le développement des nanotechnologies?

2) Le cas échéant, quelles sont les stratégies à accomplir, selon les acteurs interrogés, pour réussir une telle collaboration?

3) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies et des médias en égard à leurs responsabilités?

5.3 Dérroulement de l'analyse

Nous avons d'abord examiné les extraits codés concernant les perceptions générales des répondants envers l'idée d'une collaboration entre chercheurs et médias. Cette première étape nous a conduit ensuite à nous intéresser aux différentes initiatives concrètes que l'on pourrait envisager pour instaurer une telle collaboration. Cela nous a conduit évidemment à nous interroger sur les responsabilités que chercheurs et journalistes auraient à assumer dans de telles initiatives, ainsi que sur les canaux (télévision, journaux, etc.) qui pourraient être employés. Dans la foulée de l'analyse, nous avons constaté que nous devions aller plus loin et voir quelles étaient les perceptions des répondants envers les nanotechnologies elles-mêmes et les questions éthiques soulevées par celles-ci – nous voulions voir en effet si certaines de ces perceptions peuvent expliquer ce que nous avons observé en amont.

Pour présenter les résultats obtenus, nous suivrons cependant un ordre différent. Nous allons d'abord voir ce que les répondants disent des nanotechnologies et des questions

éthiques qui leur sont associées. Nous aborderons ensuite les responsabilités des acteurs vus par eux-mêmes, avant d'aborder la question de leurs perceptions générales envers l'idée d'une collaboration entre chercheurs et médias. Nous concluons ce chapitre avec les initiatives concrètes et les canaux que nous pourrions employer pour mettre en place une telle collaboration.

5.4 Les nanotechnologies définies par les acteurs

5.4.1 Définition par les chercheurs

Seulement deux répondants [C3; C20] emploient la distinction « nanosciences » vs « nanotechnologie » montrée au chapitre 1. Tous les autres répondants emploient le mot « nanotechnologies » pour désigner celles-ci. Certains chercheurs soulignent d'emblée les difficultés liées à la définition des nanotechnologies [C7; C16] et, de là, les difficultés que cela suscite pour en cerner les aspects éthiques ou légaux [C6; C19]. Quant à savoir si les nanotechnologies constituent une nouveauté sur le plan scientifique ou simplement la continuité de domaines scientifiques préexistants, on rencontre surtout la seconde opinion chez les chercheurs. Plusieurs d'entre eux, en effet, ont affirmé qu'ils faisaient déjà des nanotechnologies avant que le terme se répande [C3; C6; C7; C9; C10; C16], alors qu'un répondant se montre explicitement sceptique face à cette affirmation, sans préciser pourquoi [C1]. Un chercheur résume de manière intéressante ce paradoxe : si, selon lui, les nanotechnologies constituent une continuité sur le plan de *l'échelle de grandeur* (c.-à-d. après le contrôle de la matière à l'échelle millimétrique on est passé au niveau micrométrique puis nanométrique) sur le plan *conceptuel* elles constituent une rupture, puisqu'on emploie un nouveau terme pour les définir, soit le préfixe « nano » [C7]. Enfin, un autre répondant [C6] est en désaccord avec l'affirmation générale que les applications des nanotechnologies sont encore à venir : pour lui, les nanotechnologies sont déjà autour de nous. Cette position est contraire à celle affichée par un autre chercheur [C1].

Si on s'attarde sur les critères évoqués par les chercheurs pour définir les nanotechnologies (Tableau IV)⁴, on retrouve deux critères qui semblent plus importants que les autres :

- **L'échelle de grandeur** à laquelle l'homme opère, soit celle du nanomètre. C'est évidemment sans surprise que nous rencontrons ce critère. On observe toutefois une grande variabilité dans la manière de chiffrer les limites de cette échelle. Certains chercheurs disent de 1 à 100 nm [C5; C6; C11], un autre parle de 1 nm à 1micron [C13], alors qu'un troisième [C9] évoque l'existence d'une zone floue : de 1 à 100 nm on se situe au niveau nanométrique, de 100 à 200 nm cela dépend, et au-delà de 200 nm on ne travaille plus à l'échelle adéquate pour parler de nanotechnologies. Un chercheur parle même d'une échelle inférieure à un micron [C14]. Un dernier répondant, enfin, s'est contenté de parler « d'infiniment petit » sans donner de chiffres [C2].
- À l'échelle de grandeur, les chercheurs ajoutent un second critère qui semble déterminant pour trancher si une technologie quelconque relève ou non des nanotechnologies, soit **l'exploitation de propriétés nouvelles qu'acquiert la matière à cette échelle**. Beaucoup de chercheurs insistent particulièrement sur ce critère [C10; C11; C12; C13; C16; C17; C18]. Par exemple : une feuille d'un matériau de 1000mX1000mX1nm qui n'exploite l'apparition d'aucune nouvelle propriété physique ou chimique ne peut être considérée comme un nanomatériau. Dans le cas inverse, on pourra le considérer comme un nanomatériau [C3; C11].

À ces deux critères qui semblent fondamentaux, on peut en rattacher d'autres, plus variables. Un chercheur insiste sur le fait que les nanotechnologies résultent d'une **création volontaire** par l'humain [C10], d'un acte délibéré dans un but précis. Ce critère permet de différencier les nanotechnologies actuelles d'opérations plus classiques que certains

⁴ Les tableaux des résultats sont regroupés à la fin du chapitre 5.

considèrent comme de la « nanotechnologie avant l’heure », par exemple l’emploi de nanoparticules dans les vitraux médiévaux. À ce critère de « création volontaire et obéissant à un but prédéterminé » on peut associer celui de **l’utilité** : certains répondants insistent sur le fait que les nanotechnologies leur permettent d’atteindre des buts *pratiques*. S’ils trouvent amusantes des opérations comme la construction atome par atome des lettres « IBM » effectuée par Donald M. Eigler ou la fabrication de nano-objets (ex. : nanoguitare), ils considèrent ces mêmes réalisations frivoles et peu représentatives de leur travail. [C1; C15].

Un répondant [C4] mentionne qu’une nanotechnologie doit impliquer la création de molécules ou de structures **inédites**, qui n’existaient pas auparavant dans la nature. Un autre répondant insiste sur l’approche « **bottom-up** » comme critère décisif [C1; C6], ce qui implique que les nanotechnologies exploitant l’approche top-down – comme l’électronique actuelle – ne sont pas des nanotechnologies. Fait intéressant, certains répondants font la distinction entre les *produits* des nanotechnologies et les *procédés* employés par les nanotechnologies, formulant des opinions opposées. En effet, pour l’un des répondants [C20], une nanotechnologie est un *produit* : une bicyclette fabriquée par un procédé employant des nanoproduits mais qui ne contient pas elle-même de nanoproduits ne peut être considérée comme une nanotechnologie. À l’inverse, un autre répondant [C16] a tendance à inclure dans les nanotechnologies les procédés de fabrication qui emploient à l’une ou l’autre de leurs étapes des nanoparticules, même si le produit final généré par ce procédé n’en contient pas.

Enfin, plusieurs répondants mentionnent le côté « buzzword » des nanotechnologies, le préfixe « nano » n’étant qu’un mot vague, un argument de marketing sous lequel on peut inscrire différentes recherches pour avoir des subventions [C3; C8; C11; C14; C16; C19; C20]. Beaucoup de chercheurs exagéreraient les descriptions de leurs recherches pour les inscrire sous ce domaine et bénéficier de financement. Deux répondants [C16; C17] mentionnent même leur malaise face aux groupes faisant la promotion des nanotechnologies, en demandant : « Combien de gens dans [ces] organisations font vraiment de la nanotechnologie? » [C16] Certains perçoivent même les gens de ces

organisations comme appartenant à des sortes de « clubs privés ». Ces clubs se seraient organisés pour profiter des subventions accordées suite à l’engouement envers les nanotechnologies [C17].

Autre point intéressant : beaucoup de chercheurs ne considèrent pas que les nanotechnologies constituent la totalité de leurs recherches (y compris des chercheurs connus essentiellement à cause de leur association avec ce domaine). Ils considèrent celles-ci comme un **complément de leurs recherches**, ou **un outil qui leur sert à atteindre d’autres buts** — par exemple le traitement du cancer [C12; C14]. Les nanotechnologies constituent donc un moyen, un outil pour manipuler le monde moléculaire, et non une fin en soi [C18].

Dernier point intéressant, qui n’est pas sans lien avec le précédent : dans l’ouvrage de Céline Lafontaine sur la définition des nanotechnologies (Lafontaine, 2010), il est mentionné par plusieurs répondants que la vision « révolutionnaire » des nanotechnologies se rencontrerait surtout chez les ingénieurs et les physiciens. Un de nos répondants [C6] a formulé une observation semblable en fin d’entrevue.

5.4.2 Définition par les journalistes

Chez les journalistes rencontrés, deux répondants ont donné une définition plutôt vague des nanotechnologies, expliquant par la suite qu’ils s’étaient peu penchés sur le sujet. Le premier répondant parle en effet des nanotechnologies comme étant « quelque chose de minuscule aux applications nébuleuses » [J1], le second employant l’expression « toutes petites affaires » [J3]. Les autres journalistes toutefois, surtout ceux qui ont déjà traité de ce sujet, fournissent des définitions élaborées, y incluant des concepts et des nuances semblables à celles qu’on retrouve dans les définitions données par les chercheurs. Si aucun journaliste ne mentionne une échelle de grandeur précise (ex. : 1-100 nm), trois d’entre eux mentionnent explicitement que les nanotechnologies exploitent **les propriétés particulières de la matière qui surgissent à cette échelle de grandeur** [J7; J9; J10], et un autre insiste sur l’aspect **fabrication par l’homme** [J6]. Un autre répondant définit les

nanotechnologies comme étant l'activité de « manipuler les atomes un par un pour leur donner une fonction différente, obtenir un produit différent qui n'existait pas dans la nature » [J7] — sans préciser toutefois si cette construction « atome par atome » est à comprendre dans le sens de « bottom-up » ou dans un sens plus « Drexlerien ». On peut constater ici que les notions de **propriétés émergentes** et de **fabrication volontaire** qu'on retrouve chez les chercheurs semblent se retrouver chez les journalistes. Ces mêmes journalistes se montrent aussi assez critiques envers le concept de nanotechnologies. L'un d'entre eux considère que les nanotechnologies constituent un **buzzword**, un terme parapluie sous lequel on regroupe des recherches qui « se feraient, de toute façon » [J9]. Un autre journaliste mentionne que, quand on lit un article sur les nanotechnologies, on touche à tout ce qui se fait en sciences, mais qu'avec un regard critique on se doute que toutes les applications escomptées ne progresseront pas à la même vitesse [J7]. Pour une compilation des définitions données par les journalistes, on pourra se référer au tableau IV.

Fait intéressant, deux journalistes n'ont pas l'impression que les nanotechnologies constituent un débat actuel [J8; J9]. Ils comprennent que les scientifiques en discutent, mais, pour eux, les nanotechnologies ne sont qu'un sujet parmi tant d'autres dans tout ce que la recherche scientifique produit annuellement. L'engouement pour les nanotechnologies n'est peut-être pas aussi justifié que les promoteurs de celles-ci le laissent croire. Cette remarque rejoint la perception d'un chercheur qui mentionne qu'en dehors de la littérature savante, les nanotechnologies sont absentes de la scène publique (dans les médias, etc.) [C4].

5.5 L'éthique des nanotechnologies selon les acteurs

La littérature sur les nanotechnologies associe plusieurs aspects éthiques et sociaux à celles-ci : toxicité, transhumanisme, vie privée, etc. Nous avons donc demandé aux répondants s'ils attribuaient eux-mêmes de tels aspects aux nanotechnologies et, le cas échéant, lesquels. Leurs réponses sont résumées à la section 5.5.1. et dans le tableau V. Lorsque les répondants avaient eux-mêmes fait le tour de la question, nous leur avons, au

besoin, demandé leur avis sur certains aspects éthiques mentionnés dans la littérature et qu'eux n'avaient pas abordés. Leurs réponses sont résumées à la section 5.5.2.

5.5.1 L'éthique vue par les chercheurs

Tout d'abord, la majorité des chercheurs mentionnent spontanément la **toxicité humaine** [C4; C5; C8; C10; C12; C13; C14; C16; C18; C20] et la **toxicité environnementale** [C6; C8; C9; C13; C16] comme étant les problèmes majeurs soulevés par les nanotechnologies. Même s'il souligne l'importance d'explorer ces aspects des nanotechnologies (surtout la toxicité des nanoparticules), un répondant [C17] se montre confiant dans les capacités des systèmes actuels de gérer la question : la FDA aux USA ou Santé Canada ici semblent assez compétents pour évaluer la toxicité des nanoproducts et trancher en conséquence.

Sur un autre plan, certains chercheurs semblent considérer que les nanotechnologies n'apportent pas de problèmes nouveaux ou différents des technologies préexistantes (**équivalence des questions éthiques ou sociales**) [C1; C4; C5; C5; C18]. Dans un même ordre d'idée, certains répondants [C3; C8; C11; C13; C15] croient que l'évaluation éthique des nanotechnologies ne devrait pas se faire pour l'ensemble de celles-ci, mais plutôt au **cas par cas**. Comme certains chercheurs le remarquent en prenant l'exemple des nanoparticules, ce n'est pas parce qu'une nanoparticule donnée se révélera toxique qu'il faudra condamner la fabrication et l'utilisation de toutes les nanoparticules [C11; C13]. *Idem* si, au lieu de « nanoparticules », on parle plus « d'applications technologiques ». Un répondant [C3] précise que les nanotechnologies regroupent tellement d'applications différentes qu'il est illusoire de demander à quelqu'un de parler des aspects éthiques associés à celles-ci sans auparavant vérifier ce que le répondant a en tête quand on lui dit le mot « nanotechnologies ». Avec les OGM en effet, tout le monde avait le même objet en tête. Avec les nanotechnologies, la situation est différente : d'un répondant à l'autre, la vision des nanotechnologies ne sera pas la même et il en ira de même pour les aspects éthiques associés à celles-ci.

Outre la toxicité, l'équivalence et le cas par cas, les répondants évoquent d'autres aspects éthiques intéressants. Nous pouvons signaler ici le **sensationnalisme** (tant chez les médias que chez les scientifiques, qui ont tendance, souvent, à exagérer les bienfaits des nanotechnologies) [C10; C14]; le **parallèle avec le développement de l'énergie nucléaire** [C13]; le **dialogue** entre les parties prenantes [C7; C20]; les **analogies** [C7; C20] et les **dis-analogies** [C8] entre les nanotechnologies et les OGM, les **problèmes pour accorder les normes en matière de nanotechnologies d'un pays à l'autre** [C19]; les questions associées à **l'éthique clinique** (si un clinicien-chercheur doit employer des nanoproduits avec un patient et qu'il doit lui expliquer de quoi il s'agit) [C10] et le **côté marketing** des nanotechnologies, les nanotechnologies étant parfois récupérées par des entreprises pour des produits sans lien avec celles-ci, par exemple pour le « nano-ipod » [C7] ou même pour des produits homéopathiques [C8]. On peut aussi ajouter « **l'effet parapluie** » ou « **ricochet** » : le terme « nanotechnologies » constitue en effet un terme « parapluie » sous lequel on regroupe une grande diversité de technologies et de domaines scientifiques. Or, il est possible, si une seule de ces technologies se révèle néfaste, que l'opprobre jaillisse aussi sur les autres, par « ricochet » [C9]. On peut penser ici à la manière dont le débat sur les OGM avait aussi jeté l'opprobre sur tout ce qui concernait la génétique de près ou de loin.

Enfin, un répondant [C16] souligne les **limites temporelles** de la réflexion actuelle sur les nanotechnologies. Comme cette réflexion est anticipée, il s'interroge sur la pertinence de la faire dès maintenant avec autant d'intensité puisque, dans quelques années, lorsque les « vraies nanotechnologies » débarqueront dans nos existences, ce travail sera de toute manière à refaire.

5.5.2 Les « autres » questions éthiques vues par les chercheurs

Aucun des chercheurs rencontrés n'a mentionné spontanément les interrogations portant sur des applications plus « futuristes » des nanotechnologies. Aucune allusion n'est faite au transhumanisme, à la transformation graduelle de l'humain par l'emploi de nanotechnologies ou de nouvelles technologies, alors que chez certains auteurs ces

questions sont considérées comme étant au cœur de la réflexion éthique. Pour obtenir les impressions des répondants sur ces aspects, il a fallu les mentionner nous-mêmes.

L'attitude des chercheurs envers ces questions s'est révélée très variée. Nous serions tentés de les résumer par un spectre très simple. D'un côté, deux chercheurs trouvent que réfléchir aux questions éthiques soulevées par les applications « futuristes » ou hypothétiques des nanotechnologies constitue une perte de temps [C10; C11]. L'un d'eux a même manifesté une certaine colère envers ce qu'il appelle « l'aspect *Star Trek* des nanotechnologies » [C10]. D'autres pensent que les discussions sur les applications futuristes des nanotechnologies ne font que reprendre des discussions déjà convenues au sujet des biomatériaux dans les années 1970 [C10] ou avec les cellules souches [C14; C15]. À l'opposé, six répondants trouvent cette réflexion importante [C11; C12; C16; C18; C19; C20]. L'un de ces répondants [C16] pense même que nous sommes proches des applications des nanotechnologies qui sont dignes de la meilleure science-fiction; un autre affirme par ailleurs que « tout ce qui peut arriver va arriver » [C12]. Dans l'ensemble, ce sous-groupe de répondants pense que si les applications futuristes des nanotechnologies ne doivent pas focaliser tous les efforts de réflexion éthique sur elles (parce qu'il existe des problèmes plus importants à gérer à court terme, comme la toxicité), ils ne trouvent pas ce travail inutile. En effet, lorsque de telles applications se matérialiseront (ou *si elles* se matérialisent) la société pourra utiliser ces réflexions encore hypothétiques aujourd'hui pour amorcer un examen éthique plus concret [C11; C16; C19; C20]. L'un des répondants apporte une nuance intéressante : si, selon lui, réfléchir aux applications futuristes des nanotechnologies ne doit pas mobiliser toute l'énergie des bioéthiciens et autres, il faut quand même le faire puisque l'imaginaire science-fictionnel est une réalité culturelle à laquelle bien des gens se réfèrent quand ils entendent parler de nanotechnologies [C19]. Ce même répondant affirme d'ailleurs que toutes les discussions éthiques sur les aspects futuristes des nanotechnologies, le transhumanisme, etc. ont déjà été traitées dans de nombreuses œuvres de science-fiction, citant notamment celles de l'auteur polonais Stanislam Lem.

Entre le pôle des « réfractaires » et le centre de ce spectre, on peut classer un répondant [C15] sceptique envers ce genre de réflexion dans la mesure où la technologie des implants ne lui semble pas, scientifiquement parlant, apte à réaliser les prouesses qu'on lui prête. Ce même répondant considère cependant que des réflexions similaires sur d'autres sujets sont nécessaires, et il n'hésite pas à utiliser la science-fiction comme outil de vulgarisation.

5.5.3 L'éthique vue par les journalistes

Les journalistes rencontrés ont associé globalement les mêmes thèmes éthiques aux nanotechnologies que les chercheurs (tableau V). Ils parlent aussi de **toxicité** [J6; J7; J9; J10] et de **sensationnalisme** [J6], un répondant disant qu'il faut éviter de semer inutilement la panique. Fait intéressant, l'un des journalistes [J10] mentionne **l'allocation des ressources**, se demandant si des recherches vont priver de leur financement d'autres recherches légitimes juste parce qu'on les inscrit sous le label « nanotechnologies ». On évoque aussi des enjeux comme le **flou entre le curatif et le préventif** [J10] (des enjeux qu'on retrouve en génomique et en médecine personnalisée) et les **problèmes liés au côté « anticipé des nanotechnologies »** [J3; J7], qui entravent la réflexion éthique, mais aussi la compréhension des gens envers ce domaine. Enfin, un journaliste [J7] **critique l'association conceptuelle fréquente entre les nanotechnologies et les OGM** — ce qui rejoint la « dis-analogie » mentionnée plus haut au sujet des chercheurs. Bien qu'à l'origine de la motivation des chercheurs à procéder tout de suite à l'examen éthique des nanotechnologies, cette association, selon le répondant, n'a pas vraiment lieu d'être compte tenu des différences entre les deux domaines. Ce même répondant déclare que les scénarios catastrophes associés aux OGM, comme celui de l'écophagie globale (*Grey goo*), ne constituent pas une question éthique sérieuse.

Il est intéressant de constater ici que des thèmes comme l'allocation des ressources et le flou entre le curatif et le préventif aient été mentionnés chez les journalistes, mais non chez les chercheurs.

5.6 Responsabilités des acteurs

Dans un premier temps, nous traiterons des responsabilités des chercheurs vues par les chercheurs eux-mêmes, puis par les journalistes. Nous traiterons ensuite des responsabilités des journalistes vues par les journalistes eux-mêmes, puis par les chercheurs. Dans chaque cas, nous décrirons les responsabilités en fonction 1) de leur objet, 2) des moyens pouvant être mis en place pour l'exercer et 3) de la capacité des acteurs à exercer ou non leurs responsabilités. Cette façon de décomposer le concept de « responsabilité » en composantes plus simples (objets, moyens, capacité, etc.) est inspirée de notre participation antérieure à un projet de recherche sur la responsabilité sociale des entreprises de bio-ingénierie et par l'article de Richard (2006) sur le concept de responsabilité.

5.6.1 Responsabilités des chercheurs

Le lecteur pourra trouver un récapitulatif au sujet des responsabilités des chercheurs dans le tableau VI.

5.6.1.1 Objets des responsabilités selon les chercheurs

Tout comme certains chercheurs n'attribuent pas de questions éthiques particulières aux nanotechnologies, comparativement à d'autres domaines scientifiques, trois des chercheurs interrogés ne voient **pas de responsabilités différentes pour les scientifiques impliqués en nanotechnologies** [C1; C11, C20]. Les répondants insistent beaucoup sur les responsabilités de base de tous les chercheurs, soit un **devoir de sécurité** (au niveau de la toxicité humaine et environnementale) [C4; C5; C6; C10; C14; C16] et un **respect envers l'intégrité scientifique** (dans la réalisation des expériences, la transmission des informations, la formation des assistants, etc.) [C3; C6; C10; C11; C14].

Outre ces deux responsabilités fondamentales, les chercheurs interrogés insistent aussi sur deux autres responsabilités, soit 1) penser aux **aspects « externes »** de leurs recherches (aspects sociaux, éthiques, etc.) [C6; C7; C11; C12; C14] et de s'impliquer dans les débats

au besoin [C8; C20]; ensuite 2) de respecter un certain **devoir d'information** (participer à des activités de vulgarisation, etc.) [C2; C4; C11; C12; C20].

5.6.1.2 Objets des responsabilités selon les journalistes

L'un des journalistes interrogés attribue d'abord aux chercheurs la responsabilité de **faire la science de manière rigoureuse et transparente** [J10]. Ensuite, un autre répondant [J9] attribue aux chercheurs un certain **devoir de réflexion externe** (tenir une réflexion éthique sur les nanotechnologies par exemple, s'assurer de l'acceptation de la population avant d'entreprendre une expérience controversée comme le clonage, etc.) Enfin, deux journalistes attribuent aux chercheurs un certain **devoir d'information**, soit diffuser l'information sur leurs travaux à l'extérieur des murs d'un laboratoire [J8], « descendre dans la rue au besoin », prendre position dans les grands débats [J3] et « remettre les pendules à l'heure » lorsque des rumeurs scientifiques inexacts se répandent [J8].

5.6.1.3 Moyens des responsabilités selon les chercheurs

Pour exercer leurs responsabilités, deux chercheurs mentionnent que les données doivent être obtenues avec des **protocoles scientifiques rigoureux**, statistiquement valides [C3] et donner une **formation adéquate au personnel de leur laboratoire** pour assurer des mesures sécuritaires, mais aussi une recherche de qualité [C4]. D'autres répondants ont parlé de la **participation à des comités, des forums scientifiques ou des conférences de vulgarisation** [C20], **passer par les médias** pour communiquer avec la population [C12], donner des **conférences de vulgarisation dans les écoles pour parler de ce que les chercheurs font** [C7]. Un répondant [C7] suggère de **carrément prévoir un plan de communication grand public dans leurs plans de recherche**, même si cette communication ne consiste qu'en un simple paragraphe sur un site web.

5.6.1.4 Capacité des responsabilités selon les chercheurs

Les chercheurs identifient plusieurs contraintes pouvant limiter l'exercice de leurs responsabilités, ces facteurs pouvant être considérés comme « internes » (liés aux chercheurs eux-mêmes) ou « externes » (liés à l'environnement dans lequel évolue le chercheur).

Du côté des contraintes « internes », un répondant mentionne que les chercheurs ont **tendance à se concentrer uniquement sur ce qui se passe dans leur laboratoire** et à laisser les autres spécialistes se charger des réflexions éthiques et sociales sur les nanotechnologies [C20]. Un autre répondant [C4] considère que les chercheurs sont de **piètres vulgarisateurs** ou ne sont **pas portés à consacrer du temps à des activités de communication « grand public »**. Un troisième répondant pense qu'on ne peut demander aux chercheurs de tout faire « parce qu'ils ne possèdent pas le cerveau pour ça » [C6].

Du côté des contraintes « externes », un répondant mentionne que les chercheurs en nanotechnologies travaillent avec des produits (ex. : nanoparticules) **difficiles à cerner** (à manipuler, à employer de façon sécuritaire, etc.) du fait même de leurs nouvelles propriétés : il devient donc plus difficile d'assumer les responsabilités en matière de sécurité dans le laboratoire ou l'entreprise les utilisant [C20]. Dans le domaine des responsabilités non liées à la toxicité et la sécurité, un répondant [C14] mentionne que le **processus de vulgarisation est lui-même problématique**, puisque la simplification qu'il demande implique des pertes d'informations. Un autre répondant pense que le chercheur doit être invité ou sollicité par des agents extérieurs pour donner son avis, le chercheur **dépendrait donc de tierces parties** pour exercer un éventuel devoir de communication [C20]. Enfin, quelques répondants mentionnent que les **activités des chercheurs et le milieu académique** lui-même peuvent constituer une contrainte à l'exercice d'une communication. D'une part, le chercheur manque cruellement de temps pour exercer nombre d'activités, partagé entre les tâches administratives et le travail de laboratoire [C18]. Aussi, les activités de vulgarisation ne seraient pas très encouragées par les universités; ces activités relèveraient de l'initiative personnelle du chercheur et n'apporteraient aucun avantage à ceux-ci [C4]. Si certaines universités sont plus proactives

en matière de vulgarisation que d'autres, celles-ci ne fourniraient généralement **aucune ressource** pour aider les chercheurs qui souhaitent s'y adonner [C7]. En contrepartie, si l'on admet que dans les demandes de subvention on porte une attention particulière aux communications professionnelles des chercheurs (publication et colloques), **certains organismes subventionnaires accorderaient une plus grande attention à la communication envers le public** — par exemple, le chercheur peut se voir demander de fournir un plan de communication intégral de ses recherches ou bien de s'assurer de fournir une courte description sur le web, etc. [C7]. Une visite sur le site web du Conseil de Recherche en Science et Génie du Canada (CRSNG), l'un des plus gros organismes subventionnaires canadiens, a permis de vérifier l'existence sur cette plate-forme de documents pour aider les chercheurs à améliorer leurs compétences en matière de vulgarisation, ainsi que des prix destinés à récompenser certaines réalisations des chercheurs en la matière (CRSNG, 2012). Toutefois, nous n'avons pu vérifier comment les efforts de vulgarisation des chercheurs sont considérés lors de l'évaluation de leur dossier, ni si les chercheurs se sentent poussés par leurs organismes subventionnaires à consacrer du temps à la vulgarisation.

5.6.1.5 Capacité des responsabilités selon les journalistes

Chez les journalistes, un répondant affirme que les chercheurs en nanotechnologies semblent comprendre qu'il est important de procéder à une réflexion éthique sur les nanotechnologies et qu'ils sont disposés à être plus transparents que leurs prédécesseurs impliqués dans le domaine des OGM [J5]. Mais cette **bonne volonté** peut se heurter à diverses contraintes exposées par les autres répondants. Un répondant [J7] trouve que l'argument du manque de temps pour justifier le manque d'intérêt des chercheurs avec les activités de vulgarisation « a le dos large », reconnaissant toutefois que l'argument des **demandes de subvention** (c.-à-d. temps nécessaire pour remplir celles-ci, accent dans l'évaluation des demandes mis sur les publications professionnelles, etc.) finit par « peser dans la balance ». Ce même répondant espère que les organismes subventionnaires, dans le futur, vont reconnaître de plus en plus la valeur du travail de vulgarisation des chercheurs.

D'autres répondants mentionnent que le **milieu académique et le milieu de la recherche** eux-mêmes constituent des obstacles pour l'accomplissement de certaines responsabilités chez les chercheurs, notamment en matière de vulgarisation, une activité peu valorisée par le milieu académique [J3; J8]. Un répondant [J10] a l'impression que les chercheurs critiquent beaucoup ceux qui parlent aux médias. Si, selon un autre répondant [J7] certains chercheurs sont sympathiques envers les idées de vulgarisation, d'autres dénigrent celles-ci et vont jusqu'à mépriser leurs collègues qui s'y consacrent.

Enfin, quelques journalistes se sont montrés soucieux envers les **pressions commerciales sur les chercheurs**. Un répondant [J10] trouve que les chercheurs travaillent souvent à la frontière de la recherche et du commerce, voyant là une source de conflits d'intérêts. Un autre évoque les pressions exercées sur les chercheurs et les médecins par les compagnies pharmaceutiques [J4].

5.6.2 Responsabilités des journalistes

Le lecteur pourra trouver un récapitulatif au sujet des responsabilités des journalistes dans le tableau VII.

5.6.2.1 Objets des responsabilités selon les chercheurs

Du côté des chercheurs, les répondants qui se sont exprimés sur les objets des responsabilités des journalistes mentionnent surtout le **devoir d'être rigoureux** dans les informations transmises au public [C5; C8], notamment en donnant une information « objective » sur les technologies qui font l'objet d'un reportage (c.-à-d. montrer tous les aspects des problèmes) [C3]. Selon deux répondants, les médias ont aussi une **responsabilité d'informer le public** en matière de science [C3; C8]. Si les médias se voient incomber un devoir de vulgarisation, un répondant précise qu'ils n'ont **pas à encadrer la science proprement dite** [C1].

5.6.2.2 Objets des responsabilités selon les journalistes

Comme les chercheurs, les journalistes mentionnent que les médias ont un **devoir de rigueur, d'exactitude et d'objectivité** à respecter [J2; J3; J4; J5; J9; J10]. Cette rigueur peut être atteinte de plusieurs manières : mettre les choses en perspective [J10], améliorer sa communication pour rester le plus près possible de la réalité [J2], faire le tour des questions traitées dans leur totalité [J4], être critique et percevoir les conflits d'intérêts et les biais dans les informations que le journaliste recueille [J3], rapporter une information juste [J9] et veiller à ne pas servir de courroie de transmission passive, mais de questionner les propos des chercheurs, d'aller au-delà de ceux-ci [J5]. Fait intéressant, selon un répondant [J10], l'objectivité chez les journalistes est à entendre dans un sens précis : l'objectivité ne consistant pas nécessairement à donner la parole à tout le monde et à mettre tout le monde sur le même pied d'égalité, mais à faire valoir que certaines opinions sont plus répandues que d'autres (ex : même s'il existe des climato-sceptiques, il ne faut pas donner à ces derniers le même poids que les scientifiques qui appuient la thèse d'un réchauffement climatique, puisque ceux-ci sont beaucoup plus nombreux).

Parmi leurs autres responsabilités, les journalistes considèrent qu'ils **doivent intéresser les gens à la science** et rendre celle-ci attrayante pour le profane [J10], bien refléter les interrogations des lecteurs-auditeurs, etc. ou anticiper celles-ci pour mieux cibler leurs enquêtes (donc, bien **représenter le public auprès des chercheurs**) [J2; J8]. Les journalistes consultés attribuent aussi aux médias le rôle de **stimuler la réflexion critique du public** qu'ils représentent, notamment en ne se limitant pas aux seules informations données par les chercheurs rencontrés [J4]. Enfin, un répondant [J9] attribue aux journalistes le rôle de **susciter les débats publics** lorsque cela est justifié et de les suivre, ce qui rejoint le rôle de « stimulateur de réflexion » mentionné un peu plus haut.

Enfin, tout comme un chercheur [C1] a affirmé plus haut que les journalistes n'ont pas à encadrer la science, un répondant du côté des journalistes [J2] dit que ceux-ci **n'ont pas le devoir de palier les déficiences de communications des chercheurs** qui œuvrent en nanotechnologies.

5.6.2.3 Moyens des responsabilités selon les journalistes

Seulement deux journalistes [J7; J10] ont parlé des moyens leur permettant d'exercer les responsabilités mentionnées à la section précédente. Ces moyens consistent essentiellement en **codes d'éthique ou de déontologie** [J7] comme, par exemple, le très connu guide des pratiques journalistiques de Radio-Canada [J10]. Comme le mentionne le répondant J7, plusieurs organismes de presses possèdent leur propre code de conduite : Radio-Canada, la presse écrite, le FPJQ, etc. Ces codes de conduite, cependant, n'ont pas la même force qu'un texte de loi et n'ont aucune dimension punitive.

Ces codes de conduite reprennent ce que les répondants appellent des « valeurs » ou « principes » journalistiques de base. Un répondant [J10] donne en exemple l'obligation pour le journaliste de ne pas être un publicitaire. L'autre répondant [J7] se montre plus explicite sur les valeurs sous-jacentes à ces codes et les a énumérées : rigueur intellectuelle, recherche de la vérité, non-déformation des propos et honnêteté intellectuelle.

5.6.2.4 Capacité des responsabilités selon les chercheurs

Un chercheur [C2] estime que les journalistes n'ont pas nécessairement la **compétence** pour traiter de sujets scientifiques dans leurs nouvelles, mais qu'ils peuvent compenser ce manque d'expertise en empruntant des articles de la presse internationale. Un autre répondant fait valoir que, pour les journalistes, **la science est peu attrayante**, voire d'un ennui mortel pour le profane et qu'il n'est pas étonnant que les journalistes focalisent leur attention, dès lors, sur ce qui est merveilleux ou terrifiant [C6]. Le même répondant fait valoir, dans la foulée, que parler de science n'est pas ce qui fait le plus vendre de journaux, il n'est donc pas profitable pour eux de traiter davantage de sujets scientifiques [C6]. Un dernier répondant mentionne une contrainte liée non pas au milieu journalistique, mais plus au milieu des acteurs impliqués dans les nanotechnologies : soit le **secret**, que celui-ci soit industriel, politique, pécuniaire, etc. [C5]

5.6.2.5 Capacité des responsabilités selon les journalistes

Deux journalistes, de leur côté, ont explicité certaines contraintes à l'exercice des responsabilités des gens de leur profession, soit des contraintes matérielles ou inhérentes à leur travail même. Les **facteurs économiques** peuvent limiter la qualité du travail de plusieurs journalistes, comme dans le cas des journalistes pigistes, forcés de produire énormément pour subvenir à leurs besoins [J7]. De plus, la **taille des articles**, de plus en plus réduite avec le temps, peut constituer un obstacle à la transmission d'une information de bonne qualité [J7]. Également, malgré ces facteurs, on ne peut exclure la possibilité que certains journalistes soient moins professionnels que d'autres — il en est de même pour toutes les professions! [J7]. Un second répondant fait valoir **qu'anticiper les questions du public est une activité difficile**, surtout quand un journaliste devient de plus en plus familier avec un domaine donné. En effet, un journaliste novice aura tendance à poser des questions assez semblables à celles que poserait le public. Mais dès le moment qu'il devient plus familier avec un sujet donné, ses questions seront plus semblables à celles d'un spécialiste et risqueront moins de satisfaire le public profane [J8].

Enfin, certains journalistes ont mentionné **l'existence de responsables des communications** qui peuvent, parfois, constituer une barrière à leur travail en les empêchant d'accéder aux chercheurs ou de poser les questions qu'ils aimeraient poser [J6].

5.7 Perceptions envers des initiatives médiatiques

5.7.1 Perceptions générales des répondants

5.7.1.1 Perceptions des chercheurs

Quand on leur expose l'idée d'une collaboration entre chercheurs et médias pour favoriser un développement harmonieux des nanotechnologies – sans préciser en quoi cette collaboration pourrait consister – plusieurs chercheurs se montrent d'emblée favorables [C2; C4; C8; C15; C20]. Un répondant [C16] indique deux raisons pour lesquelles les

chercheurs ont tout intérêt à aller chercher l'opinion publique : 1) vérifier si les gens comprennent ce que sont les nanotechnologies et 2) s'ajuster aux besoins de la société et orienter leurs recherches en conséquence, par exemple en orientant le financement de manière appropriée. Quelques répondants reconnaissent aussi que les médias constituent déjà un acteur important dans les relations entre chercheurs, entreprises et public, puisqu'ils peuvent mieux communiquer les informations destinées à ce dernier que les deux premiers [C2; C12; C13; C14]. La majorité du public reçoit en effet ses informations scientifiques via les médias [C16] et l'Internet [C20], les médias se substituant à l'école en matière de culture scientifique après la fin des études [C4].

De plus, comme dialoguer avec le public est une tâche difficile pour les chercheurs, mais que c'est justement le champ de compétence des journalistes, le recours aux journalistes semble encouragé [C3; C10; C3], surtout si les journalistes ont eux-mêmes une formation de base en science [C13].

Si les chercheurs ne semblent pas, à première vue, opposés à l'idée d'une collaboration entre chercheurs et médias pour mieux dialoguer avec le public, ils ajoutent spontanément plusieurs contraintes qui viennent tempérer la faisabilité de telles initiatives. Le répondant C2, favorable à l'idée d'une initiative, reconnaît qu'en pratique ce serait « très difficile ». Un répondant [C10] croit d'ailleurs qu'il vaudrait mieux axer les efforts sur l'éducation du public à l'école — puisque la réflexion citoyenne sur ces sujets commence à ce stade — plutôt que de prioriser une initiative médiatique quelconque. Notons que ce chercheur rejoint l'opinion d'un autre répondant [C17] qui fait valoir qu'en matière de culture scientifique l'éducation actuelle au Québec est problématique. C'est au niveau de l'école qu'une initiative de dialogue ou d'éducation au sujet des nanotechnologies devrait être entreprise. Également, deux répondants nuancent les rôles qu'on pourrait attribuer aux journalistes dans un tel processus. Un répondant [C16] ne s'oppose pas à ce que les chercheurs et les médias collaborent, mais il ne faut pas impliquer les médias dans un encadrement continu de la science en général et des nanotechnologies en particulier. Un autre chercheur [C9] considère les médias comme des « chiens de garde » : ceux-ci ne peuvent servir exclusivement de véhicule d'informations entre chercheurs et public.

Au niveau des contraintes, plusieurs chercheurs abordent la **motivation des différents acteurs concernés** à s'impliquer dans un tel processus : qui sera motivé à prendre l'initiative? Les chercheurs, les journalistes ou le gouvernement? [C10] Les différents acteurs, notamment les chercheurs, seront-ils tout simplement intéressés à s'impliquer dans un tel processus de dialogue? [C14] Les journalistes vont-ils s'intéresser aux sujets qui intéressent les chercheurs eux-mêmes? [C10] Le public lui-même va-t-il s'intéresser aux sujets abordés? [C12; C17] Certains répondants sont explicitement sceptiques, affirmant que **la science intéresse peu les gens [C17] ainsi que les médias**, toujours à la recherche de nouvelles sensationnelles [C20]. Un répondant se montre inquiet quant au **professionnalisme des médias**, estimant que certains journalistes sont plus professionnels que d'autres [C12]. Un autre fait valoir que les **nanotechnologies constituent un sujet difficile à vulgariser**, peu connu du public, et qu'en partant **les chercheurs ne sont pas portés sur l'effort de vulgarisation de leurs travaux** [C17].

Après les problèmes de motivation et d'intérêts, les chercheurs se montrent particulièrement inquiets quant à la **qualité du processus de communication**, notamment par rapport à la rigueur des acteurs en matière d'informations scientifiques. D'une part, certains répondants soulignent que tout processus de vulgarisation pour le public comporte inévitablement une certaine **déformation des informations transmises** [C10; C13; C14], raisons pour lesquelles certains répondants croient les journalistes mieux qualifiés que les chercheurs pour procéder à une vulgarisation, comme indiqué plus haut. Toutefois, les chercheurs se montrent inquiets vis-à-vis de la rigueur montrée par les journalistes une fois qu'ils sont engagés dans ce processus [C3; C4. C10; C16]. Un répondant [C10] se montre par exemple inquiet que les journalistes fassent miroiter trop de promesses en exagérant les réalisations scientifiques dont ils traitent. Un autre répondant [C16], intéressé par la place du web dans l'information scientifique, met en garde contre les blogues sur lesquels on trouve trop souvent des informations erronées.

L'idée d'une collaboration entre chercheurs et médias pour mieux encadrer le développement des nanotechnologies suscite la crainte d'une **dérive**, soit que les journalistes soient employés comme un moyen d'éducation, pour informer le public afin

que celui-ci participe au débat de manière éclairée – ce qui pourrait laisser croire aux inquiets que les médias servent d’outils pour persuader les foules du bien-fondé des nanotechnologies plutôt que de chercher à créer un dialogue. Au moins un chercheur [C16] a indiqué clairement son opinion sur ce risque de dérive, affirmant que, pour lui, « éduquer ne signifie pas manipuler ». Ce répondant mentionne explicitement qu’ils aimeraient avoir, via les médias, des rétroactions de la part du public sur son domaine de recherche.

5.7.1.2 Perceptions des journalistes

On peut noter certaines ressemblances entre les perceptions des journalistes et celles des chercheurs par rapport à une initiative de dialogue impliquant médias et chercheurs. Les journalistes ne sont pas défavorables à l’idée d’une collaboration. Un journaliste affirme que c’est un « souhait vertueux », que c’est un « rêve qu’on cherche à atteindre » [J7]. Un autre [J1] croit qu’il est préférable que les journalistes parlent directement au public, plutôt que les chercheurs, dans un processus de dialogue. Comme chez les chercheurs, certains journalistes reconnaissent que les médias occupent une position stratégique dans la transmission des informations entre les parties prenantes [J7]. De plus, certains répondants soulignent que les journalistes peuvent mieux connaître le public que les chercheurs dans la mesure où ils tentent d’anticiper les questions des citoyens profanes, mais, aussi, dans la mesure où ils réalisent des sondages (ex : journaux et magazines) pour tâter le pouls du lecteur [J3; J4].

D’autres répondants se montrent toutefois plus sceptiques. Deux journalistes s’interrogent spontanément sur les processus concrets permettant d’y arriver [J5; J6]. Un troisième répondant affirme que les médias ont le devoir de s’intéresser à ce qui préoccupe le public en matière de sciences, mais qu’ils n’ont pas pour rôle de pallier aux déficiences communicationnelles des chercheurs, des entreprises, etc. [J2] Un dernier répondant, non opposé à l’idée d’une collaboration, croit qu’il vaut mieux éviter un système trop rigide de communication médiatique et garder un ensemble de relations un peu désordonnées, comme on l’observe en ce moment [J10].

En dehors de ces perceptions générales, les journalistes, comme les chercheurs, soulignent aussitôt les diverses contraintes dont il faudrait tenir compte dans la mise en place d'un éventuel processus de dialogue et y vont de leurs suggestions. Premièrement, un répondant [J10] fait valoir que chaque type de média (télévision, radio, etc.) possède ses **contraintes propres** avec lesquelles il faut composer. Ensuite, comme chez les chercheurs, les journalistes abordent la question de la **motivation des acteurs** à s'impliquer dans un tel processus. Un répondant [J9] fait valoir que les journalistes ont besoin d'une raison pour parler des nanotechnologies. Parallèlement, un autre répondant [J8] considère que les nanotechnologies ne sont pas un sujet de préoccupation majeure pour les journalistes, tout en reconnaissant que ce n'est guère surprenant : la démarche de réflexion à leur sujet reste, en effet, une démarche *a priori*.

Fait intéressant, certains répondants voient dans les **chercheurs et le milieu académique** une contrainte importante à une collaboration chercheurs-médias. En effet, les journalistes se montrent parfois sceptiques quant à la motivation des chercheurs à s'impliquer dans un tel processus, et semblent considérer que le milieu académique n'encourage pas, voire gêne, une telle implication [J3; J7; J8 J10].

La **rigueur**, enfin, est aussi une préoccupation des journalistes, notamment en lien avec **l'indépendance du journaliste**, lequel ne doit pas se contenter de transmettre servilement une information scientifique, mais doit être capable de le faire de manière critique [J8]. De plus, la rigueur est une valeur présente dans les codes d'éthique journalistique mentionnés par les répondants [J5; J7; J10].

5.7.2 Suggestions de moyens

L'une des idées à la base de notre projet est que compte tenu 1) de la place qu'occupe les médias dans le flux des informations entre les chercheurs en nanotechnologies et le public, 2) du rôle que les médias ont dans « l'éducation scientifique » des individus et 3) du souci éthique d'inclure les citoyens dans la régulation du développement

technoscientifique, il serait intéressant d’impliquer les chercheurs en nanotechnologies dans des initiatives de dialogue (avec le public) qui emploieraient les médias.

Si on peut être d’accord avec le principe qu’il est légitime de réfléchir aux relations entre chercheurs et médias en matière de développement scientifique en général – et dans le cas des nanotechnologies en particulier – on doit cependant se demander : « Quelles sont les *initiatives concrètes* que les répondants envisageraient pour établir des ponts entre chercheurs et public? » Une partie des entrevues avait pour but de réfléchir à ce sujet.

5.7.2.1 Suggestions des chercheurs

Si on demande aux chercheurs quelles initiatives ils envisageraient, les différentes propositions rentrent dans les catégories suivantes (tableau VIII) : 1) rencontres publiques (forums, tables rondes, conférences ouvertes au public) [C3; C4; C13; C20]; 2) émissions de télévision [C3; C4; C14]; 3) initiatives d’éducation publique dans les écoles, les espaces publics [C14; C17], comme, par exemple, des capsules éducatives dans les métros et les cinémas [C17]; 4) sites web [C4; C16]; 5) organisme central et indépendant pour coordonner l’information à donner aux médias [C16]; 6) journaux (dans la mesure où ceux-ci peuvent commander des sondages, les journaux constitueraient de bons outils de dialogue) [C2; C20] et 7) utilisation de films de science-fiction comme outils de vulgarisation. [C12; C15].

5.7.2.2 Suggestions des journalistes

Si on pose la même question aux journalistes, on obtient les principales catégories suivantes (tableau VIII) : 1) rencontres publiques (ex : bar des sciences) [J1; J10; J8]; 2) initiatives d’éducation publique dans les écoles, les espaces publics, etc. [J1]; 3) blogues et sites web [J1; J4; J6; J7; J8]; 4) que les organismes subventionnaires valorisent les activités de vulgarisation et renvoient la notion de « retour à la communauté » présente dans la description de tâche du chercheur [J1]; 5) journées de recherche dans les lieux publics. Impliquer le citoyen dans certaines recherches [J8; J10]; 6) journaux (pour leur capacité à faire des sondages [J3] et de fournir des suppléments spéciaux basés sur les suggestions des

lecteurs [J4]; 7) radios (ex. : émission spéciale « Je vote pour la science ») et lignes ouvertes [J4; J8]; 8) créations de médias privés par un mécène ou les universités [J7]; 9) employer le courrier du lecteur-auditeur de médias existants [J6]; 10) employer les médias existants [J7] et 11) livres de vulgarisation [J9].

Notons la mention d'activités plus marginales, comme l'emploi de pièces de théâtre pour sensibiliser les individus à une problématique [J8], suivi peut-être d'une discussion.

5.7.2.3 Commentaires généraux

Les suggestions des répondants suscitent quelques commentaires. Tout d'abord, l'ensemble des moyens proposés ne fait que répéter des initiatives déjà existantes. Ensuite, on peut noter certains recoupements entre les chercheurs et les journalistes – comme en témoigne le tableau VIII. Les deux groupes de répondants citent des activités de rencontres publiques (conférences, bars des sciences, forums, etc.) comme un bon moyen pour obtenir des rétroactions. Notons aussi que les deux groupes accordent de l'importance aux initiatives d'éducation dans les écoles – il faut remarquer d'ailleurs qu'autant les chercheurs que les journalistes s'inquiètent de la place de la science dans l'éducation, qu'ils semblent trouver insuffisante. Chercheurs et journalistes considèrent la science comme omniprésente et devant faire partie de la culture générale, croyant que des interventions à ce niveau sont à accomplir. Cette idée est d'autant plus intéressante que certains chercheurs estiment que le public, pour participer au débat sur les technosciences, doit être au courant des technologies discutées et que les journalistes, de leur côté, estiment qu'eux-mêmes doivent refléter les questions de ce même public dans leur travail.

Remarquons aussi que l'importance accordée au web comme moyen de communication-rétroaction est très différente entre les deux groupes de répondants : si peu de chercheurs mentionnent le web et parlent de portails web, les journalistes semblent plus insister sur l'importance du web et le recours aux blogues – les blogues semblant absents de la vision des chercheurs et même décriés par l'un d'eux [C16]. Selon les journalistes, le web et les blogues augmentent le pouvoir de diffusion d'un individu. Ils constituent l'un

des instruments de dialogue les plus intéressants pour certains journalistes qui, comme on le verra plus loin, reconnaissent toutefois que ces outils présentent des inconvénients.

Un autre fait est à mentionner : certains journalistes semblent croire qu'une initiative médiatique devrait provenir des chercheurs eux-mêmes. Il est fait mention de la création de médias privés par des universités – avec notamment une référence à l'Université Yale [J7] qui aurait créé un organisme de presse consacré à faire le point sur les changements climatiques, à coordonner les informations provenant de plusieurs sources indépendantes. Certains journalistes croient que les organismes subventionnaires devraient encourager les chercheurs à entreprendre eux-mêmes des activités de vulgarisation pour échanger avec le public. Certains journalistes pensent aussi qu'une initiative médiatique aurait plus de poids et de soutien si elle est initiée par des chercheurs plutôt que par les journalistes.

5.7.3 Contraintes envers une initiative

Face aux différents moyens listés ci-dessus, mais aussi face à la proposition générale d'établir des collaborations entre science et média dans le but d'instaurer un dialogue entre les acteurs concernés par les nanotechnologies, les répondants ont souligné différentes contraintes auxquelles il faudrait réfléchir. Établir des collaborations ne serait pas une chose impossible, mais très difficile.

5.7.3.1 Perceptions des chercheurs

Si on examine les propos des chercheurs, ces limites sont principalement (tableau IX) : 1) le manque de temps [C13] (chercheurs et journalistes sont fort occupés); 2) l'ampleur de la tâche [C16] (s'investir dans un dialogue demandant du temps, des ressources et de l'énergie au-delà de ce que chercheurs et journalistes peuvent fournir); 3) des contraintes naturelles de la vulgarisation [C8; C12] (la vulgarisation possède des exigences – métaphores, raccourcis, etc. – avec lesquelles les chercheurs sont peu à l'aise et qui peuvent, aussi, déformer la réalité); 4) le manque de stimulation du côté académique [C13] (les universités incitent peu ou pas les chercheurs à s'investir dans des activités de

vulgarisation ou de dialogues); 5) l'accès aux acteurs [C16] (par ex. : les journalistes pourront-ils facilement accéder aux chercheurs?); 6) la décentralisation des nanotechnologies [C16] (les nanotechnologies sont répandues dans plusieurs laboratoires et entreprises; il n'y a pas d'acteurs majeurs faciles à cibler comme, par exemple, Monsanto pour les OGM); 7) les nanotechnologies sont un domaine méconnu du public [C20]; 8) l'incapacité à rejoindre tous les publics [C4; C20] (le « public » recouvre en fait plusieurs groupes de personnes et certains de ces groupes ne s'intéressent pas à la science, ne sont pas joignables, etc.); 9) l'intérêt des acteurs concernés à s'impliquer [C10; C12; C14; C17] (chercheurs et journalistes vont-ils, même avec du temps et des ressources disponibles, être seulement intéressés à s'investir dans un dialogue?).

5.7.3.2 Perceptions des journalistes

Si on examine les propos des journalistes, ces limites sont principalement (tableau IX) : 1) le manque de temps [J10]; 2) le manque de ressources et le bénévolat forcé pour les chercheurs [J1; J10]; 3) le manque d'intérêt des gens et acteurs concernés à s'impliquer [J6; J10]; 4) le manque de stimulation du côté académique [J1]; 5) le fait que le contact avec le public est difficile pour le chercheur [J10]; 6) les capacités de vulgarisation des chercheurs sont limitées [J8; J9].

5.7.3.3 Commentaires généraux

Les deux groupes de répondants semblent converger vers l'idée que s'impliquer dans des initiatives de dialogue avec le public demande du **temps** et des **ressources** : gérer un dialogue peut se révéler une tâche de grande ampleur (par exemple si, sur un portail web, des centaines de questions arrivent chaque heure, pour reprendre l'exemple du répondant C16). Or, le temps manque aux chercheurs qui sont pris dans des tâches de recherches et administratives. À cela on peut ajouter le **manque de ressources** dans le milieu de médias et qui sont souvent aux prises avec des contraintes temporelles très serrées.

À ces contraintes de temps et de ressources semble s'ajouter une autre contrainte qu'il faudrait examiner, soit le **milieu académique** lui-même qui serait peu compatible avec

l'implication des chercheurs dans des initiatives de dialogue. Certains chercheurs et journalistes signalent que des initiatives de vulgarisation dans lesquelles pourraient s'investir les chercheurs ne sont encouragées ni par le milieu académique, ni par les organismes subventionnaires [C13; J1; J3; J7] – en dépit de ce qu'on retrouve, par exemple, sur le site du CRSNG. Si l'on souhaite envisager des activités de dialogue, il faudrait que celles-ci, et que les activités de vulgarisation en général, soient reconnues d'une manière quelconque, mais en ce moment ce ne semble pas être le cas.

Enfin, vulgariser, communiquer avec le public et échanger avec lui est un art qui possède ses propres contraintes – on pourrait donc parler ici des **contraintes inhérentes à la vulgarisation et au dialogue avec des acteurs profanes**. Vulgariser un sujet, le rendre accessible au public est un art difficile : il peut y avoir une perte d'informations importantes ou bien les chercheurs peuvent mal s'y prendre avec la conséquence que le public ne peut pas davantage comprendre les sujets dont il est question et encore moins en discuter. Certains reconnaissent que les chercheurs sont dans l'ensemble de piètres vulgarisateurs, ou qui acceptent mal les raccourcis nécessaires à la vulgarisation. D'un autre côté, tant les chercheurs que les journalistes reconnaissent que parler des nanotechnologies en peu de temps et sous une forme imagée est une entreprise difficile : non seulement le domaine est-il méconnu du public, mais l'expliquer prend du temps, il faut toujours repartir de zéro. Un journaliste [J9] dit ailleurs que prendre cinq minutes pour exposer les enjeux liés à la toxicité des nanotechnologies avec toutes les nuances requises serait un acte irresponsable. Ajoutons à cela que les nanotechnologies constituent un domaine scientifique décentralisé aux applications multiples. La contrainte semble double pour les chercheurs en nanotechnologies : 1) on ne donne guère aux chercheurs de formation pour vulgariser leurs travaux et 2) les chercheurs en nanotechnologies travaillent dans un domaine difficile à expliquer, que même des vulgarisateurs chevronnés comme les journalistes scientifiques trouvent difficiles à traiter. Rejoindre le public sur ce sujet est d'autant plus difficile... Aux contraintes inhérentes à la vulgarisation on peut donc rattacher les **contraintes inhérentes à la vulgarisation des nanotechnologies**. Quant au manque de savoir-faire des chercheurs

en matière de vulgarisation, il s'agit sans doute là de lacunes qu'on pourrait rattacher à la critique du milieu académique qui est faite un peu plus haut.

À ces remarques, on peut ajouter aussi un questionnement formulé par les deux groupes de répondants : est-ce que les acteurs concernés (chercheurs, mais aussi journalistes etc.) vont être intéressés à s'impliquer dans ce processus? Tant les chercheurs eux-mêmes questionnent l'intérêt de leurs collègues que celui des journalistes, et le même phénomène s'observe chez les journalistes qui questionnent autant l'intérêt des chercheurs que celui de leurs collègues. Les répondants remarquent qu'on ne peut intéresser les journalistes à parler d'un sujet si ceux-ci ne s'y intéressent pas d'abord ou s'il n'y a pas de scandale ou si le public ne s'y intéresse pas. De même, certains répondants font remarquer qu'en dehors des contraintes de temps et de ressources, certains chercheurs n'accordent aucune priorité à la vulgarisation — un chercheur [C19] est même sceptique envers l'argument du manque de temps, disant que ces collègues ne s'adonnent pas à la vulgarisation simplement parce que ce n'est pas dans leur priorité. On pourrait donc voir des contraintes liées aux **intérêts-valeurs personnels des acteurs**.

5.8 Perceptions envers les types de canal médiatique

Après l'analyse des perceptions des répondants envers les responsabilités des chercheurs et des journalistes, nous sommes passés au matériel concernant les différents types de canaux employés par les médias (télévision, journaux, magazines, radio, web, etc.). Cette analyse nous a permis de concevoir un tableau synoptique comparant les avantages et les inconvénients des différents types de médias (tableau X), dans le but de vérifier si l'un de ces canaux semblait plus intéressant que les autres pour un encadrement des nanotechnologies employant les médias. Comme les chercheurs ont donné moins d'information sur cette question que les journalistes, nous n'examinerons pas les points de vue des deux types de répondants de manière dissociée. Pour chaque type de canal examiné, nous verrons les perceptions générales des répondants envers ce canal, les avantages et les inconvénients de celui-ci, ainsi que la manière dont l'information y est

traitée. Le but de cette analyse est d'évaluer si un canal médiatique semble plus approprié que les autres pour établir un dialogue entre les diverses parties prenantes en matière de nanotechnologies

5.8.1 Télévision

5.8.1.1 Perceptions générales envers la télévision

Au sujet de la télévision, un chercheur [C3] affirme que les médias télévisuels ne peuvent pas avoir l'entière responsabilité de l'information. Quant aux journalistes, deux répondants disent explicitement qu'ils n'envisagent pas la télévision comme un média à exploiter dans la création d'un dialogue autour des nanotechnologies [J4; J9].

Si la télévision est identifiée par un répondant comme la principale source où les gens prennent leurs connaissances scientifiques [J7], un autre indique que la science n'est pas la priorité des « affectateurs » aux nouvelles (c.-à-d. ceux qui décident des nouvelles qui seront traitées au journal télévisé), la politique prenant beaucoup plus de place [J10]. La place de la science est minime à la télévision : en dehors des rares nouvelles aux manchettes, il n'y a à proprement parler que deux émissions scientifiques au Québec, soit *Découverte* et le *Code Chastenay* [J7].

5.8.1.2 Critères de sélection des informations à la télévision

En matière de critères de sélection avec lesquels les journalistes vont choisir le sujet d'un reportage ou d'une capsule télévisée, un répondant impliqué dans ce milieu [J6] nous indique que les critères sont les suivants : 1) nouveauté; 2) actualité (ce qui est dans l'air du temps, réagir aux nouvelles-chocs du moment); 3) moment de diffusion dans la journée; 4) type d'émission (le *Code Chastenay* et *Découverte* ne parleront pas des mêmes sujets scientifiques qu'une émission matinale offrant nouvelles et variétés comme *Salut Bonjour*, par exemple).

5.8.1.3 Avantages et inconvénients de la télévision

Si on fait le bilan des avantages et des inconvénients propres à ce médium, on note que le principal avantage associé à la télévision est sa très large portée : la télévision rejoint une vaste population, autant les gens scolarisés que les moins scolarisés [J6, J8]. Elle est la première source d'information pour bien des individus [J7].

À cet avantage majeur s'opposent plusieurs inconvénients. En dehors de la faible place accordée à la science dans les médias télévisuels, la télévision se révèle particulièrement impropre aux nuances si chères aux chercheurs (à l'exception peut-être dans le cadre d'un long reportage documentaire) : les reportages à la télévision, en général, sont courts (on parle de clips de 15 secondes à 2 minutes), ce qui exige des chercheurs interviewés de placer les bonnes informations au bon moment en un temps record, faculté qui n'est pas donnée à tout le monde [J6]. De plus, la télévision privilégie beaucoup l'image au contenu, ce qui complique la fabrication de reportages intéressants : par exemple, il faudra des semaines, voire des mois pour monter un seul reportage parce qu'il faut trouver des images intéressantes, des décors, etc. puis les assembler en un tout cohérent et attrayant. Par comparaison, un animateur de radio n'aura pas la même contrainte [J6]. Il faut ajouter à cela que l'équipement télévisuel est plutôt dispendieux : pour réaliser un reportage, il faut, outre les animateurs, des caméras, des techniciens, des maquilleuses, etc., donc beaucoup de ressources matérielles et humaines [J6]. Enfin, dans le cas d'une émission hebdomadaire traitant de science, il est difficile de parler souvent des mêmes sujets : un répondant affirme que, vu le peu de temps d'antenne accordé à une émission scientifique, un reportage sur les nanotechnologies par année est envisageable, mais sûrement pas plus [J7]. Le traitement régulier d'un sujet scientifique (ou de tous les sujets scientifiques) semble donc illusoire au moyen de la télévision, du moins dans le contexte québécois.

Pour ce qui est de l'établissement d'un dialogue via la télévision, encore là l'entreprise semble difficile. Les répondants mentionnent que la télévision est un médium où le spectateur est passif [J8]. Si on excepte l'idée d'une émission spéciale où des chercheurs viendraient échanger avec le public, les principales rétroactions des téléspectateurs sont essentiellement acheminées par courriels via les sites web des émissions [J4, J8].

5.8.2 Journaux

5.8.2.1 Perceptions générales envers les journaux

Un chercheur mentionne qu'il préfère les journaux aux magazines parce que les journaux rejoignent un public beaucoup plus large que les magazines spécialisés [C4]. Du côté des journalistes, un répondant [J4] indique que des suppléments thématiques seraient une option intéressante pour traiter des nanotechnologies dans le cadre des journaux.

En termes de dialogue entre le public et les chercheurs via les journaux, plusieurs commentaires intéressants émergent ici. D'abord, un répondant impliqué dans le milieu des journaux [J5] fait remarquer que sous le terme parapluie de « public » se cachent en fait plusieurs publics qu'on ne peut pas tous les rejoindre par les mêmes approches (certains lecteurs aimant les journaux traditionnels, d'autres les approches plus originales). Également, ce même répondant fait valoir que le traitement de la science d'un journal à l'autre n'est pas le même. À cause des contraintes de temps, les contacts entre les journalistes des quotidiens et le public sont difficiles et ceux-ci doivent imaginer eux-mêmes les questions que M. et Mme Tout-le-Monde poseraient aux chercheurs [J5]. Il serait cependant envisageable, dans le cadre de dossiers thématiques, d'inviter à l'avance les gens à soumettre des questions qui pourront être sélectionnées et posées aux chercheurs – cette soumission pouvant s'effectuer facilement par le web. Notons aussi que les journalistes des quotidiens ouvrent parfois leurs articles en ligne aux commentaires des gens et ouvrent parfois des blogues, mais il s'agit là d'initiatives personnelles effectuées en plus de leurs tâches quotidiennes. Le courrier du lecteur (surtout via le web) constituerait l'essentiel des rétroactions dont bénéficient les journaux [J5].

Comme deux répondants [J3; J5] l'ont mentionné, les journaux font parfois des sondages via leur département de publicité pour mieux connaître leur lectorat. Ce processus ne vise pas à connaître l'opinion des lecteurs sur des sujets d'actualité donnés – comme les nanotechnologies, par exemple –, mais une initiative en ce sens pourrait être envisagée.

À première vue, les possibilités d'un dialogue entre public et chercheurs concernant les nanotechnologies semblent plus faciles avec les journaux que la télévision.

5.8.2.2 Critères de sélection des informations dans les journaux

Selon un répondant impliqué dans les journaux [J5], les critères de sélection des nouvelles obéissent aux règles suivantes : 1) impact social – ce critère prévaut sur la beauté de la découverte elle-même; 2) nouveauté de la recherche – par exemple: apporte-t-elle quelque chose de neuf par rapport aux autres?

Toujours selon le même répondant, le processus de sélection des nouvelles scientifiques en salle de presse obéirait au schéma suivant: le journaliste a accès à plusieurs sources d'informations (fils de presse, sites de grands journaux, etc.) et il choisit les sujets d'intérêt en fonction de son intuition et des critères indiqués ci-dessus. Il propose ensuite ces sujets à son directeur des informations qui approuve ou, au besoin, propose lui-même des sujets. Le journaliste rédige ensuite l'article à l'intérieur de la journée, cherchant lui-même les informations pour compléter son texte et procédant à quelques interviews au besoin. Il faut remarquer que les contraintes de temps (rédaction et envoi à l'imprimerie à l'intérieur de la journée pour que tout paraisse le lendemain) rendent impossible la relecture d'un article par les chercheurs interrogés. De plus, cela implique que les chercheurs soient disponibles pour répondre aux questions des journalistes dans la journée. Une fois l'article rédigé, il est envoyé au pupitre qui effectue le montage des pages et choisit le titre des articles – le journaliste pouvant proposer un titre s'il le souhaite, mais le choix définitif de celui-ci repose entre les mains du chef de pupitre [J5]. Dans un tel contexte, la formation scientifique constitue un atout pour le journaliste qui saura plus rapidement où aller chercher les informations pertinentes pour compléter son papier en aussi peu de temps – quoiqu'il n'est pas impossible qu'un journaliste novice finisse par acquérir le savoir nécessaire en autodidacte [J4]. Aussi, les journalistes arrivent souvent à développer des relations de confiance avec certains chercheurs qui sont disposés à les aider au besoin [J5].

5.8.2.3 Avantages et inconvénients des journaux

Si on fait le bilan des avantages et des inconvénients propres aux journaux, on note que les journalistes de la presse écrite sont des professionnels capables de pratiquer une communication efficace (on peut cependant, et sans doute, dire la même chose d'autres types de journalistes) [J6]. Les journaux rejoignent un public plus vaste que les magazines de vulgarisation scientifique [C4]. Du côté des inconvénients, un chercheur considère que les journaux sont influencés par leurs ventes et que les priorités des employés d'un grand quotidien ne sont sans doute pas les mêmes que celles des scientifiques [C3]. Ce même répondant ajoute que si les émissions scientifiques et les magazines ont une mission officielle de vulgarisation, il n'en va pas de même pour les journaux, plus « généralistes », qui se consacrent à plusieurs sujets [C3].

5.8.3 Magazines

5.8.3.1 Généralités sur les magazines

Dans la section précédente nous avons mentionné qu'un chercheur [C4] considérait que les magazines rejoignaient moins de gens que les journaux. Cette impression semble reprise chez un autre chercheur [C3] et chez deux journalistes [J1, J9].

5.8.3.2 Traitement des informations dans les magazines

Selon deux répondants impliqués dans des magazines [J6; J9], les critères de sélection des nouvelles scientifiques seraient essentiellement les suivants : 1) intérêt personnel du journaliste; 2) actualité; 3) nouveauté; 4) moment de l'année où paraît le numéro; 5) équilibre du numéro (c.-à-d. sujet des autres articles contenus dans le même numéro pour éviter les redondances).

Un peu comme son homologue des journaux, le journaliste impliqué dans le magazine peut proposer des sujets ou prendre ceux proposés par le rédacteur en chef. L'adoption d'un sujet est toujours confirmée par la tenue d'un comité de rédaction où sont pris en compte

d'autres facteurs que l'intérêt du journaliste, notamment le moment de l'année où sera publiée la nouvelle en question et la composition du sommaire du numéro. On peut observer ici que ces contraintes temporelles sont différentes de celles mentionnées pour les quotidiens [J3; J6; J9].

5.8.3.3 Avantages et inconvénients des magazines

Si on fait le bilan des avantages et des inconvénients, on peut constater d'abord que, par rapport aux journaux et à la télévision, le magazine permet de faire de longs articles, donc d'apporter aux lecteurs des traitements approfondis d'un sujet donné, ce qui n'est guère possible dans plusieurs journaux [J6]. Notons toutefois que la création de longs textes peut se révéler assez exigeante pour les journalistes et que ce ne sont pas tous les magazines qui le font [J3]. Un journaliste [J6] remarque que les écrits restent que les archives des magazines peuvent être facilement consultées et avec le web, il est facile de visionner d'anciens reportages. De plus, les gens seraient plus confortables à se faire interviewer pour un magazine que pour la télévision, puisqu'ils n'ont pas à paraître visuellement [J6].

Si les magazines semblent intéressants quant à la qualité de l'information transmise, ils présentent néanmoins plusieurs inconvénients. Nous avons déjà mentionné la perception que les magazines rejoignent un public plus restreint que les journaux [C3], mais d'autres propos viennent détailler le phénomène. Les différents magazines rejoignent des portions précises du public, chaque magazine offrant un type d'information qui lui est propre [J1; J6]. De plus, les magazines doivent être achetés pour être lus, ce qui limite instantanément leur diffusion : les magazines coûtent plus cher que les journaux, les gens ne pensent pas à s'abonner ou ne veulent pas le faire, les magazines sont considérés comme un luxe par beaucoup, etc. [J9] Un répondant mentionne que si l'on place un magazine scientifique dans une salle d'attente, celui-ci a beaucoup moins de chance d'être lu que les autres revues [J1]. De plus, beaucoup de gens ne lisent pas les articles jusqu'à la fin [J6].

En plus de son faible impact, il faut ajouter que le monde du magazine se porte mal en général [J9]. Faute de ressources suffisantes, les magazines éprouvent des problèmes à conserver des collaborateurs réguliers et à fournir plusieurs numéros annuellement [J3].

Cette basse fréquence de publication limite donc les chances de voir des sujets traités régulièrement [J9]. En termes de dialogue, les magazines semblent se révéler une option moins intéressante que les journaux. S'ils peuvent fournir des reportages détaillés sur un sujet donné, les rétroactions sont surtout possibles par le courrier du lecteur (via les sites web associés aux magazines, surtout) [J3-J9].

5.8.4 Radio

5.8.4.1 Perceptions générales envers la radio

Il y a très peu d'émissions consacrées à la science à la radio au Québec. Un chercheur considère qu'il y a très peu de bons animateurs radio en matière de science [C2]. Un journaliste remarque toutefois que la radio communautaire, quoique restreinte, pourrait se révéler une option intéressante pour parler de science, puisqu'elle est souvent animée par des « passionnés », des gens qui s'intéressent à la science et vont en parler de manière rigoureuse [J7].

5.8.4.2 Traitement de l'information à la radio

Un journaliste impliqué dans une émission radiophonique consacrée à la science [J10] nous a décrit le processus de sélection des nouvelles qu'il va traiter à l'émission – une émission hebdomadaire dont le format permet des reportages assez longs et approfondis, ce qui la rapproche plus d'un magazine que d'un bulletin de nouvelles. Comme le répondant n'a pas listé de critères comme les autres, nous relaterons ici l'essentiel de ce processus.

- Chacun des journalistes impliqués à l'émission possède son propre champ d'expertise. Le journaliste interviewé avait justement hérité du sujet « nanotechnologies », mais il venait juste de le transmettre à l'un de ses collègues.

- Le processus de sélection des nouvelles par le journaliste est très intuitif. Il regarde chaque semaine si, dans son champ, il y a des nouvelles incontournables.
- Le journaliste choisit des nouvelles possibles en début de semaine et il y a ensuite réunion pour déterminer les sujets qui seront traités à l'émission. Divers critères peuvent influencer le choix d'une nouvelle : l'équilibre des sujets dans l'émission, si un sujet donné a été traité peu de temps auparavant, etc. Il faut mentionner aussi que la langue impose certaines limites : si l'on travaille dans une émission francophone, il faut que les chercheurs interviewés puissent s'exprimer dans cette langue de manière compréhensible.
- Une fois le sujet choisi, le journaliste dispose de seulement quelques jours pour réunir les informations nécessaires, rencontrer des chercheurs, les interviewer, réaliser le montage des reportages, etc. Même si le journaliste ne doit monter qu'un seul reportage par semaine, la charge de travail est énorme et les délais se révèlent serrés.

5.8.4.3 Avantages et inconvénients de la radio

Si on regarde le bilan des avantages et des inconvénients de la radio, on peut noter que celle-ci est un « beau média de discussion » selon un répondant [J6]. Elle permet la conversation libre entre plusieurs personnes, permet de creuser en profondeur des sujets, il est possible d'y diffuser des conférences ou des débats publics. De plus, sa logistique est assez simple : il n'y a pas besoin d'une grosse équipe technique comme à la télévision. Enfin, les reportages étant auditifs, la radio n'est pas contrainte par l'image comme la télévision. Selon un autre répondant [J9], la radio serait un médium intéressant pour tenir des débats sur les nanotechnologies avec un animateur expérimenté, ou pour diffuser le contenu de débats publics ou d'activités comme les bars des sciences. Il serait possible d'inclure le public dans ces débats directement, ou lors d'émissions spéciales par des lignes ouvertes [J4]. Notons cependant que les journalistes qui mentionnent les lignes ouvertes, s'ils comprennent l'utilité de celles-ci, ont parfois des réticences envers leur emploi [J6].

Un répondant suggère de mettre un peu de contenu scientifique dans des émissions *a priori* non scientifique, ce qui permettrait de rejoindre, de temps à autre, certains auditeurs peu portés vers les sciences [J1].

Le principal problème associé à la radio semble que celle-ci laisse, en définitive, peu de traces. Premièrement, les auditeurs peuvent être distraits : ils écoutent normalement la radio en faisant autre chose et peuvent changer de chaîne à tout moment [J6]. Ensuite, selon le même répondant, ce qu'on a entendu à la radio s'oublie plus facilement que ce qu'on a vu à la télévision ou lu dans le journal [J6].

5.8.5 Web

5.8.5.1 Perceptions générales envers le web

De tous les médias, le web semble constituer un cas vraiment très particulier. Les chercheurs interviewés semblent nourrir une perception très négative envers ce médium « incontrôlable » et « peu rigoureux » [C3; C4; C6; C20] où toutes sortes d'informations sont véhiculées. Même si les chercheurs emploient le web (courriels, sites personnels, etc.), celui-ci n'est pas perçu comme un vecteur d'informations intéressant. Un répondant affiche explicitement sa préférence pour les « bons vieux médias papier » [C20]. Si on sonde du côté des journalistes, on peut observer une position presque totalement inversée. Si les journalistes admettent que le web comporte des inconvénients et possède ses limites, ils semblent trouver plus de potentiel à ce médium, qui serait, selon eux, celui où les rétroactions et la possibilité de construire un dialogue autour des sciences seraient les plus faciles [J5]. En somme, si les journalistes ont tendance à indiquer à la fois les avantages [J6; J7; J8; J9] et les inconvénients du web [J6; J8; J10], les chercheurs insistent plus sur les inconvénients de celui-ci. Si nous n'en avons repéré aucun soulignant les avantages du web, beaucoup d'entre eux en revanche en ont mentionné les inconvénients [C3; C4; C6; C20]. Il y a là une tendance qu'il serait intéressant de confirmer ou infirmer par une étude quantitative.

5.8.5.2 Traitement de l'information par le web

L'interview d'un journaliste impliqué dans la gestion d'un site web d'informations scientifiques destinées tant aux particuliers qu'aux journaux [J7] nous a permis d'avoir un aperçu des critères entourant la sélection des nouvelles traitées sur ce site. Cependant, il faut nuancer le portrait fait ici : il s'agit des critères appliqués sur un site web journalistique et professionnel, établi et géré par des journalistes professionnels. Pour un site web géré par des non-journalistes, les critères pourraient varier. Cela serait un détail à vérifier lors d'une autre enquête.

Pour ce qui est du répondant interrogé ici, les critères évoqués sont qualifiés, par lui, de « règles de base du journalisme ». Le répondant applique au web les mêmes critères qu'on enseigne aux journalistes en général : 1) l'intérêt public; 2) l'intérêt (l'importance) scientifique; 3) la nouveauté et 4) le facteur « wow ».

Le répondant ajoute que le processus de sélection, malgré ces règles, reste intuitif. Il mentionne également qu'un site comme le sien ne peut traiter qu'une centaine de recherches scientifiques par mois sur toutes celles qui se publient mensuellement.

5.8.5.3 Avantages et inconvénients du web

Si l'on fait le bilan des avantages et des inconvénients, chercheurs comme journalistes accordent au web la capacité de créer des dialogues et d'instaurer des rétroactions entre différents acteurs – capacité de loin supérieure à celle des autres médias [C19; J6]. Le contact direct avec le citoyen est permis – l'apparition de ce « journalisme citoyen » s'accompagnant d'avantages, mais aussi d'inconvénients comme on le verra plus loin [C4; J6]. Le web permet aussi, selon chercheurs et journalistes d'amplifier des messages qui n'auraient qu'une diffusion limitée via les médias traditionnels [C6; J6].

À ces avantages conjoints, les journalistes en ajoutent d'autres, notamment la possibilité de stimuler facilement un débat et de le suivre en direct [J6], donner une nouvelle place à la science (peu présente dans les médias traditionnels) [J7], archiver le contenu des médias traditionnels et faciliter leur consultation [J9]. Plusieurs journalistes

remarquent que des initiatives de vulgarisation scientifiques par le web existent déjà [J1], que le web fourmille déjà d'informations sur les nanotechnologies [J10]. Ils remarquent enfin que l'utilisation du web peut être complémentaire à d'autres médias plus traditionnels sans exclure ces derniers [J9]. De plus, ils remarquent que le web attire un lectorat de plus en plus grand – et surtout jeune [J7]. Certains journalistes liés aux magazines reconnaissent que l'adoption d'un volet web complémentaire au volet papier des revues est une option possible pour rajeunir le lectorat [J9].

Sur le plan des inconvénients, les chercheurs se montrent préoccupés par le contrôle et la rigueur de l'information véhiculée sur le web [C3; C4; C6; C20], pensant que « sur le web on trouve n'importe quoi » [C3]. Ce phénomène ne serait pas étranger avec l'apparition du journalisme citoyen : si le citoyen peut s'improviser journaliste et diffuser son opinion (ce qui n'est certes pas fondamentalement une mauvaise chose), il n'en reste pas moins qu'il n'est pas soumis aux mêmes critères de rigueur qu'un journaliste professionnel, qui a subi une formation en ce sens, mais qui doit, aussi, obéir à l'éthique du médium pour lequel il travaille [J6]. Les chercheurs remarquent (comme les journalistes) que la gestion d'un site web demande beaucoup de temps et des ressources [C19; J5]. L'un des chercheurs [C19] signale aussi la possibilité de conflits entre l'Université et le chercheur qui crée son propre site web, l'Université ayant une identité corporative à protéger.

À ces inconvénients, les journalistes en ajoutent d'autres : le web exige souvent la production de textes courts, faciles à lire à l'écran [J9]. Écrire sur le web demande donc un certain talent de vulgarisation. Également, le web a l'inconvénient de mettre toutes les opinions sur le même pied d'égalité [J10]. Un répondant [J10] donne en exemple le réchauffement climatique : même si, statistiquement, il n'y a qu'une minorité de chercheurs qui contestent le changement climatique, ils peuvent, au moyen du web, donner l'impression de constituer un groupe assez important pour faire croire que la question du changement climatique est controversée, alors qu'elle ne l'est pas autant. De plus, la quantité d'informations disponibles sur le web est considérable : l'internaute est rapidement submergé, éprouvant des difficultés à repérer les informations fiables sur un sujet donné

(ex. : les nanotechnologies), à les assimiler, etc. Nous sommes d'ailleurs dans une société surinformée où l'attention du citoyen est sollicitée à l'extrême [J6].

Enfin, la transparence constitue une autre problématique pointée par un répondant : certains sites web ne révèlent pas très bien l'identité de leurs gestionnaires ou de leurs auteurs, ce qui peut aider à camoufler d'éventuels conflits d'intérêts [J4].

5.8.6 Autres canaux

Dans le matériel récolté, d'autres approches de dialogue entre chercheurs et publics sont rapidement abordées. Les deux principales approches rencontrées concernent surtout les musées et les bars des sciences. Les musées ont l'avantage de pouvoir servir à l'éducation des jeunes, surtout lors des sorties scolaires organisées, mais encore là ils ne rejoignent qu'un public précis, soit celui des gens intéressés à la science quand ils viennent de leur propre chef [J1]. Les bars des sciences semblent attirer la sympathie des journalistes : ils permettent de mettre en présence divers acteurs, ainsi que le public, et d'obtenir des discussions approfondies moyennant une animation de qualité. Rien n'empêche, en plus, que ces discussions soient diffusées (à la radio, sur le web, etc.). Lors de ces activités, les rétroactions entre acteurs sont maximales, mais il faut reconnaître qu'il s'agit encore là d'une entreprise très limitée, avec peu de portée. D'un côté, le bar des sciences attire des gens intéressés par les questions abordées, il nécessite un déplacement de la part des gens. La portée de l'activité ne se limite qu'aux gens présents sur place. De plus, il s'agit souvent d'activités bénévoles parrainées par les organismes de vulgarisation scientifique locaux. Les chercheurs ne sont pas compensés pour leurs participations, ce qui peut les décourager [J1; J3; J9].

5.8.7 Le canal idéal : une utopie?

Comme on peut le constater en examinant le récapitulatif des caractéristiques des différents canaux examinés ici (voir tableau X), aucun canal ne semble meilleur que les autres pour dispenser une information rigoureuse à une vaste majorité du public, tout en

permettant d'obtenir des rétroactions qui permettraient de guider la recherche. Il semble cependant possible de combiner plusieurs canaux. Notons aussi que les rétroactions semblent surtout possibles grâce au web, les autres canaux obtenant l'essentiel de leurs rétroactions par ce moyen (ex. : courrier du lecteur par le web, etc.).

5.9 Conclusion

Nous venons de dégager du matériel récolté lors des entrevues les perceptions des répondants sur une foule de sujets : ce que sont les nanotechnologies, les questions éthiques soulevées par celles-ci, les responsabilités des chercheurs et des journalistes, les initiatives concrètes envisageables pour générer un dialogue entre les développeurs de nanotechnologies et le public, les contraintes avec lesquelles il faudrait composer, etc. Ces perceptions concernent les nanotechnologies, le milieu des chercheurs et celui des journalistes. Dans le prochain chapitre, nous allons confronter ces perceptions à la littérature que nous avons accumulée *en amont* de la collecte de données (chapitres 1 à 3) et à la littérature que nous avons accumulée *en aval* de cette collecte, suite à l'analyse des propos de nos répondants. Cette « double confrontation » devrait nous permettre de déterminer quelles initiatives de dialogues parmi celles qui ont été suggérées sont réalisables et à quelles conditions. Nous serons ainsi en mesure de formuler en fin de thèse des propositions d'initiatives qui tiennent compte des « réalités du terrain » telles qu'exprimées par les répondants. Ces initiatives pourraient éventuellement nous aider à instaurer un dialogue pour un encadrement adéquat des nanotechnologies.

Tableau IV Critères de définitions des nanotechnologies selon les chercheurs et les journalistes

Critères des chercheurs	Critères des journalistes
<ul style="list-style-type: none"> • Échelle de grandeur (1-300 nm, parfois jusqu'à 1 µm) • Exploitation de propriétés nouvelles liées à l'échelle de grandeur • Création volontaire par l'humain • Utilité • Structures inédites • Approche <i>bottom up</i> • Technologie complémentaire • <i>Buzzword</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Taille minuscule • Propriétés particulières de la matière qui émergent à cette échelle de grandeur • Fabrication par l'humain • <i>Buzzword</i>

Tableau V Questions éthiques et sociales soulevées par les nanotechnologies selon les chercheurs et les journalistes

Questions soulevées par les chercheurs	Questions soulevées par les journalistes
<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité humaine et environnementale • Équivalence des questions éthiques/sociales avec celles d'autres technologies • Questions au « cas par cas » • Sensationnalisme (chez chercheurs et journalistes) • Parallèle avec l'énergie nucléaire • Dialogue entre les parties prenantes • Analogies et dis-analogies avec les OGM • Cohérence des normes entre les pays • Éthique clinique • Exploitation du label « nano » à des fins de marketing • Effet « parapluie » et « ricochet » • Limites temporelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité • Sensationnalisme • Allocation des ressources • Flou entre le curatif et le préventif • Côté anticipé des nanotechnologies • Analogie/dis-analogie avec les OGM

Tableau VI Responsabilités des chercheurs selon les chercheurs et les journalistes

	Perceptions des chercheurs	Perceptions des journalistes
Objets	<ul style="list-style-type: none"> • Équivalence des responsabilités • Intégrité scientifique • Aspects externes de la recherche • Devoir d'information 	<ul style="list-style-type: none"> • Rigueur et transparence • Aspects externes de la recherche • Devoir d'information
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> • Protocoles scientifiques rigoureux • Formation adéquate du personnel • Participation à des comités • Participation à des forums • Conférences de vulgarisation • Recours aux médias • Plan de communication 	
Capacité	<ul style="list-style-type: none"> • Focalisation sur le laboratoire • Piètres vulgarisateurs • Faible intérêt à la vulgarisation • Nanotechnologies dures à cerner • Vulgarisation problématique • Dépendance des tierces parties • Milieu de la recherche • Milieu académique • Manque de ressource • Organismes subventionnaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne volonté présente • Demandes de subvention • Milieu de la recherche • Milieu académique • Pressions commerciales

Tableau VII Responsabilités des journalistes selon les chercheurs et les journalistes

	Perceptions des chercheurs	Perceptions des journalistes
Objets	<ul style="list-style-type: none"> • Devoir de rigueur • Informer le public sur la science • Pas encadrer la science 	<ul style="list-style-type: none"> • Devoir de rigueur • Intéresser les gens à la science • Représenter le public • Stimuler la réflexion critique • Susciter des débats publics • Pas remplacer les chercheurs
Moyens		<ul style="list-style-type: none"> • Codes d'éthique/déontologie
Capacité	<ul style="list-style-type: none"> • Compétence scientifique • Science peu attrayante • Secret 	<ul style="list-style-type: none"> • Facteurs économiques • Taille des articles • Difficultés à anticiper les questions • Responsables de communication

Tableau VIII Suggestions d'initiatives de dialogue par les chercheurs et les journalistes

Suggestions des chercheurs	Suggestions des journalistes
<ul style="list-style-type: none"> • Rencontres publiques • Émissions de télévision • Initiatives d'éducation publique (ex : écoles, métro, etc.) • Sites web • Organisme central • Journaux • Films de science-fiction 	<ul style="list-style-type: none"> • Rencontres publiques • Initiatives d'éducation publique (ex : écoles, métro, etc.) • Sites web et blogs • Organismes subventionnaires • Journées de recherche dans les lieux publics • Journaux • Radio • Création de médias privés • Employer le « courrier du lecteur » de médias existants • Employer les médias existants • Livres de vulgarisation • Pièces de théâtre

Tableau IX Contraintes pouvant limiter les initiatives de dialogues selon les chercheurs et les journalistes

Perceptions des chercheurs	Perceptions des journalistes
<ul style="list-style-type: none"> • Manque de temps • Ampleur de la tâche • Contraintes de la vulgarisation • Milieu académique (stimulation) • Accès aux acteurs • Décentralisation des nanotechnologies • Méconnaissance du public envers les nanotechnologies • Incapacité à rejoindre tous les publics • Motivation des acteurs concernés à s'impliquer 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de temps • Manque de ressources • Motivation des acteurs concernés à s'impliquer • Milieu académique (stimulation) • Contact difficile entre chercheur et public • Capacité de vulgarisation limitée chez les chercheurs

Tableau X Comparaison entre les différents canaux médiatiques pouvant servir dans des initiatives de dialogue

	Portée	Rétroactions	Avantages	Inconvénients
Télévision	Élevée	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Large portée 	<ul style="list-style-type: none"> • Science non prioritaire • Peu de nuances • Équipement lourd • Traitement irrégulier • Rétroactions limitées
Journaux	Moyenne	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Portée plus grande que les magazines • Dialogues possibles via courrier du lecteur et sondages 	<ul style="list-style-type: none"> • Préoccupations pour les ventes • Science non prioritaire • Contraintes de temps
Magazines	Faible	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Articles longs et nuancés possibles • Archives accessibles • Publics spécialisés 	<ul style="list-style-type: none"> • Prix élevé • Obligation d'achat • Revues scientifiques moins attirantes • Basse fréquence de publication • Rétroactions limitées
Radio	Moyenne	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Radios communautaires animées par des passionnés • Propice aux discussions • Logistique plus simple que la télévision 	<ul style="list-style-type: none"> • Science peu présente • Impact de la langue • Charge de travail énorme pour monter un reportage • Radio écoutée distraitement • Contenus radiophoniques facilement oubliables
Web	Élevée	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> • Rétroactions faciles • Amplification des messages • Journalisme citoyen • Facilité à stimuler le débat • Archiver le contenu des médias traditionnels • Assurer les rétroactions dans les médias traditionnels • Grand lectorat • Jeune lectorat 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de rigueur • Manque de contrôle • Journalisme citoyen • Gestion d'un site web demande temps et ressources • Textes courts pour lire à l'écran • Quantité considérable d'informations sur le web • Transparence des sites web (anonymat du web)

6. Discussion

6.1 Introduction

Cette thèse n'a pas comme but de seulement décrire les perceptions des gens que nous avons rencontrés par rapport aux nanotechnologies, aux médias et aux relations entre ceux-ci – et encore moins de fournir une explication sociologique à ces perceptions. Elle a aussi pour objectif de dégager, à partir des perceptions recueillies, des suggestions d'initiatives concrètes que les acteurs rencontrés pourraient mettre en place pour encadrer les nanotechnologies à l'aide des médias, de manière à ce que le développement de celles-ci soit harmonieux. Autrement dit, que le développement des nanotechnologies puisse se poursuivre tout en respectant les souhaits de la société. Il ne s'agit pas de seulement lister les suggestions explicites ou implicites contenues dans les propos de nos répondants, mais aussi de confronter ces suggestions à la littérature existante pour voir ce qui peut être accompli. C'est ce que nous allons faire dans le présent chapitre.

La collecte de données rapportée au chapitre 5 a été motivée par l'abondante littérature présentée en début de thèse. Examiner et analyser les perceptions et le vécu des répondants nous a permis de prendre conscience de certaines réalités propres au milieu des chercheurs et à celui des médias. Par conséquent, nous avons cherché à approfondir nos connaissances sur ces réalités, ce qui nous a conduit à constituer une seconde revue de littérature. Dans la présente discussion, nous allons « confronter » les perceptions exprimées par les répondants à ces deux revues de littérature, et vice-versa. Cette confrontation devrait nous permettre de dégager des suggestions d'initiatives concrètes que nous pourrions envisager afin de favoriser un développement harmonieux des nanotechnologies.

La structure de ce dernier chapitre de thèse suivra donc la logique de cette confrontation. Dans un premier temps, nous rappellerons nos trois questions de recherche. Dans un second temps, nous allons comparer les perceptions des répondants envers les

médias à la littérature sur le sujet. Dans un troisième temps, nous répéterons le même exercice pour les perceptions des répondants envers les chercheurs. Enfin, dans un quatrième temps, nous effectuerons une synthèse au cours de laquelle nous proposerons des initiatives concrètes qui nous permettraient d'arriver à un encadrement harmonieux des nanotechnologies, tout en tenant compte des contraintes exprimées par les répondants et expliquées ou confirmées par la littérature.

6.2 Rappel des questions de recherche

Comme nous l'avons vu, les trois questions qui ont guidé la cueillette des données, le processus de codage et la présentation des résultats sont les suivantes :

1) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies envers l'idée d'une collaboration entre médias, chercheurs et entreprises pour encadrer le développement des nanotechnologies?

2) Le cas échéant, quelles sont les stratégies à accomplir, selon les acteurs interrogés, pour réussir une telle collaboration?

3) Quelles sont les perceptions des acteurs en nanotechnologies et des médias en égard à leurs responsabilités?

Dans le chapitre 5, nous avons présenté les différentes perceptions des répondants en lien avec ces trois questions. Dans le présent chapitre, nous allons confronter ces perceptions à la littérature. Nous commencerons par discuter des informations relatives à la question 1 et la question 3 (perceptions envers la suggestion d'une initiative médiatique et perceptions envers les responsabilités des journalistes puis des chercheurs). Nous discuterons ensuite des perceptions relatives à la question 2, soit celles concernant les

initiatives concrètes. Cette dernière discussion, qui fera l'objet de la quatrième partie de ce chapitre 6, nous permettra de proposer des initiatives médiatiques concrètes pour mieux encadrer les nanotechnologies tout en tenant compte des contraintes soulignées par les répondants et expliquées par notre revue de littérature en aval.

6.3 Les médias

Les journalistes interviewés ont souligné plusieurs contraintes susceptibles de gêner toute initiative de collaboration entre les chercheurs et les médias pour un encadrement des nanotechnologies (voir le tableau IX). Par ailleurs, ces journalistes ont exprimé des responsabilités (voir le tableau VII) rejoignant celles que les chercheurs attribuent aux médias (rigueur, informer le public sur la science, etc.), tout en reconnaissant plusieurs manquements en la matière. Il semble donc y avoir un écart entre la réalité des médias et l'idéal exprimé par les répondants. Nous avons donc voulu vérifier l'existence de cet écart et, dans la mesure du possible, en trouver des hypothèses d'explication. Connaître ces causes est essentiel pour désigner des initiatives que chercheurs et médias pourraient mettre en place pour en arriver à un meilleur encadrement des nanotechnologies, comme nous le ferons à la fin du présent chapitre. Nous allons donc nous écarter un moment des nanotechnologies pour mieux y revenir.

6.3.1 L'idéal des médias

Récapitulons d'abord les grandes conclusions exprimées au second chapitre de la thèse. Bien qu'une partie du public demande à être consultée et à s'exprimer dans le développement des nouvelles technologies, il faut reconnaître qu'une grande majorité de la population s'y connaît peu en matière de science – et encore moins en matière de nanotechnologies. Il est prouvé aussi qu'après leur scolarité, la majorité des individus est maintenue au courant des avancées scientifiques via les médias et non pas via les experts ou la littérature spécialisée. Aussi n'est-il pas étonnant que certains rapports sur les

nanotechnologies recommandent d'employer les médias comme outil de communication et de dialogue avec le public. Les médias sont en effet reconnus comme étant un acteur déjà présent dans les flux d'informations entre chercheurs et publics; ils peuvent aussi bien influencer l'opinion publique que la refléter. La communication par les médias est souvent comprise dans les protocoles de recherche et on peut déjà considérer ceux-ci comme un rouage important pour qu'une entreprise ou un groupe de chercheurs entre en dialogue avec le public. Remarquons aussi qu'il n'est pas question d'employer les médias comme un simple outil de communication (ex. : pour éduquer le public) mais comme un moyen pour obtenir un dialogue (un échange d'information dans les deux sens) entre le public et les chercheurs. Ce dialogue pourrait servir à orienter les développements technologiques dans une direction acceptable.

Ces réflexions reposent sur plusieurs *a priori* au sujet des médias que notre revue de littérature en aval nous a permis de caractériser, mais qui étaient obscurs lors de notre revue de littérature en amont – raison pour laquelle nous ne les avons pas mentionnés dans les premiers chapitres de la thèse. D'une part, selon ces *a priori*, les médias y sont perçus comme un acteur servant d'intermédiaire dans une triade formée par eux, les chercheurs et le public. Les médias permettraient ainsi un flux d'information bidirectionnel entre ces deux derniers acteurs. C'est là une vision sans doute partagée par nombre de gens – une sorte de « vision intuitive commune ». Ces deux figures (figures 1 et 2), adaptées pour les nanotechnologies d'un article de Racine et al. (2005) sur les relations entre médias et neurosciences, illustre bien cette vision. La figure 1 présente les médias comme un intermédiaire qui transmet de façon linéaire les informations entre les chercheurs (dans notre cas, ceux en nanotechnologies, mais il en est de même pour d'autres domaines scientifiques) et le public. Il s'agit là d'une vision très simpliste. La figure 2 en revanche est plus proche de la réalité mais représente aussi un idéal de dialogue comme celui recommandé pour les nanotechnologies. Dans la réalité, le flux d'informations n'est pas linéaire et les divers acteurs concernés (chercheurs, médias, public, parties prenantes, bioéthiciens, philosophes, etc.) sont plutôt en interaction sans que les médias se trouvent au centre du processus. Les échanges sont plus complexes, mais ils permettent d'assurer, en

leur centre, un dialogue et un débat qui permettent de mieux encadrer les développements technologiques qui sont à l'étude – dans notre cas, les nanotechnologies. Si les médias ne sont pas au centre du processus, ils en constituent néanmoins un rouage important, comme les autres composantes du système.

Figure 1 : Vision unidirectionnelle des médias appliquée aux nanotechnologies (adapté pour les nanotechnologies à partir de Racine et al., 2005)

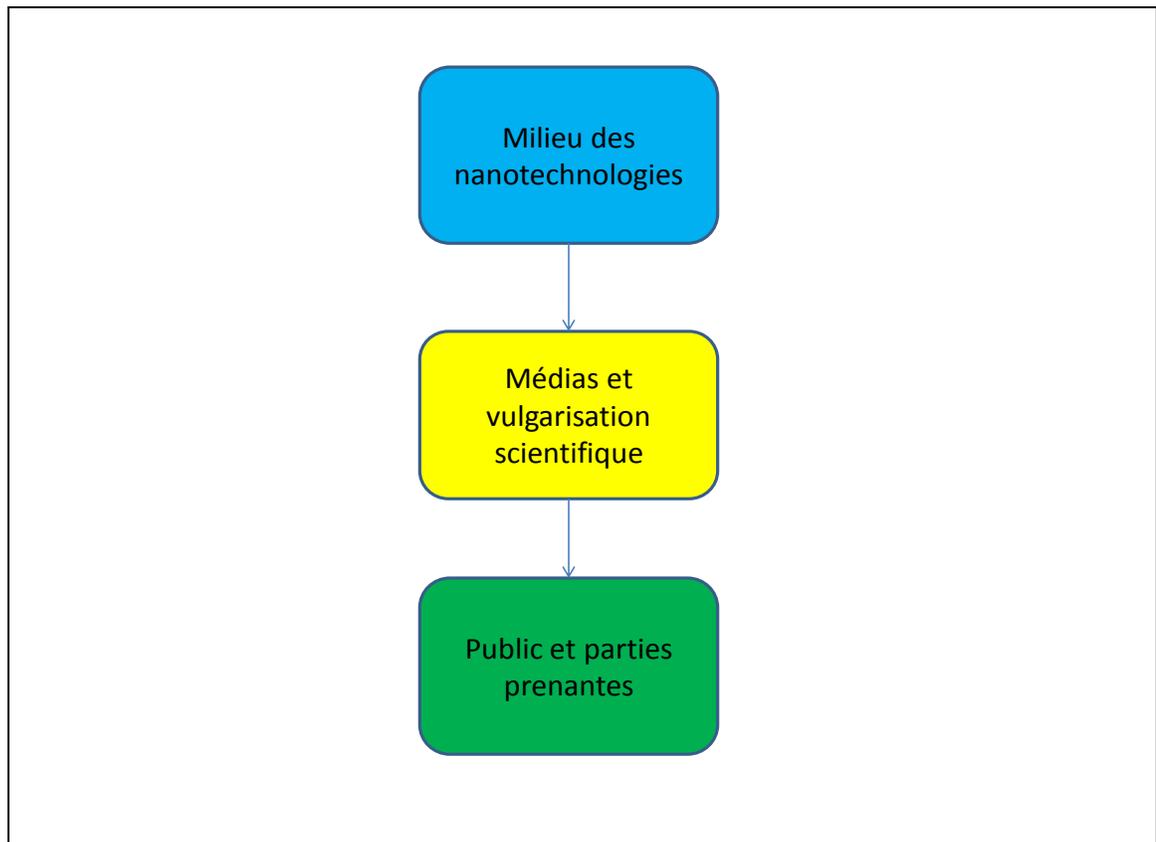
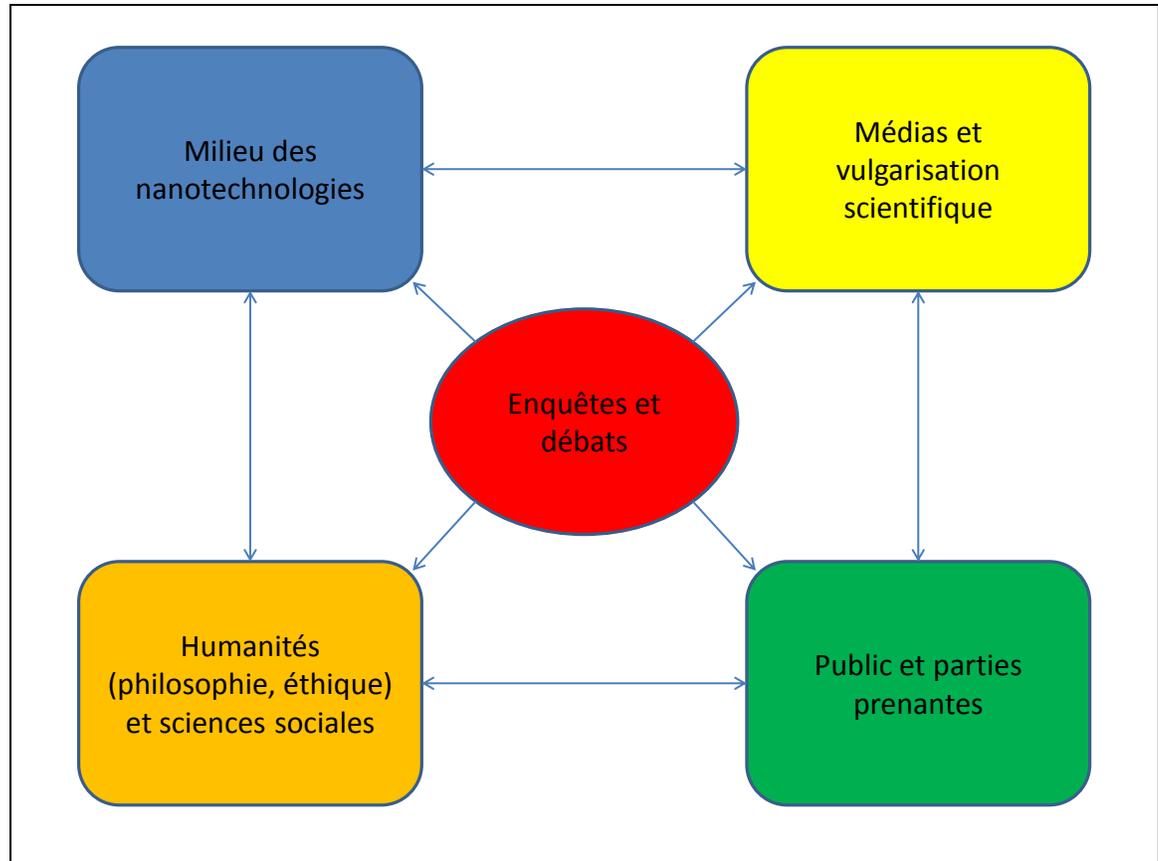


Figure 2 : Vision multidirectionnelle des médias appliquée aux nanotechnologies (adapté pour les nanotechnologies à partir de Racine et al., 2005)



À ces visions répandues des relations entre chercheurs, médias et public s'ajoute une autre vision *a priori* quant aux buts et à la mission des médias dans nos sociétés démocratiques. À en juger par les codes d'éthique journalistique (FJPQ, 2010; Bernier, 2004) et l'histoire des médias (Saint-Jean, 2002), on associe idéalement aux médias une dimension « démocratique » et une fonction de « service public » (Gusse, 2006). En effet, c'est en contribuant à entretenir un espace public où la discussion et la réflexion peuvent être fécondes que les médias contribuent à la démocratie et aux réflexions concernant les grands enjeux sociaux (politique, économique, environnement, science, etc.). C'est la raison d'être « officielle » des médias, ainsi que l'assise des normes qui figurent dans les documents relatifs à l'éthique de la profession. Dans cette vision, les médias se voient

conférer un rôle d'intermédiaire, de vulgarisateur des grands problèmes sociaux et aussi d'initiateurs de débats. Mais qu'on ne s'y trompe pas : ils ont aussi pour fonction d'aider le public à réfléchir au sujet de la société et à prendre des décisions (Bernier, 2008; Gusse, 2006). De nombreux cas célèbres contribuent à alimenter cette vision des choses, cas associés à l'âge d'or du journalisme mais aussi à des époques plus récentes – comme la controverse sur l'Accord multilatéral sur l'Investissement que les pays de l'OCDE ont tenté de négocier dans le plus grand secret en 1998 (Baillargeon, 2006).

Compte tenu de tous ces aspects, il est normal de penser que les médias peuvent – et ont – un rôle important à jouer en matière d'encadrement des activités scientifiques, tout comme ils ont un rôle à jouer en matière de réflexion politique auprès du citoyen. Il n'y a qu'un pas à franchir pour estimer que les médias ont particulièrement un rôle à jouer en matière d'encadrement des nanotechnologies. En plus de leur fonction idéale, leur existence concrète en tant que pourvoyeur d'informations scientifiques auprès du public, vient conforter cette position. N'oublions pas cependant que les médias ne sont pas les seuls acteurs concernés par cet encadrement. Pour qu'un dialogue constructif sur les nanotechnologies (et la science en général) s'instaure, les chercheurs doivent évidemment participer eux aussi à la transmission de l'information scientifique, en plus de rester attentifs aux demandes de la société.

Ce monde où chercheurs et médias collaborent pour construire avec le public un dialogue autour des nanotechnologies constitue un idéal, un but à atteindre clairement indiqué par notre revue de littérature « en amont ». Nous allons maintenant examiner les écarts entre cet idéal et la réalité dans laquelle nous vivons. Cette comparaison reposera sur les informations recueillies lors de notre collecte de données mais aussi au cours de notre revue de littérature « en aval ». Nous commencerons par regarder la réalité dans laquelle vivent les médias d'aujourd'hui et, par conséquent, l'écart entre cette réalité et l'idéal que nous venons d'explicitier.

6.3.2 Transformations des médias au cours du 20^e siècle

Les médias d'autrefois se conformaient aux idéaux (idéal démocratique, service public) qu'on retrouve dans les manuels d'éthique. Au cours du 20^e siècle toutefois, ils ont subi plusieurs transformations importantes. Ces transformations, bien que multiples, peuvent se résumer par deux changements majeurs, particulièrement importants pour notre propos : la marchandisation et la convergence.

6.3.2.1 La marchandisation des médias

Conséquence du développement du capitalisme lors de la révolution industrielle et tout au long du 20^e siècle, nombre d'institutions se sont progressivement transformées en entreprises (Le Cam, 2009). Les médias n'ont pas échappé à cette tendance. Aux prises avec des besoins financiers importants, ceux-ci ont trouvé dans la publicité une nouvelle source de revenus. Cela explique en partie pourquoi, dans les journaux, le contenu informationnel a pris de moins en moins de place par rapport au contenu publicitaire (Gusse, 2006). Certains auteurs vont d'ailleurs jusqu'à affirmer que si, en apparence, les médias vendent de l'information aux gens du public, ce qu'ils font en réalité c'est de vendre l'attention du public à des annonceurs (Baillargeon, 2006; Gusse, 2006). Quoi qu'il en soit, cette tendance à la réduction du texte par rapport aux publicités est mentionnée par certains de nos répondants [J5; J7]. Ceux-ci ont aussi attiré notre attention sur le fait qu'aujourd'hui, beaucoup de journaux privilégiaient les articles courts au détriment des articles de fond, ce qui laisse plus de place aux images et à la publicité [J5; J6; J7].

Ce glissement des médias de l'information vers la marchandisation a eu des impacts notables quant au type d'informations véhiculé par leurs soins. Les besoins financiers des médias et leur dépendance croissante à la publicité ont fait entrer ceux-ci en extrême compétition : il ne s'agit plus maintenant de vendre de l'information, mais de vendre suffisamment (de journaux, etc.) pour engranger des profits. Cette compétition et ce besoin de profit ont incité les médias à trouver toutes sortes de manières pour augmenter leurs chiffres de vente et leurs cotes d'écoute. L'information se devait d'être plus attrayante, plus

spectaculaire et plus « croustillante » pour intéresser une plus grande partie du public. L'information, qui visait originellement à susciter la réflexion sur les enjeux sociaux, est devenue information-spectacle, avec une concentration de l'attention des journalistes sur les sujets susceptibles d'intéresser le public à défaut, parfois mais pas tout le temps, d'être pertinents (Le Cam, 2009; Bernier, 2006; Gusse, 2006). Ces sujets sont reconnus généralement comme étant la politique, le sport, l'économie, les affaires judiciaires et la vie culturelle (potins de star, etc.) (Bernier, 2008). On notera que l'actualité scientifique est absente de cette liste; elle fait même figure de « parente pauvre » des médias, une opinion retrouvée à la fois dans la littérature (Lapointe et Dupont, 2006) et dans les perceptions de certains répondants [J6; J7; J10].

6.3.2.2 La convergence

Le terme « convergence » est fréquemment entendu aujourd'hui – et souvent employé à toutes les sauces. On peut rassembler sous son manteau deux phénomènes bien distincts : la concentration de la propriété des médias et l'uniformisation des informations dispensées par ces mêmes médias (Baillargeon, 2006).

La concentration de la propriété des médias désigne la réduction du nombre de propriétaires des médias (journaux, télévision, radio, magazines), une tendance qu'on observe un peu partout dans le monde. Comme mentionné plus haut, les médias sont aux prises avec des besoins financiers importants alors qu'ils sont en crise (diminution des ventes de journaux, des abonnements, emploi de matériel coûteux, etc.) (Le Cam, 2009; Gusse, 2006). Beaucoup de journaux ont disparu ou sont en voie de disparition. Il n'est donc pas surprenant de voir des groupes médiatiques ou des conglomérats fusionner pour assurer leur survie. La conséquence à moyen et long terme est, toutefois, que les médias d'un pays finissent par se retrouver entre les mains de quelques propriétaires seulement. Au Québec par exemple, la majorité des médias (télévisuel, journaux, internet) appartiennent essentiellement à trois grands conglomérats : Gesca, Québecor et Radio-Canada (Bernier, 2008; Baillargeon, 2006).

Une telle concentration de la propriété des médias permet d'assurer la survie de journaux ou de stations de télévision qui auraient disparu depuis longtemps. Toutefois, cette concentration s'accompagne souvent d'un phénomène secondaire : l'uniformisation des contenus. En effet, en situation de concentration de la propriété, il arrive qu'un même conglomérat possède à la fois des journaux, des réseaux de télévision, de radio et de sites internet et dispense le même contenu informationnel d'un type de média à l'autre (Bernier, 2008; Baillargeon, 2006). Le public, qui croit ainsi puiser à différentes sources d'information, se voit servir le même contenu et les mêmes discours, sans soupçonner que ceux-ci émanent d'une même source. Or, la diversité des sources et des discours est une exigence fondamentale de la réflexion démocratique prônée par l'éthique des médias : sans comparaison entre opinions différentes, sans contraste, la réflexion critique ne peut s'accomplir (Béland, 2006).

L'uniformisation des contenus peut se révéler particulièrement problématique lorsque des conglomérats dictent le contenu de cette information en fonction de leurs intérêts personnels. Le public se retrouve alors inondé par plusieurs canaux (télévision, radio, journaux, web) présentant un discours non seulement uniforme, mais aussi orienté en fonction des intérêts d'une instance supérieure. L'information journalistique peut alors devenir propagande. Le phénomène est bien documenté par nombre d'études empiriques (Bernier, 2008; Gusse, 2006) et a fait l'objet de plusieurs rapports indépendants (GTJAIQ, 2010) ou gouvernementaux (Commission de la Culture, 2001).

Jumelée à l'entrée de la marchandisation dans les médias, la convergence peut engendrer une grave atteinte à la démocratie. Une première atteinte en ce sens que l'uniformisation des discours et le glissement vers une information-spectacle sont incompatibles avec la création d'un espace public de discussion et de réflexion, où chaque citoyen peut forger sa propre opinion de manière responsable. Une seconde atteinte aussi parce que le citoyen peut devenir « dépolitisé » : celui-ci peut se transformer en individu cynique, peu préoccupé par les affaires publiques, avide seulement de sensations fortes et de spectacles (Gusse, 2006). Dans un tel contexte, on ne peut s'étonner du manque apparent d'intérêt d'une vaste partie du public envers les questions scientifiques.

La marchandisation des médias et la convergence ont évidemment eu un impact sur les conditions de travail des journalistes. Ces conditions, dans leur état actuel, viennent souvent compliquer les capacités des journalistes à accomplir leur fonction. L'examen des ouvrages sur les journalistes contemporains et des guides destinés aux étudiants en journalisme laissent entrevoir que le métier de journaliste est souvent associé à une grande précarité, surtout pour les journalistes débutants et les journalistes à la pige (Brunelle, 2006; Lapointe et Dupont, 2006). Cette situation est cohérente avec les opinions exprimées par certains de nos répondants des médias [J3; J7; J9]. De nombreux journalistes doivent, pour gagner leur vie, rédiger énormément d'articles pour divers magazines ou autres médias. Cette nécessité de produire *beaucoup et rapidement* pour vivre a pour conséquence qu'ils ont moins de temps pour approfondir leurs articles, quand ils ne sont pas obligés d'occuper un autre emploi (Brunelle, 2006; Lapointe et Dupont, 2006). Nous ne détaillerons pas davantage la précarité observable chez certains journalistes, mais gardons en mémoire l'existence du phénomène : celui-ci devra être pris en considération au moment de formuler des recommandations en lien avec les nanotechnologies.

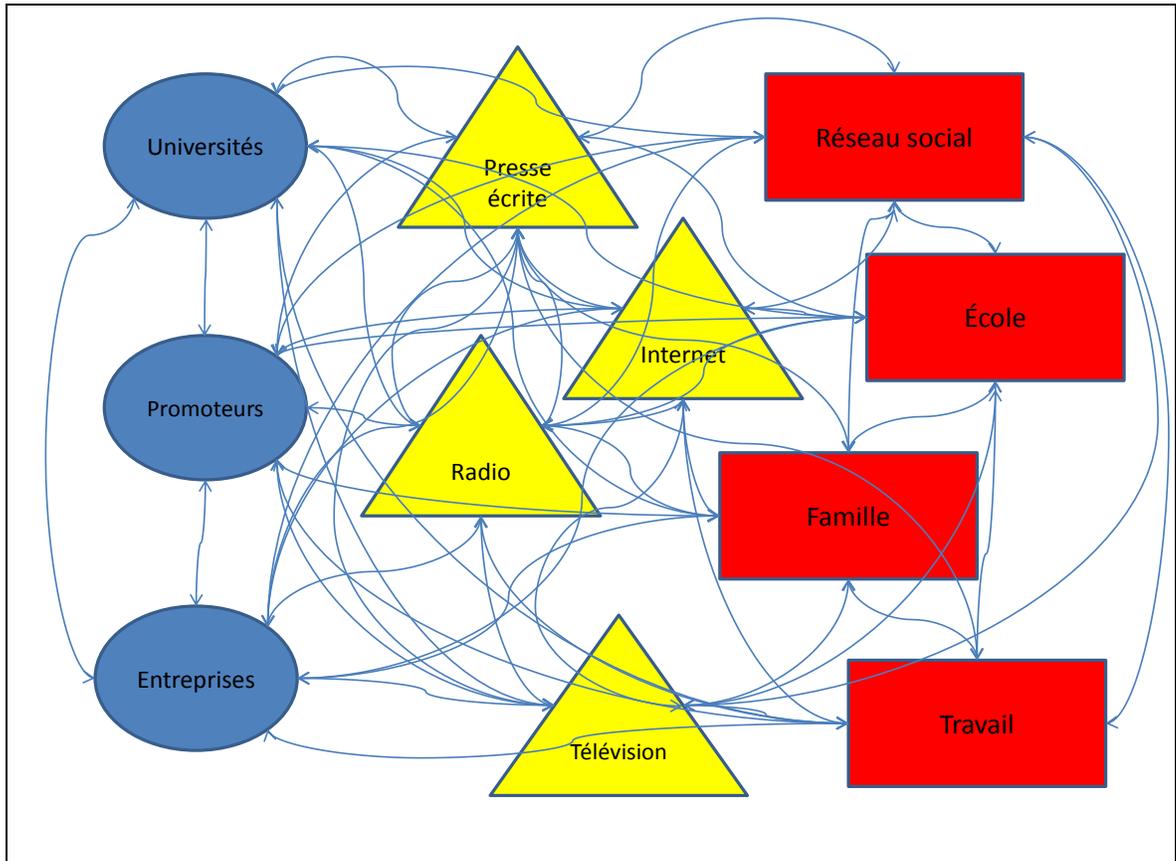
6.3.2.3 Des relations complexifiées entre les acteurs

Nous avons montré plus haut deux figures représentant les relations entre chercheurs, médias et public. Les relations simplifiées qu'on y retrouve sous-tendent implicitement les recommandations de créer un dialogue entre chercheurs en nanotechnologies et public au moyen d'un recours aux médias. Dans la réalité, ces relations sont beaucoup plus chaotiques, comme le montre la figure 3, adaptée aux nanotechnologies à partir d'un article de Caron-Bouchard et Renaud (2010) sur la santé publique et les médias. Au lieu d'être composée de quelques entités en interactions, notre société est plutôt une nébuleuse d'acteurs, de différents médias et de différents milieux – nous n'avons qu'à nous rappeler comment, par exemple, le « public » est en fait composé de plusieurs « publics ». Or, chacune des composantes de ce système peut échanger de l'information avec *toutes* les autres. Les flux ainsi obtenus atteignent rapidement une complexité telle qu'il devient rapidement difficile, voire impossible, de les contrôler. L'évolution de l'information est en

fait imprévisible et peut engendrer des effets contraires à ceux attendus. Employer volontairement les médias pour répandre, par exemple, une vision strictement positive des nanotechnologies serait un processus très hasardeux.

L'intérêt de cette figure pour notre propos est double. D'une part, elle nous montre qu'il semble assez utopique, même dans une optique *d'éducation* ou de *relation publique*, de diffuser des informations sur les nanotechnologies dans l'espoir de seulement gagner l'adhésion du public — comme le craignent les détracteurs des campagnes de vulgarisation organisées par les promoteurs des nanotechnologies. Cela nous montre aussi que les tenants de l'approche « *pave the way* » dont il a été question au chapitre 2 — ceux qui aimeraient employer le dialogue avec le public pour rendre ce dernier favorable aux nanotechnologies — devraient y regarder à deux fois avant de s'engager dans cette voie. D'autre part, cette figure nous rappelle que ceux qui préconisent un recours aux médias pour mieux encadrer les nanotechnologies doivent eux aussi faire attention. La société avec laquelle ils espèrent entrer en dialogue est infiniment plus complexe et le processus ne sera pas aussi facile qu'ils le croient.

Figure 3 : Complexité des interactions entre les acteurs concernés par les nanotechnologies et les médias (adapté aux nanotechnologies à partir de Caron-Bouchard et Renaud, 2010)



6.3.3 Les écarts entre l'idéal et la réalité chez les médias : incidences sur l'encadrement des nanotechnologies

Récapitulons ce dont nous venons de discuter. Il existe un profond écart entre les médias « idéaux », qui ont une fonction de « service public », et les médias contemporains. Au fil du temps, avec l'entrée d'une logique d'entreprise dans leurs mœurs et une dépendance croissante envers les revenus publicitaires, les médias sont devenus « capitalistes ». Parallèlement, une convergence de la propriété et des contenus ont, à leur tour, engendré une très grande précarité chez les journalistes, une priorité accordée à

l'information-spectacle et des conditions de production de nouvelles (rapidité, quantité) souvent incompatibles avec une information de qualité. Et incompatibles, pourrait-on dire, avec les responsabilités des journalistes telles que ceux-ci et les chercheurs l'ont exprimé (voir le tableau VII).

Dans de telles conditions, la mission démocratique originelle des médias et leur fonction de service public apparaissent très difficiles à accomplir. De plus, les médias indépendants de l'influence de tout conglomérat ou groupe d'intérêt éprouvent aussi des difficultés à remplir leur mission, faute de moyens suffisants. L'accent est mis sur les sujets « chauds », comme la politique, les crimes, les « potins de stars » et le sport – autant de sujets susceptibles de susciter d'abord l'intérêt du public à défaut, souvent, d'être dans l'intérêt de celui-ci, pour reprendre l'expression de Baillargeon (Baillargeon, 2006). La science fait souvent figure de parente pauvre comparée à ces sujets plus attrayants, une réalité reconnue dans la littérature (Lapointe et Dupont, 2006) et chez certains répondants des deux catégories [C3; J6; J7; J10]. À moins qu'elle ne soit au cœur d'une catastrophe ou d'un débat politique (crise du nucléaire, OGM), la science sera souvent déclassée dans l'ordre de priorité des nouvelles au profit de la politique et du sport. On peut penser que, tant que les nanotechnologies ne provoqueront pas de catastrophes ou ne feront pas l'objet d'une controverse publique comme celle des OGM, il y a peu de chances qu'elles fassent l'objet de l'attention des médias généralistes. D'ailleurs, deux journalistes rencontrés dans le cadre de notre enquête ne perçoivent pas les nanotechnologies comme un sujet d'actualité [J8; J9].

Compte tenu de ce contexte, la perspective de créer un dialogue autour des nanotechnologies au moyen des médias semble très difficile, voire irréalisable. Au Québec, le nombre de médias susceptibles de s'investir dans cette démarche est très réduit. Il faudrait des médias indépendants, libres de toutes contraintes. Comment de tels médias peuvent-ils fonctionner? Nous y reviendrons.

Une solution serait de procéder à une vaste réforme des médias pour diminuer les impacts négatifs de la convergence et du consumérisme, et de revenir à l'idéal démocratique exprimé dans les manuels d'éthique du journalisme. Une telle entreprise

dépasse le cadre de la thèse et a déjà fait l'objet de plusieurs commissions d'enquête, certaines remontant à aussi loin que les années 1980 (Gusse, 2006). Aucune de ces commissions ne semble avoir donné de suite (Béland, 2006).

Ce portrait étant fait, nous ne croyons pas qu'il faille renoncer à l'idée de toute initiative médiatique. Si nous avons décrit les caractéristiques du monde des médias pouvant gêner un processus d'encadrement des nanotechnologies, ce n'est pas pour conclure à l'impossibilité de telles initiatives, mais bien pour voir si, compte tenu des conditions que nous venons de voir, certaines initiatives sont envisageables – et si oui, lesquelles. Nous y reviendrons dans la conclusion de ce chapitre.

6.4 La réalité des chercheurs

Les chercheurs constituent l'autre pôle important dans l'encadrement des nanotechnologies. Dans la vision idéale des relations entre chercheurs et médias résumée quelques pages auparavant, les chercheurs sont ceux qui font avancer la connaissance et la dispensent au reste de la société, se tenant prêts à dialoguer avec cette dernière pour mieux orienter leurs recherches. Il est donc nécessaire d'aller voir si l'univers des chercheurs oppose des contraintes à cet idéal et, si oui, en tenir compte au moment de proposer nous-mêmes des initiatives pour encadrer les nanotechnologies. Nous suivrons donc le même cheminement que pour les médias dans les sections précédentes. Nous commencerons par parler de la mission originelle des chercheurs universitaires pour aborder ensuite les diverses transformations subies par les universités et le milieu de la recherche au fil des décennies. Nous verrons de quelle manière ces transformations ont modelé la réalité dans laquelle vivent les chercheurs contemporains. Ultiment, il faudra tenir compte de cette réalité au moment de suggérer des initiatives de dialogue autour des nanotechnologies.

6.4.1 La mission originelle de l'Université et des chercheurs

Fondées au Moyen-âge, les premières universités constituaient des bulles à l'intérieur de la société européenne tourmentée de l'époque. Elles étaient de véritables « tours d'ivoire » où la vie intellectuelle pouvait – du moins théoriquement – s'accomplir libre de toutes contraintes. Tout comme les médias sont associés originellement à un idéal, les universités et leurs chercheurs répondaient à la mission de produire, diffuser et conserver les connaissances (Woodhouse, 2009; Giroux, 2006; Young, 2005; Conseil Supérieur de l'Éducation, 1996). Cette mission peut se résumer par les trois grands axes d'activités suivants : 1) effectuer de la recherche, 2) procéder à l'enseignement et 3) faire bénéficier la communauté de la connaissance ainsi générée (Neresini et Bucchi, 2011; Chartrand et al., 2008; Bertrams, 2006).

Accomplir cette vie intellectuelle exige une certaine indépendance par rapport au milieu extérieur, l'ambition des premiers universitaires étant de conduire leurs réflexions sans subir la censure des autorités politiques ou religieuses – un principe d'indépendance qu'on peut qualifier de « liberté académique » (Woodhouse, 2009). Cette liberté n'est pas sans rappeler la « liberté de presse » que réclament les médias pour accomplir leurs propres activités. Il va sans dire que le respect d'une telle liberté n'a pas toujours été facile : l'Université existe malgré tout dans un monde réel et dépend du soutien financier d'entités extérieures à elle – État, citoyens, entreprises, clergé... (Young, 2005).

Au fil des siècles toutefois, les universités et la recherche scientifique ont subi d'importantes transformations qui ont profondément modelé le visage de la recherche contemporaine. Nous pouvons résumer ces transformations par deux changements majeurs : la transformation progressive des universités en entreprises et l'association croissante des universités avec le milieu industriel. Nous allons détailler brièvement ces deux grands changements et leurs conséquences sur la vie du chercheur.

6.4.2 L'émergence de l'Université-Entreprise

Au fil des siècles, les universités se sont progressivement transformées, passant d'une organisation de type « tour d'ivoire » à une organisation possédant plusieurs similitudes avec les entreprises privées. Il y a plusieurs raisons à cela. L'une des plus évidentes est que les universités ont des besoins financiers et administratifs à combler. Si les premières universités ne réunissaient, pratiquement, que les maîtres et leurs étudiants, l'augmentation du nombre de ceux-ci au fil des siècles et la complexification des activités académiques a nécessité l'incorporation de personnes chargées de leur administration. Au 20^e siècle, la partie « administration » de l'université a pris le pas sur les activités académiques classiques. Cette tendance s'est exacerbée après la Seconde Guerre mondiale, surtout au cours des années 1970 et 1980, où différents acteurs habituellement étrangers à la vie académique, notamment des acteurs socio-économiques, ont commencé à siéger dans l'administration des universités (Boisvert, 1997).

Pour assurer ses activités et les coordonner, l'Université n'a donc pas eu le choix d'adopter certaines structures de gestion semblables à celles des entreprises. Cette transformation est toutefois allée beaucoup plus loin. Ses origines sont sans doute multiples, mais la littérature consultée en attribue une bonne partie au discours néolibéral qui, depuis plusieurs années, a profondément transformé les sociétés contemporaines (Lorenz, 2007; Le Cam, 2006). Cette logique néolibérale est présentée tantôt comme une logique incontestable à laquelle les institutions et la société doivent se plier pour fonctionner correctement, tantôt comme une « idéologie », une vision du monde parmi tant d'autres qu'on présente à tort comme absolue et qui devrait être questionnée (Bernatchez, 2003). Quoi qu'il en soit, on attribue certaines transformations de l'université – aussi bien européenne que nord-américaine, incluant le Canada et le Québec – à la prévalence actuelle de ce discours (Woodhouse, 2009; Lorenz, 2007). Les universités n'ont pas échappé à cette vague, adoptant de plus en plus certains traits (pratiques, discours, langages, valeurs, etc.) propres aux entreprises privées (Bertrams, 2006; Giroux, 2006). Elles ont aussi développé une compétitivité extrême (« publish or perish », etc.) pouvant

engendrer plusieurs travers sur lesquels nous reviendrons – par exemple les biais de publication (Fanelli, 2010). Au Canada, même si l'État (tant au niveau fédéral que provincial) fournit un soutien financier aux universités, celles-ci ont dû suivre la vague pour assurer leur survie (Woodhouse, 2009; Giroux, 2006; Crespo, 2003; Evans et Packham, 2003).

6.4.3 Associations entre l'université et l'entreprise

Nous avons mentionné plus haut qu'au cours du 20^e siècle, on a observé une association de plus en plus fréquente entre les universités et le monde industriel (Weatherall, 2003) – cette situation est très évidente dans le cas des nanotechnologies, surtout au Québec, où des efforts intenses sont accomplis pour associer chercheurs et industrie (NanoQuébec, 2012b; CEST, 2006). Au Canada et au Québec, si l'État fournit un certain soutien financier aux universités, celles-ci n'ont pas le choix de se tourner vers des fonds privés pour assurer leur subsistance (Chartrand et al., 2008; Giroux, 2006). Les politiques québécoises, dès les années 1990, incitent beaucoup les entreprises et les universités à collaborer, par exemple au moyen de crédits d'impôt. Au début des années 2000, plusieurs organismes gouvernementaux ont aussi été créés pour inciter les universités et les cégeps à commercialiser les fruits de leurs recherches; on peut citer en exemple la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), Génome Canada et Génome Québec. Les universités elles-mêmes se dotent de bureau de commercialisation pour accroître leur prise de brevets (Chartrand et al., 2008; Crespo, 2003).

De telles incitations n'ont rien de surprenant, dans la mesure où le développement technologique constitue un moteur de l'économie nationale (MDEIE, 2006; Roy, 1998). Mais les universités elles-mêmes ont des raisons particulières de s'associer aux entreprises. Jadis, la recherche se déroulait de manière indépendante, ses objets et ses buts étant surtout dictés par la curiosité des chercheurs – ce qui n'excluait pas, évidemment, l'existence de recherche dans les milieux industriels et gouvernementaux. Mais au 19^e et surtout au 20^e siècle, la recherche s'est mise à dépendre d'un appareillage coûteux et d'équipes de plus en

plus multidisciplinaires. Un rapprochement avec les entreprises est donc très avantageux pour les universités : dans un contexte où leur financement diminue, elles peuvent trouver dans les entreprises des partenaires idéales pour accéder à du matériel et des ressources autrement indisponibles. De plus, l'association avec des entreprises peut aider les universités à s'intéresser à des problèmes concrets. Certains vont même jusqu'à qualifier de « triangle d'or » l'association Université-Recherche-Entreprise et proposent d'en pousser la logique plus loin – par exemple en incitant non plus les chercheurs à publier mais à déposer plus de brevets, ou à breveter d'abord pour publier ensuite (Boris et Vaissié, 2009; Bertrams, 2006; Crespo, 2003). Sterckx (2011) résume bien les divers arguments mis de l'avant pour établir une équivalence entre incitation au brevetage et stimulation de l'innovation technoscientifique.

On pourrait faire ici un rapprochement avec les avantages attribués à la convergence chez les médias, la concentration de la propriété pouvant permettre d'assurer l'existence de journaux ou autres médias qui disparaîtraient, ou encore donner accès aux journalistes à un matériel et d'autres moyens d'expression auxquels ils n'auraient jamais touché.

Comme la convergence médiatique apporte aussi son lot de problèmes, les associations entre universités et entreprises ne sont pas sans inconvénients : glissement vers une recherche strictement appliquée, érosion de la liberté académique, secret industriel empêchant la diffusion des informations, risques de conflits d'intérêts, accent mis sur les recherches à court terme, etc. (Woodhouse, 2009; Weatherall, 2003) Ces problèmes ont trouvé une illustration médiatisée dans des cas comme l'Affaire Olivieri, au cours de laquelle une chercheuse de l'Université de Toronto avait été attaquée en justice par l'entreprise qui finançait partiellement ses travaux. Le Dr Olivieri avait en effet ignoré les interdictions de cette entreprise en révélant à ses sujets de recherche les dangers que représentait le médicament à l'étude (Woodhouse, 2009; Giroux, 2006; Crespo, 2003). Nous pourrions suggérer ici aussi un parallèle entre ces inconvénients et les dérapages associés à la convergence des médias : contrôle des propriétaires sur l'information médiatique, falsification des nouvelles, conflits d'intérêts, etc. Notons toutefois que si ces partenariats

peuvent avoir des inconvénients, ils peuvent aussi être compatibles avec une recherche scientifique de qualité (Godin et Gingras, 1999).

6.4.4 La réalité des chercheurs contemporains : impacts sur l'encadrement des nanotechnologies

Récapitulons. Dans un tel contexte, le chercheur universitaire d'aujourd'hui est très différent du maître d'université de l'époque médiévale, ce savant œuvrant pour la connaissance pure. En plus de ses tâches d'enseignement et de recherche, le chercheur se voit attribuer une troisième « mission », pour reprendre l'expression de Williams-Jones (2005), soit de s'impliquer dans des opérations de transfert technologique. Le chercheur contemporain doit de plus en plus présenter un profil d'entrepreneur et penser en terme de compétition, rentabilité et profits. Il peut fonder sa propre entreprise, combiner ses activités commerciales à ses activités académiques, et former des réseaux avec le milieu industriel. Pour son avancement, il est souvent évalué en priorité sur la recherche (nombre de publications, subventions obtenues et brevets). Si nous nous fions au profil de nos répondants, ainsi qu'aux banques de données consultées lors de la réalisation du projet de recherche rapporté dans cette thèse, beaucoup de chercheurs en nanotechnologies correspondent à cette image. Au Québec, beaucoup d'efforts sont mis sur la création de partenariats entre chercheurs universitaires et entreprises (NanoQuébec, 2012b; Lafontaine, 2006).

Dans de telles conditions, il n'est pas étonnant que le chercheur doive sacrifier une partie de sa mission d'enseignement et de retour à la collectivité (vulgarisation, essais, etc.) au profit de la recherche – ce retour n'étant plus envisagé qu'à travers les applications concrètes qui découleront de cette même recherche. Cette vision des choses est cohérente avec les perceptions résumées au tableau VI : si les répondants associent aux chercheurs des responsabilités d'intégrité scientifique mais aussi un devoir d'information et une obligation de s'intéresser à ce qui se passe en dehors du laboratoire, ils reconnaissent que le milieu dans lequel le chercheur évolue peut gêner l'exercice de ces responsabilités. Il serait

cependant précipité de conclure que seuls le milieu académique et de la recherche imposent des limites à ces responsabilités. La vulgarisation scientifique et la communication en dehors de l'université sont des arts difficiles que peu de chercheurs maîtrisent adéquatement, et qui semblent absents de leur formation. Les nanotechnologies, surtout, constituent un domaine difficile à expliquer, dont les rudiments doivent être constamment rappelés au public lors d'une vulgarisation, comme en témoignent certains répondants [J9; J10].

À première vue, il semble difficile pour les chercheurs en nanotechnologies (mais aussi de bien d'autres domaines) de s'investir dans un dialogue avec le public, lorsque ni leur culture (c.-à-d. absence de formation en vulgarisation), ni leur milieu, ne le favorisent.

6.5 Synthèse : suggestions d'initiatives concrètes

Le milieu des médias et celui des chercheurs sont très éloignés de leur idéal propre. Non seulement un encadrement des nanotechnologies au moyen des médias comme celui préconisé par la littérature n'existe pas, mais on peut constater que toutes sortes de contraintes à la fois propres et semblables au milieu des médias et celui des chercheurs auraient tendance à s'y opposer. La solution la plus évidente serait de procéder à une réforme radicale de ces milieux, mais il s'agit là d'une tâche gigantesque, en dehors de nos capacités. Faut-il alors jeter l'éponge?

Nous croyons que non et que, malgré les contraintes analysées ci-dessus, certaines initiatives concrètes à petite échelle peuvent être entreprises. Si certaines de ces initiatives demandent évidemment du temps et des ressources, voire un changement de mentalité, elles sont cependant plus réalisables qu'une réforme totale des médias, du milieu des chercheurs et de la société elle-même.

6.5.1 Rappel de quelques suggestions

Si le lecteur se rapporte au tableau VIII, il pourra retrouver la liste de suggestions d'initiatives formulées aussi bien par les chercheurs que les journalistes. Les deux catégories de répondants ont formulé en commun : 1) rencontres publiques; 2) Initiatives d'éducation publiques (ex. : écoles, métro); 3) Sites web et 4) Journaux. Certaines suggestions présentes chez une catégorie mais absentes chez l'autre, après examen, peuvent se recouper. Ainsi, l'emploi de la télévision suggéré par les chercheurs peut rejoindre l'emploi des médias existants préconisé par certains journalistes. L'emploi de films de science-fiction mentionné par des chercheurs peut aussi recouper les pièces de théâtre et livres de vulgarisation proposées par certains journalistes. Enfin, certaines suggestions ne se sont retrouvées que chez une seule des deux catégories de répondants. Certains chercheurs ont mentionné la création d'un organisme central pour traiter les questions éthiques des nanotechnologies et leur gouvernance. Du côté des journalistes, on retrouve le recours aux organismes subventionnaires, à la radio, la création de médias privés. Sans passer en revue toutes ces suggestions, nous allons en extraire quelques-unes qui semblent intéressantes, compte tenu des milieux dans lesquels les chercheurs et les médias vivent – ce qui peut impliquer, au besoin, une certaine adaptation de ces milieux.

6.5.2 Création de médias privés par les chercheurs

Puisque les médias généralistes sont aux prises avec une marchandisation et une convergence qui rendent moins attrayant pour eux le traitement des questions scientifiques, on pourrait envisager la création, par des universités, d'un organisme médiatique indépendant chargé de traiter les questions scientifiques de manière rigoureuse et, au besoin, de tâter le pouls du public. Le fonctionnement d'un tel organisme médiatique demanderait évidemment réflexion quant à son canal, son financement, et la manière d'assurer son indépendance face aux universités et autres parties prenantes. Notons cependant que de telles initiatives auraient déjà été mises en place, par exemple à l'Université Yale [J7]. Il existe aussi un centre de médias scientifiques indépendants à

Londres (Fox, 2009) et on assiste à la mise en place d'un réseau international d'agence de presse dont le rôle serait justement de fournir une vulgarisation scientifique de qualité auprès de la population (Kirby, 2011). De tels groupes pourraient servir à établir un dialogue constructif autour des nanotechnologies. Il va sans dire, toutefois, que le fonctionnement de ces groupes exigerait une certaine révision des priorités des chercheurs et des universités, ainsi que l'allocation de ressources adéquates – le manque de temps et de ressources constituant des obstacles majeurs, si on se rapporte au tableau IX. Toutefois, les chercheurs et les promoteurs des nanotechnologies auraient tout à y gagner, les nanotechnologies constituant après tout l'essentiel de leurs activités, ce qui n'est pas le cas pour les journalistes et les gens des médias.

Des observatoires indépendants sur les nanotechnologies pourraient, dans un même ordre d'idée, être mis en place au Québec. Ces observatoires neutres pourraient colliger les informations sur les nanotechnologies et les rendre accessibles aux spécialistes, aux journalistes, mais aussi aux gens du public sous une forme vulgarisée. On pourrait s'inspirer de sites comme l'observatoire sur les OGM mis en place par l'Université Laval et le ministère de l'Agriculture du Québec (Observatoire Transgène, 2012) ainsi que du site Génétique (Génétique, 2012). Un tel observatoire sur les nanotechnologies ne serait pas un organisme de promotion, comme NanoQuébec (NanoQuébec, 2012), ou un réseau de recherche interuniversitaire comme le réseau NE³LS (Réseau NE³LS, 2012). Il s'agirait vraiment d'une entité dont l'objectif premier est de collecter des informations, les vulgariser, les rendre publique et entrer en dialogue avec le reste de la société civile. Le fonctionnement d'un tel organisme serait à déterminer, mais on peut concevoir qu'il pourrait travailler en collaboration avec les autres entités déjà mentionnées.

6.5.3 Investir le web

Au cours de notre collecte de données, nous avons constaté deux faits intéressants concernant les canaux employés par les médias pour rejoindre le public. Premièrement, des cinq grands canaux étudiés (télévision, presse, magazine, radio, internet), aucun d'entre eux

ne ressort comme un canal « idéal » pour instaurer un dialogue. Par exemple, si la télévision rejoint un vaste public, elle permet peu la diffusion d'informations scientifiques et les rétroactions de la part du public – sans oublier les coûts inhérents à la production d'émissions télévisuelles (caméras, etc.). Du reste, peu importe le canal, les rétroactions de la part du public semblent surtout transmises via le web. Le web, en effet, permet, par les courriels et les forums, une meilleure rétroaction que, par exemple, lors de lignes ouvertes – les entreprises de presses l'ont très bien compris, vus leurs efforts généralisés dans l'établissement de diverses plateformes web (blogues, forums, etc.) (Noblet et Pignard-Cheynel, 2010). Deuxièmement, nous avons constaté que parmi tous ces canaux, le web est celui qui suscite le plus de passions opposées, même si tant les chercheurs que les journalistes le mentionnent. Les chercheurs se montrent particulièrement critiques envers le web, alors que les journalistes, s'ils en reconnaissent les limites et les pièges, sont plus favorables à son emploi comme outil de diffusion d'informations et de dialogue.

Le principal reproche adressé au web concerne le manque de rigueur des informations qu'on y trouve. N'importe qui peut s'improviser spécialiste ou journaliste et y écrire ce qu'il veut – incluant des affirmations non fondées – en toute impunité. La recherche d'informations sur le web doit se faire avec un esprit critique qui n'est pas développé chez tout le monde. Une bonne partie du public ne serait pas dupe, dans la mesure où certaines études montrent qu'en terme de crédibilité, le web est souvent classé loin derrière d'autres médias. En effet, la télévision reste le média le plus crédible pour la majorité des gens, le web n'occupant la même place que pour une personne sur cinq (Lagacé et Renaud, 2010). Seulement, les mêmes études ont montré que, lorsqu'ils entendent une nouvelle ou une information à la télévision, ou qu'ils lisent celle-ci dans les journaux, près de 80 % des gens vont chercher confirmations ou informations supplémentaires sur le web. Celui-ci devient alors la principale source d'informations, malgré la crédibilité moindre qu'on lui accorde. De plus, ce même web est employé en combinaison avec d'autres canaux par près de 50 % de la population (Lagacé et Renaud, 2010). Le web constitue donc un canal incontournable, facile d'accès tant pour ceux qui recherchent l'information que pour ceux qui la répandent. Aussi, si nous nous rapportons au tableau X, nous pouvons constater que des cinq canaux

étudiés, le web est le seul qui démontre à la fois portée et une capacité de rétroaction élevée. De plus, le public se tournerait de plus en plus vers les ressources en ligne pour trouver de l'information sur les nanotechnologies (Ladwig et al., 2010).

Dans cette optique, nous croyons que les chercheurs auraient intérêt à apprivoiser le web comme instrument d'éducation mais aussi de dialogue, par exemple en créant des sites web où il serait possible de discuter de leurs travaux, par exemple en créant des blogs ou des forums soumis à une modération stricte. De plus, en plaçant un maximum d'informations accessibles et de qualité sur le web, les chercheurs pourraient créer une banque à laquelle tant les journalistes que le public pourraient se référer en cas de controverses sur les nanotechnologies. Une telle initiative de la part des chercheurs demanderait cependant une révision de leurs priorités – en termes de ressources – mais aussi de leur vision du web, laquelle devrait être plus positive. Toutefois, si plus de chercheurs investissent le web et occupent la « niche écologique » prise actuellement par les pseudoscientifiques et les internautes peu rigoureux, il est permis d'espérer qu'au fil du temps le web devienne une source d'informations plus fiable et un outil de dialogue intéressant. Évidemment, il faudrait éviter d'y voir une panacée, sans oublier qu'il y aurait toujours des problèmes à gérer (ex. : « trolls » sur des forums de discussion). Nous avons remarqué d'ailleurs que dans un supplément à son avis sur les nanotechnologies publié en 2011, la Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie a recommandé le recours aux portails web comme outil à employer pour instaurer un dialogue entre les diverses parties prenantes (CEST, 2011).

6.5.4 Recours aux médias indépendants

Une autre stratégie, similaire à la première mentionnée plus haut, serait de recourir aux médias indépendants pour mettre en place un encadrement des nanotechnologies. Il ne s'agirait pas de créer un média exprès pour encadrer les sciences, mais de recourir aux organes médiatiques indépendants qui existent déjà sur le marché. Une partie de la littérature consultée en aval de notre collecte de données voit dans les médias indépendants

une manière de garantir la mission démocratique et de service public originelle des médias (Baillargeon, 2006), le problème étant d'éliminer la précarité de ces médias – par exemple à l'aide de mesures gouvernementales (Fontan, 2006). Si une telle transformation du monde des médias devait survenir, les chercheurs en général, ceux en nanotechnologies en particulier, pourraient avoir intérêt à collaborer avec ces médias pour créer un dialogue autour des nanotechnologies.

6.5.5 Revoir les priorités des chercheurs

Toutes ces initiatives ne nous semblent guère possibles sans demander aux chercheurs et à leur milieu un réajustement de leurs priorités en matière de vulgarisation et de retour à la collectivité.

Les initiatives listées ci-dessus – et auxquelles nous pouvons en ajouter d'autres très intéressantes comme les rencontres publiques et les activités d'éducation publique dans les métros, les écoles, etc. – impliquent d'abord un mouvement de la part des chercheurs, que ceux-ci s'investissent dans une vulgarisation active, sans attendre que les médias s'intéressent à eux. Compte tenu des priorités des médias actuels, dictées par les contraintes d'un milieu précaire, en proie à la marchandisation et la convergence, comme nous l'avons décrit plus haut, il serait étonnant que les journalistes viennent régulièrement les solliciter pour dispenser de l'information sur leurs recherches. Dans le cas, plus pointu, des nanotechnologies, certains journalistes ont remarqué que celles-ci ne constituent pas, pour le moment, un sujet d'actualité aux yeux des médias. Cette situation pourrait changer dans le futur, mais en ce moment, rien ne saurait obliger les médias à accorder une intense attention aux nanotechnologies. La conclusion que nous en tirons est que le dialogue doit être amorcé par les chercheurs eux-mêmes.

Cette initiation du dialogue serait cohérente avec les responsabilités des chercheurs listées au tableau VI. Seulement, comme nous le rappelle ce même tableau mais aussi les contraintes listées au tableau IX, les chercheurs sont peu enclins à s'investir dans les activités de vulgarisation et de dialogue, excepté quand ils démontrent eux-mêmes une

prédisposition et qu'ils décident d'y consacrer du temps en marge de leurs activités. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce manque d'implication (voir le tableau VI et IX) : milieu académique peu favorable, mais aussi une culture des chercheurs orientée vers d'autres priorités (recherche, publications, sécurité, etc.). Nous pourrions discuter longuement des mesures à prendre, mais il nous semble que toute tentative d'établir un dialogue continu autour des nanotechnologies ne pourra réussir que si les chercheurs et les milieux académiques reviennent au moins partiellement à leur idéal premier, soit de faire avancer le savoir et de répandre celui-ci par d'autres moyens que les publications spécialisées. Le retour à la communauté, sur lequel certains chercheurs s'appuient pour justifier la pertinence de leur recherche dans les demandes de subvention, devrait emprunter d'autres formes que les publications et les brevets. Le savoir *lui-même* devrait être un retour à la communauté. Pour y arriver, il faudrait peut-être modifier les critères par lesquels les chercheurs sont évalués à l'interne et dans les demandes de subvention, mieux valoriser les activités de vulgarisation et fournir aux équipes de recherches des moyens pour les aider à les mettre en place. Cela implique nécessairement de revoir les priorités et les valeurs des chercheurs eux-mêmes, pour qu'ils cessent de déconsidérer ce genre d'activité. Également, on pourrait se demander si la formation même des futurs chercheurs au baccalauréat, mais aussi aux études supérieures, pourrait être révisée. Si les futurs chercheurs sont sensibilisés à l'importance de la vulgarisation et qu'on leur enseigne les rudiments de celles-ci, ils pourraient être plus portés à s'y investir.

6.6 Remarques finales

Les initiatives suggérées ici ne sont sans doute qu'un petit échantillonnage de ce que nous pourrions accomplir concrètement dans le futur. Nous pensons toutefois qu'elles tiennent compte à la fois des besoins qui existent en matière de gouvernance des nanotechnologies et des contraintes propres aux chercheurs et aux médias, et constituent des initiatives plus précises que les suggestions vagues rencontrées dans la littérature. De plus, ces initiatives constituent une base qui pourrait alimenter des discussions futures sur

la question : il serait possible de montrer nos suggestions aux acteurs concernés (chercheurs en nanotechnologies et journalistes) pour recueillir leurs impressions, par exemple lors d'un *focus group*.

Cette dernière remarque nous amène à discuter des recherches futures pouvant être entreprises à partir des éléments dont nous avons discuté ci-dessus. Nous réservons cette discussion pour la conclusion de la thèse, qui sera aussi l'occasion de traiter de la contribution et de la portée de celle-ci.

7. Conclusion

7.1 Introduction

Cette thèse suivait un double objectif. Premièrement, elle visait à apporter une description empirique des perceptions des chercheurs et des journalistes envers l'idée d'un recours aux médias pour mieux encadrer le développement des nanotechnologies au Québec. Ces perceptions étaient inconnues jusqu'à maintenant et le travail empirique accompli ici permet de fournir une description qui va au-delà des *a priori* que l'on pouvait avoir à ce sujet. Deuxièmement, cette thèse avait pour but de s'appuyer sur les informations obtenues pour suggérer des initiatives concrètes qui permettraient aux chercheurs d'instaurer un dialogue pour encadrer le développement des nanotechnologies. Puisque ces suggestions allaient reposer sur une recherche empirique, elles seraient plus précises, plus concrètes et plus compatibles avec la réalité. Il s'agit là d'un apport intéressant : s'il semble facile de suggérer des initiatives, il faut pouvoir déterminer celles qui sont les plus susceptibles d'être réalisées en fonction des contraintes propres à la société, aux chercheurs, aux journalistes, au monde des nanotechnologies, etc.

Si nous sommes parvenus, dans la discussion de cette thèse, à formuler des suggestions, il ne faut pas croire que ce travail n'appelle aucune suite – bien au contraire. Cette thèse, comme tout projet de recherche, possède une portée définie. Nous allons expliciter cette portée puis, en guise de conclusion, indiquer les recherches futures qu'il serait pertinent d'accomplir pour consolider ou poursuivre le travail amorcé ici.

La conclusion comportera donc trois grandes sections : dans un premier temps, nous allons résumer les résultats et les conclusions auxquelles nous sommes arrivés aux chapitres 5 et 6 et nous montrerons comment ces résultats comblent les lacunes que nous avons identifiées dans notre problématique. Dans un second temps, nous discuterons de la portée de la thèse. Dans un troisième temps, nous nous baserons sur cette portée pour

indiquer les recherches futures qu'il serait intéressant d'accomplir pour prolonger la démarche accomplie ici.

7.2 Apports de la thèse

Pour bien expliciter les apports de la thèse, rappelons quelques éléments de la problématique, ainsi que les lacunes qui ont motivé la recherche rapportée dans ces pages.

Nous avons montré, dans les pages précédentes, l'intérêt que suscitent les nanotechnologies. Nous avons parlé des efforts investis dans plusieurs pays – notamment le Canada et le Québec – pour en promouvoir le développement, et nous avons aussi attiré l'attention sur les questions éthiques soulevées par les nanotechnologies. Nous avons fait valoir qu'une partie de ces questions éthiques concernait la gouvernance des nanotechnologies, notamment la manière d'instaurer un dialogue fonctionnel et constructif entre développeurs de nanotechnologies et gens du public. Parmi les différentes approches de dialogues envisageables, nous avons focalisé notre intérêt sur le recours aux médias. Les médias constituent en effet un rouage important dans la transmission des informations entre les chercheurs, les entreprises, les régulateurs et les gens du public, et cela est encore plus vrai pour les informations scientifiques, puisqu'il est démontré que la majorité du public, après les études, puise ce type d'informations à même les médias. Il n'y a donc qu'un pas à franchir pour suggérer aux développeurs de nanotechnologies de recourir aux médias pour créer un dialogue avec le public et, de là, en arriver à un développement harmonieux des nanotechnologies. C'est une recommandation retrouvée dans certaines publications.

Toutefois, nous avons recensé certaines lacunes qu'il fallait combler avant de se lancer dans la concrétisation d'une telle recommandation. D'une part, celle-ci est formulée sans consultation des acteurs concernés. Or, le point de vue de ses acteurs est primordial pour vérifier 1) la faisabilité de cette recommandation et 2) le cas échéant, la manière de s'y prendre pour la concrétiser efficacement. Les chercheurs et les médias vivent dans des mondes ayant leurs contraintes propres; il est important de déterminer quelles sont ces contraintes pour mieux choisir les initiatives à mettre en application et, surtout, la manière

de les mettre en application. Nous n'avons pas eu connaissance que ce genre d'examen a été conduit ailleurs, mais il est évident que ce n'est pas le cas pour le Québec. De plus, il faut admettre que la littérature consultée restait plutôt vague sur les activités concrètes à mettre en place pour établir un tel dialogue.

Notre thèse a permis d'apporter des éléments de réponses pouvant combler ces lacunes. D'une part, nous avons pu fournir une description de ce que les acteurs québécois concernés par ces recommandations pensent de l'idée d'un dialogue entre développeurs de nanotechnologies et gens du public via les médias, mais aussi des facteurs pouvant favoriser ou gêner un tel dialogue – ces facteurs étant notamment explicités par les propos des répondants sur leurs responsabilités. Il s'agit là d'un portrait inédit. Mais plus que de fournir une simple description empirique, la thèse a permis de recenser les initiatives médiatiques proposées par les répondants – des gens plus proches du terrain que bien des auteurs de rapports – et de trier celles-ci en fonction de leur faisabilité. Il s'agit là d'informations très utiles pour ceux qui souhaiteraient, dans l'avenir, travailler à instaurer un dialogue autour des nanotechnologies.

Ce qui ressort de notre examen, c'est que tant les chercheurs que les journalistes rencontrés partagent globalement les mêmes valeurs, la même vision de leurs responsabilités respectives, mais qu'ils font tous face à des contraintes inhérentes à leurs milieux respectifs. Ces contraintes, curieusement, ont des ressemblances, la convergence et la marchandisation chez les médias pouvant rappeler les transformations des universités en structures entrepreneuriales, forcées de s'associer à des entreprises privées pour survivre. Il s'agit d'un constat intéressant que nous n'avons pas rencontré dans la littérature consultée.

Pour les nanotechnologies, la conséquence est que si les répondants se montrent favorables à une initiative médiatique, il n'en reste pas moins que celles-ci se heurteront à des contraintes bien réelles pouvant en gêner la concrétisation. Toutefois, certaines choses peuvent être accomplies à petite échelle, moyennant peut-être une révision des priorités des chercheurs. Il ne s'agit pas de transformations sociales radicales – chose impensable –, mais d'initiatives localisées pouvant déboucher sur des changements plus grands à moyen et long terme. Parmi les initiatives rencontrées, nous avons ciblé la création de médias

privés, le recours aux médias indépendants et l'investissement du web, autant de stratégies qui demanderaient aux chercheurs en nanotechnologies de revoir leurs priorités – d'autant plus que ceux-ci seraient les principaux bénéficiaires du dialogue entourant les nanotechnologies. Cette liste d'initiatives a l'intérêt de reposer sur des données empiriques.

Mais comme nous l'avons dit plus haut, le travail rapporté dans ces pages ne fait que commencer. Beaucoup d'autres recherches sont envisageables pour prolonger nos réflexions, comme nous allons maintenant le voir.

7.3 Portée de la thèse

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 4 « méthodologie », notre recherche a été de nature qualitative et a reposé sur un petit échantillonnage (trente répondants). Ce type de recherche est très pertinent quand il s'agit de bien décrire les perceptions d'une catégorie de répondants. L'extrapolation des résultats à une population entière devient cependant problématique : l'échantillonnage est en effet trop petit pour autoriser une généralisation. Rappelons-le, il ne s'agit pas d'un défaut qui rend les démarches qualitatives inintéressantes, puisque celles-ci n'ont pas pour objectif la généralisation. Ces recherches ont pour but de fournir des informations détaillées sur un phénomène donné. Ces informations pourront servir ultérieurement à une généralisation, lors d'une recherche quantitative.

Également, nous ne pouvons exclure l'existence d'un biais possible dans notre échantillonnage. Lors du recrutement, cinquante-neuf (59) chercheurs ont été sollicités, mais vingt (20) seulement ont accepté de nous accorder un entretien – les autres ne pouvant être rejoints ou ayant refusé de participer par manque de temps ou parce qu'ils étaient en sabbatique et/ou à l'extérieur du pays. Si nous regardons le tableau VI, nous pouvons constater que beaucoup de chercheurs, parmi les répondants, attribuaient à leurs semblables des responsabilités comme le devoir d'information, l'obligation de s'intéresser aux aspects externes du laboratoire, etc. Il est possible que les chercheurs partageant cette vision aient davantage accepté de participer à nos entretiens – après tout, une telle participation peut

refléter l'importance qu'ils accordent à la vulgarisation et des activités autres que la recherche. Les chercheurs ayant refusé de participer ont peut-être pris cette décision à cause du manque de temps, mais peut-être aussi parce que genre d'activité ne figure pas dans leurs priorités. Il serait probablement erroné de conclure, à partir de notre échantillonnage, que l'ensemble de la population des chercheurs attribue aux gens de leur profession les mêmes responsabilités, à savoir le devoir d'information, la préoccupation pour l'extérieur du laboratoire, etc. Ce biais pourrait cependant être confirmé ou infirmé lors d'une recherche quantitative, par exemple un sondage suscitant la participation d'un plus grand nombre de répondants, incluant ceux qui ont refusé de collaborer à cette thèse. Il serait alors possible de caractériser les perceptions de la fraction de la population des chercheurs qui s'est montrée réticente à collaborer à nos travaux. Il serait également possible de confronter l'avis de nos répondants à leurs perceptions, ce qui serait sûrement intéressant.

Également, rappelons que pour des raisons logistiques, il a été choisi de limiter notre échantillonnage à des chercheurs en nanobiotechnologies. Le choix était pratique parce qu'il était impensable qu'un étudiant au doctorat puisse, en solitaire, couvrir un échantillonnage plus grand, mais aussi parce que les nanotechnologies à incidences biomédicales soulevaient beaucoup plus de questions éthiques que les autres. Il serait intéressant, dans une recherche qualitative ou quantitative future, d'étendre l'échantillonnage à d'autres catégories de répondant que les chercheurs en nanobiotechnologies.

De plus, comme nous l'avons souligné à la fin de la discussion, les suggestions d'initiatives que nous avons proposées ne sont sûrement pas les seules envisageables. Il serait intéressant de montrer nos conclusions à certains de nos répondants pour recueillir leurs impressions — soit individuellement, soit lors d'un *focus group*.

Cela nous conduit à aborder la question des recherches futures qu'il serait possible d'entreprendre dans la continuation de ce travail.

7.4 Pistes de recherches futures

Les initiatives proposées lors de la discussion, la littérature consultée et notre propre collecte de données nous ont suggéré des pistes de recherches hors de la portée de nos moyens et de la présente thèse. Ces pistes sont autant de sujets pour des recherches futures. Nous en verrons les principales.

Premièrement, notre recherche a surtout porté sur les chercheurs associés au milieu académique, certains de ceux-ci ayant néanmoins des relations avec le milieu industriel. Il s'agit là d'un choix logistique, puisque les entreprises de nanotechnologies, au moment d'entreprendre notre collecte de données, étaient rares et insuffisantes pour fournir un échantillonnage adéquat. Il serait intéressant, si le nombre d'entreprises spécialisées en nanotechnologies, ou qui incluent des nanotechnologies dans leurs activités, augmente, de procéder à une enquête auprès des chercheurs employés par les entreprises — voire d'autres types d'acteurs associés à celle-ci.

Deuxièmement, dans un ordre d'idée similaire, au fur et à mesure que progressait notre connaissance de l'univers des médias, nous avons constaté que les journalistes rencontrés, bien que représentatifs des différents canaux par lesquels les médias s'expriment (télévision, radio, web, etc.) appartenaient en majorité à des médias indépendants. Seulement deux d'entre eux travaillaient pour un conglomérat. Il serait intéressant de vérifier les perceptions des journalistes que nous avons rencontrés, ainsi que le contenu de la littérature consultée, auprès de journalistes appartenant aux conglomérats identifiés comme étant de bons exemples de convergence, tant dans la propriété que le contenu de l'information.

Troisièmement, il serait utile d'examiner certaines critiques adressées au milieu académique, pour voir s'il n'y a pas là matière à réfléchir sur l'avenir de nos universités et de la recherche scientifique en général. De telles investigations ont déjà lieu actuellement. Cette thèse confirme la pertinence de les poursuivre.

Enfin, il y a un acteur important dans notre problématique qui n'a pu être rencontré dans le cadre de nos travaux pour des raisons logistiques : le public. Ou plutôt les publics,

si l'on tient à souligner la nature hétérogène de celui-ci. Certains chercheurs, à l'instar de la littérature, ont souligné que le public était particulièrement peu informé en matière de sciences, et surtout peu critique. Quelques répondants, tant chez les chercheurs que les journalistes, ont mentionné l'existence d'un problème de « conscientisation » en matière de science dès l'école (on pourra se rapporter au tableau IX). Ce problème est crucial si le public veut avoir son mot à dire en matière de science : il doit en effet pouvoir parler en connaissance de cause. Or, les journalistes répondent aussi aux attentes du public — tant les répondants que la littérature le mentionnent.

Si, dans l'idéal démocratique, les journalistes se considèrent comme les représentants du public, dans la réalité ils apportent aussi le genre d'information-spectacle réclamé par celui-ci. L'un des experts en éthique des médias les plus connus du Québec, Marc-François Bernier, concluait l'une de ses études sur la convergence au Québec par une invitation à effectuer une réflexion critique quant au public (Bernier, 2008). Si l'on se plaint des dérives prêtées aux médias dans les dernières années (information-spectacle, sensationnalisme, etc.), c'est aussi en partie parce que le public en est complice. Pour aider les médias à revenir à leur idéal premier, il faut que le public lui-même procède à son propre examen critique (Béland, 2006). Il en va de même pour l'encadrement des sciences. Par conséquent, une recherche sur les motivations du public à s'impliquer en matière de science, et sur les manières de donner le goût au citoyen profane de se tenir au courant en matière de science, serait une bonne piste de recherche à exploiter. Une telle recherche pourrait s'allier à une investigation parallèle au sujet de la bioéthique : que le public s'intéresse à la science est une chose, mais un intérêt passif, indifférent, est-il souhaitable? Il serait encore plus profitable que le public réfléchisse aussi à la science et ses implications, et ce d'une manière plus critique qu'elle ne l'est actuellement. Il y a là manifestement une voie de recherche très pertinente pour la bioéthique.

Bibliographie

- Abraxis Bioscience Canada Inc. (2011). *Monographie de produit : Pr ABRAXANE^{MD} pour suspension injectable*. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://webprod3.hc-sc.gc.ca/dpd-bdpp/item-iteme.do?pm-mp=00016053>
- Ackland, R., Gibson, R., Lusoli, W. & Ward, S. (2010). Engaging with the public? Assessing the online presence and communication practices of the nanotechnology industry. *Social Science Computer Review*. 28(4): 443-465.
- Aigner, T., Schmitz, N. & Haag, J. (2009). AFM tackles osteoarthritis. *Nature Nanotechnology*. 4: 144-145.
- Allard-Poesi, F. (2003). Coder les données. Dans Giordano, Y. (Eds) *Conduire un projet de recherche : une perspective qualitative*. (pp. 245-290) Paris : Éditions EMS.
- Alpert, S. (2008). Neuroethics and nanoethics : do we risk ethical myopia? *Nanoethics*. 1: 55-68.
- Asiyanbola, B. & Soboyejo, W. (2008). For the surgeon: an introduction to nanotechnology. *Journal of Surgical Education*. 65(2): 155-161.
- Aljabali, A.A., Sainsbury, F., Lomonosoff, G.P. & Evans, D.J. (2010). Cowpea mosaic virus unmodified empty viruslike particles loaded with metal and metal oxide. *Small*. 6(7): 818-821.
- Allhoff, F. (2009). The coming era of nanomedicine. *The American Journal of Bioethics*. 9(10): 3-11.
- Allhoff, F. (2007). On the autonomy and justification of nanoethics. *Nanoethics*. 1: 185-210.
- Ameisen, J.-C. & Burlet, C. (2007). *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*. Comité Consultatif National d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé. Avis N°96. Récupéré le 27 juillet 2008 de <http://www.ccne-ethique.fr/docs/fr/avis096.pdf>
- Anceau, E. (2003a). *Introduction au XIX^e siècle. Tome 1 : 1815-1870*. Paris : Belin.
- Anceau, E. (2003b). *Introduction au XIX^e siècle. Tome 2 : 1870-1914*. Paris : Belin

- Andrade, M. S. (2007). Evolution of nanotechnologies. Dans ten Have, A.M.J. (Eds) *Nanotechnologies, ethics and politics*. (pp. 37-49) Paris: Unesco Publishing.
- Anonyme. (2010). Color-changing contact lenses indicate blood glucose level in diabetes. *Nanomedicine (London)*. 5(2): 174.
- Arnaldi, S. (2008). Converging technologies in the Italian daily press 2002-2006: preliminary results of an ongoing research project. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*. 21(1): 87-94.
- Ashcroft, B.A., Spadola, Q. & Qamar, S. (2008). An AFM/rotaxane molecular reading head for sequence-dependent DNA structures. *Small*. 4(9): 1468-1475.
- Association des communicateurs scientifiques du Québec (ACS). (2012). *Site web de l'ACS*. Accédé le 17 avril 2012 de <http://www.acs.qc.ca/>
- Atkinson, R.L., Zhang, M., Diagaradjane, P., Peddibhotla, S., Contreras, A. & al. (2010). Thermal enhancement with optically activated gold nanoshells sensitizes breast cancer cells to radiation therapy. *Science Translational Medicine*. 2(55): 55ra79.
- Baillargeon, N. (2006). Médias indépendants : d'où venons-nous? Que sommes-nous? Où allons-nous? Dans Gusse, I. (Eds) *Diversité et indépendance des médias*. (pp. 55-82) Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Bainbridge, W.S. (2002). Public attitudes toward nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*. 4: 561-570.
- Balogh, L. P. (2010). Why do we have so many definitions for nanoscience and nanotechnology? *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 6: 397-398.
- Batt, C.A., Waldron, A.M. & Broadwater, N. (2008). Numbers, scale and symbols: the public understanding of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*. 10: 1141-1148.
- Bauer, M.W. & Jensen, P. (2011). The mobilization of scientists for public engagement. *Public Understanding of Science*. 20(1): 3-11.
- Bawa, R. & Johnson, S. (2009). Emerging issues in nanomédecine and ethics. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & society: current and emerging ethical issues*. (pp. 207-223) New York: Springer.

- Bawa, R. & Johnson, S. (2007). The ethical dimensions of nanomédecine. *The Medical Clinics of North America*. 91: 881-887.
- Bawa R., Bawa, S.R., Maebius, S.B., Flynn, T. & Wei, C. (2005). Protecting new ideas and inventions in nanomedicine with patents. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 1(2): 150-158.
- Beauchamp, T.L. & Childress, J. F. (2008). *Les principes de l'éthique biomédicale*. Paris : Les Belles Lettres.
- Béland, C. (2006). Éducation citoyenne, démocratie et médias. Dans Gusse, I. (Eds) *Diversité et indépendance des médias*. (pp. 83-96) Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Béland, J.-P. & Patenaude, J. (Eds) (2009). *Les nanotechnologies : développement, enjeux sociaux et défis éthiques*. Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval
- Beljonne, D., Brédas, J.-L., Cornil, J., Lazzaroni, R. & Leclère, P., (2003). La neuroélectronique. Dans Wautelet, M. (Éds) *Les nanotechnologies*. (pp. 95-102). Paris : Dunod.
- Bennett-Woods, D. (2010). Nanotechnology: nanotechnology and human enhancement. Dans Comstock, G.L. (Eds) *Life science ethics*. (pp. 435-450). New York: Springer.
- Bernatchez, J. (2003). L'expérience québécoise des contrats de performance entre l'État et les universités. Dans Darréon, J.-L. & Filâtre, D. (Eds) *Les universités à l'heure de la gouvernance*. (pp. 153-169) Toulouse : Presses de l'Université du Mirail.
- Berne, R.W. (2004). Towards the conscientious development of ethical nanotechnology. *Science and Engineering Ethics*. 10: 627-638.
- Bernier, M.-F. (2008). *Journalistes au pays de la convergence*. Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- Bernier, M.-F. (2004). *Éthique et déontologie du journalisme*. Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- Bertram, J.P., Williams, C.A., Robinson, R., Segal, S.S., Flynn, N.T. & al. (2009). Intravenous hemostat: nanotechnology to halt bleeding. *Science translational medicine*. 1(11): 11-22.
- Bertrams, K. (2006). Les interactions industrie-université: essai de repérage historique (XIX^e-XX^e siècles). Dans Gingras, Y. & Roy, L. (2006). Les transformations des

- universités du XIII^e au XXI^e siècle. (pp.89-112) Québec : Les Presses de l'Université du Québec.
- Berube, D.M. (2009). Intuitive toxicology: the public perception of nanoscience. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & society: current and emerging ethical issue*. (pp. 91-108) New York: Springer.
- Besley, J.C. (2010). Current research on public perceptions of nanotechnology. *Emerging Health Threats Journal*. 3: e8.
- Blanchard, J. (2012). Les bionanotechnologies au Québec. Présentation donnée le 20 mars 2012 lors de la *Conférence NanoQuébec 2012 : « Nanotechnologies : sources d'innovation et de compétitivité »*, 20-21 mars 2012, Hyatt Regency, Montréal.
- Boisvert, H. (1997). *L'Université à réinventer*. Saint-Laurent : Éditions du Renouveau Pédagogique.
- Borlongan, C.V., Masuda, T., Walker, T.A., Maki, M., Hara, K. & al. (2007). Nanotechnology as an adjunct tool for transplanting engineered cells and tissues. *Current Molecular Medicine*. 7: 609-618.
- Booth, C.M., Dranitsaris, G., Gainford, M.C., Berry, S., Fralick, M. & al. (2007). External influences and priority-setting for anti-cancer agents: a case study of media coverage in adjuvant trastuzumab for breast cancer. *BMC Cancer*. 7: 110-118.
- Boris, P. & Vaissié, A. (2009). *L'Université et la recherche : moteurs de la création d'entreprise*. Paris : Studyrama.
- Bostrom, A. & Löfstedt, R.E. (2010). Nanotechnology risk communication past and prologue. *Risk Analysis*. 30(11): 1645-1661.
- Bouamrani, A., Peletier, L., Ratel, D., Issartel, P., Wion, D. & al. (2005). Ethical issues in brain nanomedicine. *NanoBiotechnology*. 1 : 271-274.
- Bourgoin, J.-P., Loiseau, A. & Nierengarten, J.-F. (2009). Fullerènes et nanotubes de carbone. Dans Lahmani, M., Dupas, C. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 1. Nanotechnologies et nanophysique*. (pp. 271-310) Paris: Belin.
- Bowman, D.M. & Hodge, G.A. (2007). Nanotechnology and public interest dialogue: some international observations. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 27(2): 118-132.

- Branemark, R., Emanuelsson, L., Palmquist, A. & Thomsen, P. (2011). Bone response to laser-induced micro- and nano-size titanium surface features. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 7: 220-227.
- Brunelle, A.-M. (2006). La leçon de la fermeture du magazine recto-verso. Dans : Gusse, I. (Eds) *Diversité et indépendance des médias*. (pp. 283-291) Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Caron-Bouchard, M. & Renaud, L. (2010). Un modèle dynamique interactif écosocial pour mieux comprendre l'apport des médias dans le façonnement des normes sociales en matière de santé. Dans : Renaud, L. (Eds) *Les médias et la santé : de l'émergence à l'appropriation des normes sociales*. (pp. 9-72) Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Caruthers, S.D., Wickline, S.A. & Lanza, G.M. (2007). Nanotechnological applications in medicine. *Current Opinion in Biotechnology*. 18 : 1-5.
- Castellini, O.M., Walejko, G.K., Holladay, C.E., THEIM T.J., Zenner, G.M. & Crone, W.C. (2007). Nanotechnology and the public: effectively communicating nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nanoparticle Research*. 9: 183-189.
- Caulfield, T., Bubela, T. & Murdoch, C.J. (2007). Myriad and the mass media: the covering of a gene patent controversy. *Genetics in medicine*. 9(12): 850-855.
- Chakravarthy, K. V., Bonoiu, A.C., Davis, W.G., Ranjan, P., Ding, H. & al. (2010). Gold nanorod delivery of an ssRNA immune activator inhibits pandemic H1N1 influenza viral replication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 107(22): 10172-10177.
- Chanda, N., Kattumuti, V., Shukla V., Zambre, A., Katti, K. & al. (2010). Bombesin functionalized gold nanoparticles show in vitro and in vivo cancer receptor specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 107(19): 8760-8765.
- Chang, S., Huang, S. et He, J., Liang, F., Zhang, P. & al. (2010). Electronic signatures of all four DNA nucleosides in a tunneling gap. *Nano Letters*. 10(3): 1070-1075.
- Chartrand, L, Duchesne, R. & Gingras, Y. (2008). *Histoire des sciences au Québec de la Nouvelle-France à nos jours*. Montréal : Boréal.
- Chen, L., Henein, G. & Luciani, V. (2011). Nanofabrication techniques for controlled drug-release devices. *Nanomedicine*. 6(1): 1-6.

- Cleret de Langavant, G. (2001). *Bioéthique : méthode et complexité*. Sainte-Foy : Les Presses de l'Université du Québec.
- Cobb, M.D. & Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*. 6: 395-405.
- Coll, J.-L. (2011). Cancer optical imaging using fluorescent nanoparticles. *Nanomedicine*. 6(1): 7-10.
- Comité d'éthique du CNRS (COMETS). (2006). *Enjeux éthiques des nanosciences et des nanotechnologies*. Récupéré le 22 juillet 2008 de <http://www.cnrs.fr/fr/presentation/ethique/comets/index.htm>
- Commission de la Culture (2001). Mandat d'initiative portant sur la concentration de la presse. Québec : Secrétariat des commissions.
- Commission de l'éthique en science et en technologie (CEST). (2011). Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire. Québec : Gouvernement du Québec.
- Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie (CEST). (2006). Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. Québec : Gouvernement du Québec.
- Commission de l'éthique de la science et des nanotechnologies (CEST). (2003). Pour une gestion éthique des OGM. Québec : Gouvernement du Québec.
- Commission des Communautés Européennes. (2004). Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies. Récupéré le 24 avril 2012 de http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano_com_fr.pdf
- Conseil National de Recherches Canada (CNRC). (2011). À propos de l'INNT. Récupéré le 19 avril 2012 de <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/idp/innt/apropos/index.html>
- Conseil supérieur de l'éducation. (1996). Le financement des universités : avis à la ministre de l'Éducation. Sainte-Foy : Gouvernement du Québec.
- Conseil de Recherche en Science Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG). *Site web du CRSNG*. Récupéré le 17 avril 2012 de www.crsng-nserc.gc.ca
- Constantin, C., Neagu, M., Ion, R-M., Gherghiceanu, M. & Stavaru, C. (2010). Fullerene-porphyrin nanostructures in photodynamic therapy. *Nanomedicine (London)*. 5(2): 307-317.
- Coombes, R. (2009). Two clicks away from Britney? *BMJ*. 338: 383.

- Corley, E.A. & Scheufele, D.A. (2010). Outreach going wrong? When we talk nano to the public, we are leaving behind key audiences. *The Scientist*. 24(1): 22.
- Crespo, M. (2003). Une nouvelle révolution universitaire? L'échange des rôles de la triade « université-entreprise-État ». *Revue des sciences de l'éducation*. 29(2) : 375-396.
- Cunha, C., Panseri, S. & Antonini, S. (2011). Emerging nanotechnology approaches in tissue engineering for peripheral nerve regeneration. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 7: 50-59.
- Curall, S.C., King, E.B., Lane, N., Madera, J. & Turner, S. (2006). What drives public acceptance of nanotechnology? *Nature*. December 2006 (1): 153-155.
- Davis, M.E., Zuckerman, J.E., Choi, C.H., Seligson, D., Tolcher, A. et al. (2010). Evidence of RNAi in humans from systemically administered siRNA via targeted nanoparticles. *Nature*. 464: 1067-1070.
- Davies, S.R., Kearnes, M. & Macnaghten, P. (2010). Nanotechnology and public engagement: a new king of (social) science? Dans Kjolberg, K.L. & Wickson, F. (Eds) *Nano meets macro – Social perspectives on nanoscale sciences and technologies*. (405-423) Standford Publishing Pte Ltd.
- De Kerorguen, Y. (2006). Les nanotechnologies, espoir, menace ou mirage? Paris : Lignes de repères.
- Demers, C. (2003). L'entretien. Dans Giordano, Y. (Eds) *Conduire un projet de recherche : une perspective qualitative*. (pp. 173-210) Paris : Éditions EMS.
- Deslauriers, J.-P. & Kérisit, M. (1997). Le devis de recherche qualitative. Dans : Poupart, J., Deslauriers, J.-P., Groulx, L.-H., Lapperrière, A., Mayer, A. & al. (Eds) *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques*. (pp. 85-111) Montréal : Gaétan Morin éditeur.
- Devalapally, H., Chakilam, A. & Amiji, M.M. (2007). Role of nanotechnology in pharmaceutical product development. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 96, 2547-2565.
- Dong, X. & Mumper, R.J. (2010). Nanomedicinal strategies to treat multidrug-resistant tumors : current progress. *Nanomedicine (London)*. 5(4): 597-615.

- Dowling, M.B., Li, L., Park, J. Kumi, G., Nan, A. & al. (2010). Multiphoton-absorption-induced-luminescence (MAIL) imaging of tumor-targeted gold nanoparticles. *Bioconjugate Chemistry*. 21(11): 1968-1977.
- Drexler, K. E. (1986). *Engins de création : l'avènement des nanotechnologies*. Paris : Vuibert.
- Doucet, H. (2002). *L'éthique de la recherche*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Du Toit, L., Pillay, V. & Choonara, Y. E. (2010). Nano-microbicides : challenges in drug delivery, patient ethics and intellectual property in the war against HIV/AIDS. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 62: 532-546.
- Dunwoody, S. (1992). The challenge for scholars of popularized science communication: explaining ourselves. *Public Understanding of Science*. 1: 11-14.
- Dupuy, J.-P. (2009). The double language of science, and why it is so difficult to have a proper public debate about the nanotechnology program. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & Society: current and emerging ethical issues*. (pp. ix-xiii) New York: Springer.
- Durand, G. (2005). *Introduction générale à la bioéthique*. Montréal : Fides.
- Durand, G., Duplantie, A., Laroiche, Y. & Laudy, D. (2000). *Histoire de l'éthique médicale et infirmière*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal; Éditions INF.
- Ebbesen, M., Andersen, S. & Besenbacher, F. (2006). Ethics in nanotechnology: starting from scratch? *Bulletin of Science, Technology & Society*. 26(6): 451-462.
- Ellis-Behnke, R.G., Teather, L.A., Schneider, G.E. & So, K.-F. (2007). Using nanotechnology to design potential therapies for CNS regeneration. *Current Pharmaceutical Design*. 13, 2519-2528.
- European Group of Ethics (EGE). (2009). Ethical aspects of nanomédecine: a condensed version of the EGE opinion 21. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & Society: current and emerging ethical issues*. (pp. 187-206) New York: Springer.
- European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGESNT). (2007). *Opinion on the ethical aspects of nanomedicine, opinion 21*. Récupéré le 13 octobre 2007 de http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/pe_reports_studies.htm

- European Technology Platform (ETP). (2009). *Roadmaps in nanomedicine towards 2020*. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://www.etp-nanomedicine.eu/public/press-documents/publications/etpn-publications>
- European Technology Platform (ETP). (2006). *Nanomedicine, nanotechnology for health*. Récupéré le 20 février 2008 de <http://cordis.europa.eu/nanotechnology/nanomedicine.htm>
- Evans, G.R. & Packham, D.E. (2003). Ethical issues at the university-industry interface: a way forward? *Science and Engineering Ethics*. 9: 3-16.
- Faber, B. (2006). Popularizing nanoscience: the public rhetoric of nanotechnology, 1986-1999. *Technical Communication Quarterly*. 15(2): 141-169.
- Fanelli, D. (2010). Do pressures to publish increase scientists' bias? An empirical support from US states data. *PLoS ONE*. 5(4): e10271.
- Felt, U., Fochler, M., Müller, A. & Strassnig, M. (2009). Unruly ethics: on the difficulties of a bottom-up approach to ethics in the field of genomics. *Public Understanding of Science*. 18(3): 354-371.
- Feng, S.-S., Zhao, L. & Tang, J. (2011). Nanomedicine for oral chemotherapy. *Nanomedicine*. 6(3): 407-410.
- Ferrari, A. (2010). Developments in the debate on nanoethics: traditional approaches and the need for new kinds of analysis. *Nanoethics*. 4: 27-52.
- Ferrari, M., Philibert, M.A. & Sanhai, W.R. (2009). Nanomedicine and society. *Nature*. 85(5) : 466-467.
- Feynman, R.P. (1960). There's plenty of room at the bottom. *Engineering and science*. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>
- Florczyk, S.J. & Saha, S. (2007). Ethical issues in nanotechnology. *Journal of long-term effects of medical implants*. 17(3): 271-280.
- Fontan, J.-M. (2006). La presse écrite indépendante québécoise : état de la situation. Dans Gusse, I. (Eds) *Diversité et indépendance des médias*. (pp. 99-115) Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche*. Montréal : Chenelière Éducation.

- Fox, F. (2009). Science communication and ethics – Trying to get it right: the science media centre – A case study. Dans Nerlich, B., Elliott, R. & Larson, B. (Eds) *Communicating biological sciences: ethical and metaphorical dimensions*. (pp. 109-127) Burlington: Ashgate.
- Freitas Jr, R.A. (2005). What is nanomedicine? *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 1: 2-9.
- Frézard, F., Silva-Barcellos, N.M. & dos Santos, R.A.S. (2006). A novel approach based on nanotechnology for investigating the chronic actions of short-lived peptides in specific sites of the brain. *Regulatory Peptides*. 138(2-3): 59-65.
- Friedman, S.M. & Egolf, B. (2008). Nanotechnology: risks and *the media*. *IEEE Technology and society magazine*. Winter 2005: 5-11.
- Gao, D., Agayan, R.R., Xu, H., Philbert, M.A. & Kopelman, R. (2006). Nanoparticles for two-photon photodynamic therapy in living cells. *Nano Letters*. 6(11): 2383-2386.
- Gaskell, G., Ten Eyck, T., Jackson, J. & Veltri, G. (2005). Imagining nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States. *Public understanding of science*. 14: 81-90.
- Georganopoulou, D. M., Chang, L., Nam, J.-M., Thaxton, C.S., Mufson, E.J. & al. (2005). Nanoparticle-based detection in cerebral spinal fluid of a soluble pathogenic biomarker for Alzheimer's disease. *PNAS*. 102(7) : 2273-2276.
- Genest, J. & Beauvais, J. (2009). Nanosciences et nanotechnologies. Dans Béland, J.-P. & Patenaude, J. (Eds) *Les nanotechnologies : développement, enjeux sociaux et défis éthiques*. (pp. 7-36) Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval.
- Généthique. (2012). Site web. Récupéré le 23 avril 2012 de <http://www.genethique.org/>
- Gilbert, F. & Ovadia, D. (2011). Deep brain stimulation in the media: over-optimistic portrayals call for a new strategy involving journalists and scientists in ethical debates. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 5(16): 1-5.
- Girard-Egrot, A., Blum, L., Richter, R. & Brisson, A. (2007). Assemblages protéolipidiques et nanostructures biomimétiques. Dans Lahmani, M., Boisseau, P. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*. (pp. 47-115) Paris: Belin.
- Giroux, A. (2006). *Le pacte faustien de l'Université*. Montréal : Liber.

- Godin, B. & Gingras, Y. (1999). L'impact de la recherche en partenariat sur la production scientifique. *Association des Universités et Collèges du Canada : dossier de recherche*. Juillet 1999 Volume 3, No. 3.
- Godman, M., (2008). But is it unique to nanotechnology? *Science and Engineering Ethics*. 14 : 391-403.
- Groupe de travail sur le journalisme et l'avenir de l'information au Québec (GTJAIQ). (2010). L'information au Québec : un intérêt public. Récupéré le 19 avril 2012 de <http://www.mcccf.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/rapport-Payette-2010.pdf>
- Grunwald, A. (2005). Nanotechnology : a new field of ethical inquiry ? *Science and Engineering Ethics*. 11(2): 187-201.
- Gusse, I. (2006). Diversité et indépendance des médias : une question de démocratie. Dans Gusse, I. (Eds) *Diversité et indépendance des médias*. (pp. 11-53) Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Habermas, J. (1991). *De l'éthique de la discussion*. Flammarion. Paris.
- Hache, J. & Berger, F. (2007). Les enjeux économiques, sociaux et médicaux des nanobiotechnologies. Dans Lahmani, M., Boisseau, P. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*. (pp. 1126-1144) Paris: Belin.
- Hanbücken, M., Eymery, J. & Rousset, S. (2009). Croissance de nano-objets organisés sur des surfaces pré-structurées. Dans Lahmani, M., Dupas, C. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 1. Nanotechnologies et nanophysique*. (pp. 61-87) Paris: Belin.
- Hansson, S.O. (2005). Implant ethics. *Journal of Medical Ethics*. 31: 519-25.
- He, J., Qi, X., Miao, Y., Wu, H.-L., He, N. & al. (2010). Application of smart nanostructures in medicine. *Nanomedicine (London)*. 5(7): 1129-1138.
- High Level Group. (2004). Vision 2020 : Nanoelectronics at the centre of change. Récupéré le 30 août 2012 de <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/e-vision-2020.pdf>

- Ho, S.S., Scheufele, D.A. & Corley, E.A. (2010). Value predispositions, mass media, and attitudes toward nanotechnology: the interplay of public and experts. *Science communication*. 33(2): 167-200.
- Hongladarom, S. (2009). Nanotechnology, development and buddhist values. *Nanoethics*. 3 : 97-107.
- Horning Priest, S. & Greenhalgh, T. (2011). Nanotechnology as an experiment in democracy: how do citizens form opinions about technology and policy? *Journal of Nanoparticle Research*. 13: 1521-1531.
- Hottois, G. (2004). *Qu'est-ce que la bioéthique?* Paris : Vrin.
- Hottois, G. (2001a). Bioéthique. Dans Hottois, G. & Missa, J.-N. (Éds) *Nouvelle encyclopédie de bioéthique* (pp. 124-131). Bruxelles : DeBoeck Université.
- Hottois, G. (2001b). Pluralisme. Dans Hottois, G. & Missa, J.-N. (Éds) *Nouvelle encyclopédie de bioéthique* (pp. 646-650). Bruxelles : DeBoeck Université.
- Hottois, G. (2001c). Méthodologie bioéthique. Dans Hottois, G. & Missa, J.-N. (Éds) *Nouvelle encyclopédie de bioéthique* (pp. 593-598). Bruxelles : DeBoeck Université.
- Hottois, G. (1999). *Essais de philosophie bioéthique et biopolitique*. Paris : Vrin.
- Hottois, G. (1990). *Le paradigme bioéthique : une éthique pour la technoscience*. Bruxelles : DeBoeck-Wesmaël.
- Hwang, D.W., Ko H.Y., Lee, J.H., Kang, H., Ryu, S.H. & al. (2010). A nucleolin-targeted multimodal nanoparticle imaging probe for tracking cancer cells using an aptamer. *The Journal of Nuclear Medicine*. 51(1): 98-105.
- Ibrahim, H.K., El-Leithy, I., & Makky, A.A. (2010). Mucoadhesive nanoparticles as carrier systems for prolonged ocular delivery of gatifloxacin/prednisolone bitherapy. *Molecular Pharmaceutics*. 7(2): 576-585.
- Illes, J., Moser, M.A., McCormick, J.B., Racine, E., Blakeslee, S. et al. (2010). Neurotalk : improving the communication of neuroscience research. *Nature Reviews Neuroscience*. 11: 61-69.
- Jain, K. K. (2011). Role of nanobiotechnology in the personalized management of glioblastoma multiforme. *Nanomedicine (London)*. 6(3): 411-414.

- Jokerst, J.V. & McDevitt, J. T. (2010). Programmable nano-bio-chips: multifunctional clinical tools for use at the point-of-care. *Nanomedicine (London)*. 5(1): 143-155.
- Jones, R. (2009). It's not just about nanotoxicology. *Nature Nanotechnology*. 4: 615.
- Jones, R. (2008). When it pays to ask the public. *Nature Nanotechnology*. 3: 578-579.
- Jotterand, F. (2008). Beyond therapy and enhancement: the alteration of human nature. *Nanoethics*. 2: 15-23.
- Jotterand, F. (2006). The politicization of science and technology: its implications for nanotechnology. *Journal of Law, Medicine & Ethics*. 34(4): 658-666.
- Jotterand, F. & Alexander, A. A. (2011). Managing the "known unknowns": theranostic cancer nanomedicine and informed consent. *Methods in Molecular Biology*. 726: 413-429.
- Kaittani, C., Santra, S. & Manuel Perez, J. (2010). Emerging nanotechnology-based strategies for the identification of microbial pathogenesis. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 62(4-5): 408-423.
- Karinen, R. & Guston, D. H. (2010). Toward anticipatory governance: the experience with nanotechnology. In: Kaiser, M. et al. (Eds) *Governing Future Technologies*. *Sociology of the Sciences Yearbook* 27: 217-232.
- Keating, C. D. (2005). Nanoscience enables ultrasensitive detection of Alzheimer's biomarker. *PNAS*. 102(7): 2263-2264.
- Kearnes, M., Macnaghten, P. & Wilsdon, J. (2006). The technical and social complexity of nanotechnologies demands a genuine dialogue between scientists and the public...; *Governing at the nanoscale: people, policies and emerging technologies*. London: Demos. Récupéré le 21 avril 2012 de <http://www.demos.co.uk/files/governingatthenanoscale.pdf>
- Kennedy, J. (2008). Nanotechnology : the future is coming sooner than you think. Dans Fisher, E., Selin, C. & Wetmore, J.M. (Eds) *The yearbook of nanotechnology in society: Volume 1: Presenting futures*. (pp. 1-21) New York: Springer.

- Khushf, G. (2007). Importance of a midterm time horizon for addressing ethical issue integral to nanobiotechnology. *Journal of long-term effects of medical implants*. 17(3): 263-269.
- Kirby, T. (2011). Science media centres go global. *The lancet*. 377: 285.
- Kjolberg, K.L. (2009). Representations of nanotechnology in Norwegian newspapers – Implications for public participation. *Nanoethics*. 3: 61-72.
- Klein, E. (2011). *Le small bang des nanotechnologies*. Paris: Odile Jacob.
- Klein, E., Grinbaum, V. & Bontems, V. (2008). Nanosciences : les enjeux du débat. *Le Débat*. 148 : 65-79.
- Klein, E., Grinbaum, A. & Bontems, V. (2007). *Le débat sur les nanosciences : enjeux pour le CEA*. DSM-LARSIM. Publication S07/093. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://bugin.free.fr/teleduplicable/RapportLARSIM-2007.pdf>
- Kolishetti, N., Dhar, S., Valencia, P.M. Lin, L.Q., Karnik, R. & al. (2010). Engineering of self-assembled nanoparticle platform for precisely controlled combination drug therapy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 107: 17939-17944.
- Koo, Y.E., Fan, W., Hah, H., Xu, H., Orringer, D. et al. (2007). Photonic explorers based on multifunctional nanoplatfroms for biosensing and photodynamic therapy. *Applied optics*. 46(10): 1924-1930.
- Kubinova, S. & Sykova, E. (2010). Nanotechnology for treatment of stroke and spinal cord injury. *Nanomedicine (London)*. 5(1): 99-108.
- Kuiken, T. (2011). Nanomedicine and ethics: is there anything new or unique? *WIREs Nanomed Nanobiotechnol*. 3: 111-118.
- Kullberg, M., Owens, J.L. & Mann, K. (2010). Listeriolysin O enhances cytoplasmic delivery by Her-2 targeting liposomes. *Journal of drug targeting*. 18(4): 313-320.
- Kumar, R., Roy, I., Ohulchanskyy, T.Y., Vathy, L.A., Bergey, E.J. & al. (2010). In vivo biodistribution and clearance studies using multimodal organically modified silica nanoparticles. *ACS Nano*. 4(2): 699-708.

- Kyle, R. & Dodds, S. (2009). Avoiding empty rhetoric: engaging public in debates about nanotechnologies. *Science and Engineering Ethics*. 15: 81-96.
- Kirby, T. (2011). Science Media Centres go global. *The Lancet*. 377: 285.
- Ladwig, P., Anderson, A.A., Brossard, D., Scheufele, D.A. & Shaw, B. (2010). Narrowing the nano discourse? *Materials Today*. 13(5): 52-54.
- Lafontaine, C. (2010). *Nanotechnologies et société*. Montréal : Boréal.
- Lafontaine, C. (2006). Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination. *Quadermi*. 61 : 39-53.
- Lagacé, M.-C. & Renaud, L. (2010). La perception des messages et l'utilisation d'Internet en regard de la santé, de l'alimentation et de l'activité physique dans la population québécoise. Dans Renaud, L. (Eds) *Les médias et la santé : de l'émergence à l'appropriation des normes sociales*. (pp. 221-237) Québec : Les Presses de l'Université du Québec.
- Lahmani, M., Dupas, C. & Houdy, P. (Eds) (2009). *Les nanosciences; 1 : Nanotechnologies et nanophysique*. Paris : Belin.
- Lapointe, P. & Dupont, C. (2006). *Les nouveaux journalistes. Entre précarité et indépendance*. Saint-Foy : Les Presses de l'Université Laval.
- Le Cam, F. (2009). *Le journalisme imaginé. Histoire d'un projet professionnel au Québec*. Montréal : Leméac.
- Lee, S.M., O'Halloran, T.V. & Nguyen, S.T. (2010). Polymer-caged nanobins for synergistic cisplatin-doxorubicin combination chemotherapy. *Journal of the American Chemical Society*. 132 (48): 17130-17138.
- Legault, G.A. (2009). Gouvernance du développement des nanotechnologies : quel mode pour quel devenir? Dans Béland, J.-P. & Patenaude, J. (Eds) *Les nanotechnologies : développement, enjeux sociaux et défis éthiques*. (pp.37-54) Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval.
- Legault, G.A. (2001). La démarche réflexive, dialogique et éthique du GRAT. Dans Legault, G.A., Leroux, T. & Sirard, M.-A. (Éds.) *Le défi transgénique, une démarche réflexive*. (pp. 33-48). Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval.

- Lenk, C. & Biller-Andorno, N. (2007). Nanomedicine-emerging or re-emerging ethical issues? A discussion of four ethical themes. *Medicine, Health Care and Philosophy*. 10: 173-184.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1996). *La recherche qualitative : fondements et pratiques*. Montréal : Éditions Nouvelles.
- Lewenstein, B.V. (1992). The meaning of 'public understanding of science' in the United States after World War II. *Public Understanding of Science*. 1: 45-68.
- Liang, Y.-X., Cheung, S. W. H., Chan, K. C. W., Beng, C., Wu, E. X. et al. (2011). CNS regeneration after chronic injury using a self-assembled nanomaterial and MEMRI for real-time in vivo monitoring. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 7: 351-359.
- Lin, P. & Allhoff, F. (2009). Introduction: nanotechnology, society and ethics. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & society: current and emerging ethical issues*. (pp. xxi-xxxiv) New York: Springer.
- Lin, P. & Allhoff, P. (2008). Untangling the debate: the ethics of human enhancement. *Nanoethics*. 2: 251-264.
- Liu, J., Fei, L., Maladen, M., Hamaker, B.R. & Zhang, G. (2009). Iodine binding property of a ternary complex consisting of starch, protein, and free fatty acids. *Carbohydrate Polymers*. 75: 351-355.
- Litton, P. (2007). « Nanoethics »? What's new? *Hasting Center Report*. 37(1), 22-25.
- Lok, C. (2010). Small wonders. *Nature*. 467: 18-21.
- Lorenz, C. (2007). L'économie de la connaissance, le nouveau management public et les politiques de l'enseignement supérieur dans l'Union Européenne. Dans Charle, C. & Soulié, C. (Eds) *Les ravages de la « modernisation » universitaire en Europe*. (pp. 33-67) Paris : Éditions Syllepse.
- Macnaghten, P., Davies, S. & Kearnes, M. (2010). Narrative and public engagement: some findings from the DEEPEN project. Dans von Schomberg, R. & Davies, S. *Understanding public debate on nanotechnologies. Options for framing public policy*. (pp. 13-30) Récupéré le 19 avril 2012 de http://www.nanoarchive.org/8235/1/Debate_nano_100203.pdf
- Maestrutti, M. (2011). *Imaginaires des nanotechnologies : mythes et fictions de l'infiniment petit*. Paris : Vuibert.

- Malsch, I. & Nielsen, K. H. (2010). *Nanobioethics*. ObservatoryNano 2nd annual report on ethical and societal aspects of nanotechnology. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/NanobioethicsApril2010.pdf>
- Malsch, I. & Nielsen, K.H. (2009). *Individual and collective responsibility for nanotechnology. First annual report on ethical and social aspects of nanotechnology*. Récupéré le 19 avril 2012 de <http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/annrep1responsibility1.pdf>
- Mantovani, E. & Porcari, A. (2010). A governance platform to secure the responsible development of nanotechnologies : the FramingNano project. Dans von Schomberg, R. & Davies, S. *Understanding public debate on nanotechnologies. Options for framing public policy*. (pp. 53-80) Récupéré le 19 avril 2012 de http://www.nanoarchive.org/8235/1/Debate_nano_100203.pdf
- Martinez, P.H., Kono, Y., Blair, S.L., Sandovai, S., Wang-Rodriguez & al. (2010). Hard shell gas-filled contrast enhancement particles for colour Doppler ultrasound imaging of tumors. *Medchemcomm*. 1: 266-270.
- Massé, R. & Saint-Arnaud, J. (2003). *Éthique et santé publique*. Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval.
- Maus, L., Dick, O., Bading, H., Spatz, J.P & Fiammengo, R. (2010). Conjugation of peptides to the passivation shell of gold nanoparticles for targeting of cell-surface receptors. *ACS Nano*. 4(11): 6617-6628.
- McCarron, P.A. & Faheem, A.M. (2010). Nanomedicine-based cancer targeting: a new weapon in an old ward. *Nanomedicine (London)*. 5(1): 3-5.
- McGinn, R.E. (2010a). What's different, ethically, about nanotechnology? Foundational questions and answers. *Nanoethics*. 4: 115-128.
- McGinn, R. (2010b). Ethical responsibilities of nanotechnology researchers: a short guide. *Nanoethics*. 4: 1-12.
- McGinn, R. (2008). Ethics and nanotechnology : views of nanotechnology researchers. *Nanoethics*. 2: 101-131.
- Meeto, D. (2009). Nanotechnology: is there a need for ethical principles? *British Journal of Nursing*. 18(20): 1264-1268.

- Mehta, M.D. (2004). From biotechnology to nanotechnology: what can we learn from earlier technologies? *Bulletin of Science, Technology & Society*. 24(1): 34-39.
- Menuz, V., Hurlimann, T. & Godard, B. (2011). Is human enhancement also a personal matter? *Science & Engineering Ethics*. Sous presse.
- Métayer, M. (2002). *La philosophie éthique*. Sainte-Foy : Éditions du Nouveau Pédagogique.
- Meyyappan, M. (2008). Nanotechnology: challenges and the way forward. Dans Fisher, E., Selin, C. & Wetmore, J.M. (Eds) *The yearbook of nanotechnology in society: Volume 1: Presenting futures*. (pp. 227-239) New York: Springer.
- Mi, Y., Liu, Y., Guo, Y. & Feng, S.S. (2011). Herceptin-conjugated nanocarriers for targeted imaging and treatments of HER2-positive cancer. *Nanomedicine (London)*. 6(2): 311.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Mills, K. & Fledderman, C. (2005). Getting the best from nanotechnology: approaching social and ethical implications openly and proactively. *IEEE Technology and Society Magazine*. Winter 2005: 18-26.
- Ministère du développement économique, de l'innovation et de l'exportation (MDEIE). (2006). *Un Québec innovant et prospère : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Monzée, J. (2007). Les enjeux des nanotechnologies appliquées aux neurosciences. Dans Hervé, C., Jean, M. S., Molinari, P. A., Grimaud, M. A. & Laforêt, E. (Eds) *La nanomédecine, enjeux éthiques, juridiques et normatifs*. (pp. 51-76) Paris : Dalloz.
- Moon, J.J., Suh, H., Bershteyn, A., Liu, H., Huang, B. & al. (2011). Interbilayer-crosslinked multilamellar vesicles as synthetic vaccines for potent humoral and cellular immune responses. *Nature materials*. 10(3): 243-251.
- Moor, J.H. (2005). Why we need better ethics for emerging technologies. *Ethics and Information Technology*. 7: 111-119.
- Murcot, T. (2009). Science journalism: toppling the priesthood. *Nature*. 459: 1054-1055.

- Nachuraju, P., Friedman, A.J., Friedman, J.M & Cabrales, P. (2010). Exogenous nitric oxide prevents cardiovascular collapse during hemorrhagic shock. *Resuscitation*. 82(5): 607-613.
- Nanologue project. (2006). *Nanologue – Opinions on the ethical, legal and social aspects of nanotechnologies – Results from a consultation with representatives from research, business and civil society*. Récupéré le 24 avril 2012 de <http://www.nanologue.net/custom/user/Downloads/NanologueWP34FinalPublic.pdf>
- NanoQuébec. (2012). *Site web de NanoQuébec*. Accédé le 17 avril 2012 de <http://www.nanoquebec.ca/>
- NanoQuébec. (2012a). *Les nanos au Québec*. Accédé le 24 avril 2012 de <http://www.nanoquebec.ca/fr/les-nanos-au-quebec.php>
- NanoQuébec. (2012b). *Mission et objectifs*. Accédé le 24 avril 2012 de <http://www.nanoquebec.ca/fr/mission-et-objectifs.php>
- NanoQuébec. (2010). *Bilan des réalisations majeures : 2001-2010*. Récupéré le 23 avril 2012 à partir de <http://www.nanoquebec.ca/media/bilan-fr.pdf>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2011a). *What is Nanotechnology?* Récupéré le 04 août 2011 de <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2011b). *Size of the nanoscale*. Récupéré le 04 août 2011 de <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2011c). *Nanotechnology timeline*. Récupéré le 04 août 2011 de <http://www.nano.gov/nanotech-101/timeline>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2009a). *Nanocomplexes for functional micronutrients : nanoemulsion for increased solubility and bioavailability of bioactives*. Récupéré le 30 mai 2011 de <http://www.nano.gov/sites/default/files/nanocomplexesforfunctionalmicronutrients-bioactives-armynsrdec.pdf>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2009b). *Nanoscale devices and systems (PCA3) self-amplifying nanobiosensor for direct detection of prions in blood*. Récupéré le 30 mai 2011 de http://www.nano.gov/sites/default/files/self-amplifyingnanobiosensorsfordirect_usda.pdf
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2009c). *New nanoscale materials for the detection of bio-terror agents in food*. Récupéré le 30 mai 2011 de

http://www.nano.gov/sites/default/files/newnanoscalematerialsforthedetection_usda.pdf

- Neresini, F. & Bucchi, M. (2011). Which indicators for the new public engagement activities? An exploratory study of European research institutions. *Public Understanding of Science*. 20(1): 64-79.
- Nisbet, M. C., Scheufele, D.A., Shanahan, J., Moy, P., Brossard, D. & al. (2002). Knowledge, reservations, or promise? A media effects model for public perceptions of science and technology. *Communication Research*. 29(5): 584-608
- Nie, S. (2010). Understanding and overcoming major barriers in cancer nanomedicine. *Nanomedicine (London)*. 5(4): 523-528.
- Nikolaev, V.O., Moshkov, A., Lyon, A.R., Miragoli, M., Noyak, P. & al. (2010). β -adrenergic receptor redistribution in heart failure changes camp compartmentation. *Science*. 327 (5973): 1653-1657.
- Noblet, A & Pignard-Cheynel, N. (2010). L'encadrement des contributions « amateurs » au sein des sites d'information : entre un impératif participatif et exigences journalistiques. Dans Millerand, F., Proulx, S. & Rueff, J. (Eds.) *Web social : mutation de la communication*. (pp. 265-282) Québec : Les Presses de l'Université du Québec.
- Nordmann, A. (2007). If and then : a critique of speculative nanoethics. *Nanoethics*. 1 : 31-46.
- Nurunnabi, M., Cho, K.J., Choi, S.J., Huh, K.M. & Lee Y.K. (2010). Targeted near-IR QDs-loaded micelles for cancer therapy and imaging. *Biomaterials*. 31(20): 5436-5444.
- Oblin, N. & Vassort, P. (2005). *La crise de l'Université française*. Paris : L'Harmattan.
- Observatoire Transgène. (2012). *Site web de l'observatoire Transgène*. Récupéré le 23 avril 2012 de <http://www.obstransgene.org/>
- Ostiguy, C., Soucy, B., Lapointe, G., Woods, C. & Ménard, L. (2008). *Les effets sur la santé reliés aux nanoparticules*. Montréal: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). Récupéré le 19 avril 2012 de <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/r-558.pdf>
- Pautrat, J.-L. (2009). Nanophysique et nanotechnologies. Dans Lahmani, M., Dupas, C. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 1. Nanotechnologies et nanophysique*. (pp. 17-24) Paris: Belin.

- Percec, V., Wilson, D.A., Leowanawat, P., Wilson, C.J., Hughes, A.D. & al. (2010). Self-assembly of janus dendrimers into uniform dendrisomes and other complex architectures. *Science*. 328(5981): 1009-1014.
- Pires, A. P. (1997). Échantillonnage et recherche qualitative : essai théorique et méthodologique. Dans : Poupart, J., Deslauriers, J.-P., Groulx, L.-H., Lapperrière, A., Mayer, A. & al. (Eds) *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques*. (pp. 113-169) Montréal : Gaétan Morin éditeur.
- Pornpattananangkul, D., Olson, S., Aryal, S., Sartor, M., Huang, C.M. & al. (2010). Stimuli-responsive liposome fusion mediated by gold nanoparticles. *ACS Nano*. 4(4): 1935-1942.
- Potter, V.R. (1972). Bioethics for whom? *Annals of the New York Academy of Sciences*. 196: 200-205.
- Priest, S. (2006). The North American opinion climate for nanotechnology and its products: opportunities and challenges. *Journal of Nanoparticle Research*. 8: 563-568.
- Priest, S., Greenhalgh, T. & Kramer, V. (2010). Risk perceptions starting to shift? U.S. citizens are forming opinions about nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*. 12: 11-20.
- Provalis Research. (2012). *Qdaminer : logiciel d'analyse qualitative des données; Manuel de l'Utilisateur*. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://www.provalisresearch.com/QDAMiner/QDAMinerFR.html>
- Puget, P. (2007). Laboratoires sur puce. Dans Lahmani, M., Boisseau, P. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*. (pp. 981-999) Paris: Belin.
- Racine, E., Waldman, S., Rosenberg, J. & Illes, J. (2010). Contemporary neuroscience in the media. *Social Science & Medicine*. 71: 725-733.
- Racine, E., Bar-Ilan, O. & Illes, J. (2005). fMRI in the public eye. *Nature Neuroscience*. 6: 159-164.
- Rensberger, B. (2009). Science journalism: too close for comfort. *Nature*. 459: 1055-1056.
- Réseau NE³LS. (2012). Site web du Réseau NE³LS. Récupéré le 23 avril 2012 de <http://www.ne3ls.ca/>

- Resnik, D. B. & Tinkle, S.S. (2007a). Ethics in nanomedicine. *Nanomedicine (London)*. 2(3) : 345-350.
- Resnik, D.B. & Tinkle, S.S. (2007b). Ethical issues in clinical trials involving nanomedicine. *Contemporary Clinical Trials*. 28: 433-441.
- Richard, V. (2006). Concept général de « responsabilité ». Dans Létourneau, L. (Éds) *Bio-ingénierie et responsabilité sociale*. (pp. 57-90) Montréal : Les Éditions Thémis.
- Rip, A. & Shelley-Egan, C. (2010). Positions and responsibilities in the ‘real’ world of nanotechnology. Dans: von Schomberg, R. & Davies, S. (Eds) *Understanding public debate on nanotechnologies. Options for framing public policy*. (pp. 31-38) Récupéré le 19 avril 2012 de http://www.nanoarchive.org/8235/1/Debate_nano_100203.pdf
- Roco, M., Mirkin, C.A. & Hersam, M.C. (2010). *Nanotechnology research directions for societal needs in 2020*. New York : Springer. Récupéré le 30 mai 2011 de http://wtcc.org/nano2/Nanotechnology_Research_Directions_to_2020/Nano_Research_Directions_to_2020.pdf
- Rogers-Hayden, T. & Pidgeon, N. (2007). Moving engagement “‘upstream’”? Nanotechnologies and the Royal Society and Royal Academy of Engineering’s inquiry. *Public understanding of Science*. 16: 345-364.
- Rose, D. (2001). *Retour sur les méthodologie de recherche féministes : document de travail*. Récupéré le 18 avril 2012 de <http://publications.gc.ca/collections/Collection/SW21-142-2001F.pdf>
- Rossier, J. & Studer, V. (2007). Nanobiotechnologies et nanobiologie. Dans Lahmani, M., Boisseau, P. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*. (pp. 17-20) Paris : Belin.
- Roy, J.-R. (1998). *Les héritiers de Prométhée*. Sainte-Foy : Les Presses de l’Université Laval.
- Royal Society and Royal Academy of Engineering. (2004). *What are nanoscience and nanotechnology?* Récupéré le 24 avril 2012 de <http://www.nanotec.org.uk/report/chapter2.pdf>
- Russo, G. (2011). Aspirations and anxieties. *Nature*. 475 : 533-535.
- Saint-Jean, A. (2002). *Éthique de l’information; Fondements et pratiques au Québec depuis 1960*. Montréal : Les Presses de l’Université de Montréal.

- Sargent, T. (2006). *Bienvenue dans le nanomonde*. Paris : Dunod.
- Scheufele, D.A. et Lewenstein, B. V. (2005). The public and nanotechnology : how citizens make sense of emerging technologies. *Journal of nanoparticle research*. 7 : 659-667.
- Schummer, J. (2006). Cultural diversity in nanotechnology ethics. *Interdisciplinary Science Reviews*. 31(3): 217-230.
- Schwitzer, G. (2008). How do US journalists covert treatments, tests, products, and procedures? An evaluation of 500 stories. *Plos medicine*. 5(5): 700-704.
- Sekhon, B. S. & Kamboj, S. R. (2010a). Inorganic nanomedicine – Part 1. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 6: 516-522.
- Sekhon, B. S. & Kamboj, S. R. (2010b). Inorganic nanomedicine – Part 2. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 6: 612-618.
- Sentientia, W. (2006). Cognitive enhancement and the neuroethics of memory drugs. Dans Bainbridge, W.S. & Roco, M.C. (Eds) *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: converging technologies in society*. (pp.153-171). New York: Springer.
- Sheetz, T., Vidal, J., Pearson, T.D. & Lozano, K. (2005). Nanotechnology: awareness and societal concerns. *Technology in Society*. 27: 329-345.
- Shi, Y., Kim, S., Huff, T.B., Borgens, R.B., Park, K. et al. (2009). Effective repair of traumatically injured spinal cord by nanoscale block copolymer micelles. *Nature Nanotechnology*. 5(1): 80-87.
- Silva, G.A. (2006). Neuroscience nanotechnology: progress, opportunities and challenges. *Nature Neuroscience*. 7, 65-74.
- Solomon, M.Z. (2005). Realizing bioethics' goals in practice : ten ways « is » can help «ought ». *Hastings Center Report*. 35(4) : 40-47.
- Sosnik, A., Carcaboso, A.M., Glisoni, R.J., Moretton, M.A. & Chiappetta, D.A. (2010). New old challenges in tuberculosis: potentially effective nanotechnologies in drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 62: 547-559.
- Sosoe, L. K. (2000). Éphémérides d'un concept : l'éthique appliquée et son destin postmétaphysique, Dans Lacroix, A. & Létourneau, A. (Éds) *Méthodes et interventions en éthique appliquée*. (pp. 203-223) Montréal : Fides.

- Spagnolo, A.G. & Daloiso, V. (2009). Outlining ethical issues in nanotechnologies. *Bioethics*. 23(7) : 394-402.
- Sterckx, S. (2011). Patenting and licensing of university research: promoting innovation or undermining academic values? *Science and Engineering Ethics*. 17: 45-64.
- Stern, E., Vacic, A., Rajan, N.K., Criscione, J.M., Park, J. & al. (2009). Label-free biomarker detection from whole blood. *Nature Nanotechnology*. 5(2): 138-142.
- Sto, E., Scholl, G., Jègou, F. & Strandbakken, P. (2010). The future of deliberative processes on nanotechnology. Dans von Schomberg, R. & Davies, S. *Understanding public debate on nanotechnologies. Options for framing public policy*. (pp. 53-80)
Récupéré le 19 avril 2012 de http://www.nanoarchive.org/8235/1/Debate_nano_100203.pdf
- Strickland, A.D. & Batt, C.A. (2009). Detection of carbendazim by surface enhanced Raman scattering using cyclodextrin inclusion complexes on gold nanorods. *Analytical Chemistry*. 81: 2895-2903.
- Suntharalingam, G., Perry, M. R., Ward, S., Brett, S. J., Castello-Cortes, A. & al. (2006). Cytokine storm in a phase 1 trial of the Anti-CD28 monoclonal antibody TGN1412. *New England Journal of Medicine*. 355 (10) : 1018-1028.
- Suzuki, D. (1997). *L'équilibre sacré : redécouvrir sa place dans la nature*. Montréal : Fides.
- Sylvester, D. J., Abott, K. W. & Marchant, G. E. (2009). Not again! Public perception, regulation, and nanotechnology. *Regulation & Governance*. 3: 165-185.
- Tagaram, H.R., Divittore, N.A., Barth, B.M., Kaiser, J.M., Avella, D. & al. (2010). Nanoliposomal ceramide prevents in vivo growth of hepatocellular carcinoma. *Gut*. 60: 695-701.
- Tapin, D. (2009). Les enjeux de l'analyse du risque dans la recherche et le développement des nanotechnologies. Dans Béland, J.-P. & Patenaude, J. (Eds) *Les nanotechnologies : développement, enjeux sociaux et défis éthiques*. (pp. 55-67) Sainte-Foy : Les Presses de l'Université Laval.
- The Hague Center for Strategic Studies. (2008). *Future issue: Nanotechnology*. Récupéré le 15 juillet 2011 de <http://www.hcss.nl/reports/future-issue-nanotechnology/39/>
- Thompson, R. E. (2007). Nanotechnology: science fiction? Or next challenge for the ethics committee? *The physician executive*. May-June 2007: 64-66.

- Toke, E.R., Lorincz, O., Somogyi, E. & Lisziewicz, J. (2010). Rational development of a stable liquid formulation for nanomedicine products. *International Journal of Pharmaceutics*. 392 (1-2): 261-267.
- Toumey, C. (2005). Apostolic succession. *Engineering & Science*. 1/2 : 16-23.
- Umashankar, M. S., Sachdeva, R. K. & Gulati, M. (2010). Aquasomes: a promising carrier for peptides and protein delivery. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 6: 419-426.
- Vauthier, C., Tsapis, N. & Couvreur, P. (2011). Nanoparticles : heating tumors to death? *Nanomedicine*. 6(1): 99-109.
- van de Poel, I. (2008). How should we do nanoethics? A network approach for discerning ethical issues in nanotechnology. *Nanoethics*. 2 : 25-38
- van den Hoven, J. (2009). The tangled web of tiny things: privacy implications of nano-electronics. Dans Allhoff, F. & Lin, P. (Eds) *Nanotechnology & society: current and emerging ethical issues*. (pp. 147-162) New York: Springer.
- van den Hoven, J. & Vermaas, P.E. (2007). Nano-technology and privacy: on continuous surveillance outside the panopticon. *The Journal of Medicine and Philosophy*. 32(3): 283-297.
- van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Vergoni, A. V., Tosi, G., Tacchi, R., Vandelli, M. A., Bertolini, A. & al. (2009). Nanoparticles as drug delivery agents specific for CNS : in vivo biodistribution. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 5: 369-377.
- Verma, S., Domb, A. J. & Kumar, N. (2011). Nanomaterials for regenerative medicine. *Nanomedicine (London)*. 6(1): 157-181.
- Vieu, C. & Mailly, D. (2009). Les procédés de lithographie et de gravure. Dans Lahmani, M., Dupas, C. & Houdy, P. (Eds) *Les nanosciences; I. Nanotechnologies et nanophysique*. (pp. 26-60) Paris: Belin.
- Vinogradov, S. V. (2010). Nanogels in the race for drug delivery. *Nanomedicine (London)*. 5(2): 165-168.

- Vizirianakis, I. S. (2011). Nanomedicine and personalized medicine toward the application of pharmacotyping in clinical practice to improve drug-delivery outcomes. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 7: 11-17.
- Wagner, V., Dullaart, A., Bock, A.-K. & Zweck, A. (2006). The emerging nanomedicine landscape. *Nature Biotechnology*. 24(10): 1211-1217.
- Wang, S., Wang, H. Jiao, J., Chen, K.J., Owens, G.E. et al. (2009). Three-dimensional nanostructured substrates toward efficient capture of circulating tumor cells. *Angewandte Chemie (International ed. in English)*. 48(47): 89-70-8973.
- Watson, J. & Berry, A. (2003). *ADN, le secret de la vie*. Paris : Odile Jacob.
- Weatherall, D. (2003). Problems for biomedical research at the academia-industrial interface. *Science and Engineering Ethics*. 9: 43-48.
- Weigun, S.E., Floriano, P.N., Redding S.W., Yeh, C.K., Westbrook, S.D. et al. (2010). Nano-bio-chip sensor platform for examination of oral exfoliative cytology. *Cancer Prevention Research*. 3(4): 518-528.
- Weinstock, D. M. (2006). *Profession éthicien*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Wickson, F., Delgado, A. & Kjolberg, K.L. (2010). Who or what is 'the public'? *Nature Nanotechnology*. 5: 757-758.
- Williams-Jones, B. (2005). Knowledge commons or economic engine – what's a university for? *Journal of Medical Ethics*. 31: 249-250.
- Woodhouse, H. (2009). *Selling out : academic freedom and the corporate market*. Montréal : McGill-Queen's University Press.
- Wu, J., Sun, J. & Xue, Y. (2010). Involvement of JNK and P53 activation in G2M cell cycle arrest and apoptosis induced by titanium dioxide nanoparticles in neuron cells. *Toxicology letters*. 199: 269-276.
- Xie, J., Chen K., Huang J., Lee, S., Wang, J. et al. (2010). PET/NIRF/MRI triple functional iron oxide nanoparticles. *Biomaterials*. 31(11) : 3016-3022.
- Xue, Y., Clopton, P., Peacock, W.F. & Maisel, A.S. (2011). Serial changes in high-sensitive troponin I predict outcome in patients with decompensated heart failure. *European Journal of Heart Failure*. 13(1): 37-42.

- Yang, Y., Wimpenny, I., & Ahearne, M. (2011). Portable nanofiber meshes dictate cell orientation throughout three-dimensional hydrogels. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 7: 131-136.
- Yanik, A.A., Huang, M., Kamohara O., Artar, A., Geisbert, T.W. et al. (2010). An optofluidic nanoplasmonic biosensor for direct detection of live viruses from biological media. *Nano Letters*. 10(12) : 4962-4969.
- Young, S.M. (2005). Universities, governments and industry: can the essential nature of universities survive the drive to commercialize? *Journal of Psychiatry & Neuroscience*. 30(3): 160-163.
- Zhang, G., Maladen, M.D. & Hamaker, B.R. (2003). Detection of a novel three component complex consisting of starch, protein, and free fatty acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 2801-2805.
- Zhou, F., Lu, M., Wang W., Bian, Z.P., Zhang, J.R. & al. (2010). Electrochemical immunosensor for simultaneous detection of dual cardiac markers based on a poly(dimethylsiloxane)-gold nanoparticle composite microfluidic chip : a proof of principle. *Clinical Chemistry*. 56: 1701-1707.

Annexe I – Approbation du comité d'éthique (extrait)



CERTIFICAT D'APPROBATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE (CERFM)

Le Comité d'éthique a étudié le projet intitulé :

**Initiatives de responsabilité sociale pour baliser le développement des nanotechnologies :
point de vue de quelques acteurs en nanobiotechnologies**

présenté par : M. Philippe-Aubert Côté, Dre Béatrice Godard et Dr François Pothier

Financé par : n/a

et considère que la recherche proposée sur des humains est conforme à l'éthique.

Isabelle B-Ganache, présidente

Date de soumission ou d'étude : 16 octobre 2008

Date d'approbation : **Modifié et approuvé le 4 mai 2009**

Numéro de référence : CERFM (08) #332

N.B. Veuillez utiliser le numéro de référence dans toute correspondance avec le
Comité d'éthique relativement à ce projet.

Annexe II – Lettre de sollicitation destinée aux chercheurs (Français)

Faculté de médecine
Programmes de bioéthique
www.bioethique.umontreal.ca

Montréal, le **date/mois/année**

(Nom et adresse du destinataire)

Objet: Participation à un projet de recherche sur l'encadrement des nanotechnologies

Monsieur (Madame),

Par la présente, nous aimerions vous inviter à participer à un projet de recherche portant sur la collaboration entre les chercheurs, les entreprises et les médias, œuvrant dans le développement des nanotechnologies à incidences biomédicales.

Bénéficiant du soutien financier du Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ) dans le cadre du programme de bourses NE³LS, ce projet a pour but de décrire les perceptions des acteurs du monde des nanotechnologies envers un meilleur encadrement du développement de celles-ci. Notre objectif est de vérifier la faisabilité et les conditions de faisabilité d'un tel encadrement. Ce projet, en plus de bénéficier de son soutien financier, rejoint la mission du réseau NE³LS formés par le Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies (FQRNT), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Société et la Culture (FQRSC), l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSSST) et l'organisme NanoQuébec.

Dans le cadre de ce projet, votre contribution consisterait à participer à une entrevue individuelle, menée par monsieur Philippe-Aubert Côté, sous la direction du professeur Béatrice Godard de l'Université de Montréal. Cette entrevue viserait à identifier vos perceptions envers les responsabilités des différents acteurs en nanotechnologies (chercheurs, entreprises, médias, public...) et la manière dont ceux-ci peuvent collaborer pour encadrer le développement des nanotechnologies.

Nous sommes conscients des contraintes qui pèsent sur votre emploi du temps chargé. Pour cette raison, la durée maximale de cette entrevue serait limitée à quarante-cinq (45) minutes. Également, cet entretien pourrait être effectué aussi bien en personne que par téléphone.

Il va sans dire que votre contribution à la réalisation de notre projet de recherche concourra substantiellement à son succès. Comme vous le savez, très peu de chercheurs œuvrent au Québec dans le domaine des nanotechnologies à incidences biomédicales. Les données recueillies auprès de vous nous seront donc d'autant plus précieuses.

Ceci dit, nous croyons que votre participation à ce projet pourra aussi vous être profitable en raison des retours d'informations envisageables à la fin de notre étude.

Vous trouverez ci-inclus un résumé qui fournit de plus amples renseignements sur notre projet de recherche, ainsi qu'une copie de la présente lettre. Nous attirons votre attention sur le fait que les résultats des entrevues seront rapportés de façon anonyme et que les rapports de recherche ne contiendront aucun renseignement nominatif.

Pour donner suite à la présente invitation, monsieur Philippe-Aubert Côté communiquera avec vous d'ici quelques jours pour vérifier votre intérêt et, le cas échéant, convenir d'un rendez-vous. Vous pouvez aussi contacter la directrice de ce dernier, madame Béatrice Godard, pour obtenir de plus amples renseignements.

Nous espérons vivement pouvoir compter sur votre participation et nous vous remercions à l'avance pour votre réponse. Dans l'intervalle, nous vous prions d'agréer, monsieur (madame), l'expression de nos sentiments distingués.

(Signature)

Philippe-Aubert Côté, M.Sc.
Doctorant, Sciences biomédicales, option bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Informations sur la directrice :
Béatrice Godard, Ph.D.
Directrice, Programme de bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Annexe III – Lettre de sollicitation destinée aux chercheurs (Anglais)

Faculté de médecine
Programmes de bioéthique
www.bioethique.umontreal.ca

Montréal, le **date/mois/année**

(Nom et adresse du destinataire)

Subject: Participation in a research study on the framing of nanotechnologies

Sir (Madam)

We would like to invite you to take part in a research study looking into the collaboration between researchers, industry and the media in the development of biomedical nanotechnology.

In receiving financial support from the Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ) through the NE³LS fellowship program, this project aims to describe the perceptions of nanotechnology and its actors in order to better understand how this field is developing. Our objective is to verify the feasibility of, and the conditions needed for such an endeavour. This project, in addition to benefiting from financial support, has joined the NE³LS network mission created by the Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies (FQRNT), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Société et la Culture (FQRSC), l'Institut de Recherche Robert Sauvé en Santé et Sécurité du Travail (IRSSST), and the NanoQuébec organization.

As part of this project, your contribution would be to attend a personal interview conducted by Mr. Philippe-Aubert Côté, under the direction of Professor Beatrice Godard of the University of Montreal. This interview is intended to determine your understanding of the responsibilities of different actors within the domain of nanotechnology (e.g., researchers, industry, media, public) and how these actors collaborate in the framing of nanotechnologies.

We are aware of the constraints on your time. For this reason, the maximum duration of the interview would be forty-five (45) minutes. Also, this interview could be conducted both in person and by phone.

It goes without saying that your contribution to the realization of our research study will contribute significantly to its success. As you know, very few researchers in Quebec work in the field of biomedical nanotechnology. The data gained from you will therefore be all the more valuable.

That said, we believe that your participation in this project may also be advantageous to you because of the potential for feedback at the end of the study.

Along with the copy of this letter, you will find enclosed a research summary, in French, providing further information on our study (an English translation will be available next week, and will be sent to you at this time). We would like you to know that the interviews will be reported in an anonymous way and any research reports resulting from this study will not contain personally identifiable information.

With the provision of a response to this invitation, Mr. Philippe-Aubert Côté will contact you in a few days to verify your interest and, where appropriate, arrange an appointment. You may also contact the director of the study, Dr. Beatrice Godard, for more information.

We sincerely hope to be able to count on your participation and we thank you in advance for your reply. In the meantime, sir (madam), we remain sincerely yours.

(Signature)

Philippe-Aubert Côté, M.Sc.
Doctorant, Sciences biomédicales, option bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Informations about the supervisor :
Béatrice Godard, Ph.D.
Directrice, Programme de bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Annexe IV – Lettre de sollicitation destinée aux journalistes scientifiques

Faculté de médecine

Programmes de bioéthique

www.bioethique.umontreal.ca

Montréal, le **date/mois/année**

(Nom et adresse du destinataire)

Objet: Participation à un projet de recherche sur l'encadrement des nanotechnologies

Monsieur (Madame),

Par la présente, nous aimerions vous inviter à participer à un projet de recherche portant sur la collaboration entre les médias, les chercheurs et les entreprises œuvrant dans le développement des nanotechnologies à incidences biomédicales.

Bénéficiant du soutien financier du Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ) dans le cadre du programme de bourses NE³LS, ce projet a pour but de décrire les perceptions des acteurs du monde des nanotechnologies envers un meilleur encadrement du développement de celles-ci. Notre objectif est de vérifier la faisabilité et les conditions de faisabilité d'un tel encadrement. Ce projet, en plus de bénéficier de son soutien financier, rejoint la mission du réseau NE³LS formés par le Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies (FQRNT), le Fonds Québécois de la Recherche sur la Société et la Culture (FQRSC), l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSSST) et l'organisme NanoQuébec.

Dans le cadre de ce projet, votre contribution consisterait à participer à une entrevue individuelle, menée par monsieur Philippe-Aubert Côté, sous la direction du professeur Béatrice Godard de l'Université de Montréal. Cette entrevue viserait à identifier vos perceptions envers les responsabilités des différents acteurs en nanotechnologies (chercheurs, entreprises, médias, public...) et la manière dont ceux-ci peuvent collaborer pour encadrer le développement des nanotechnologies.

Nous sommes conscients des contraintes qui pèsent sur votre emploi du temps chargé. Pour cette raison, la durée maximale de cette entrevue serait limitée à quarante-cinq (45) minutes. Également, cet entretien pourrait être effectué aussi bien en personne que par téléphone.

Il va sans dire que votre contribution à la réalisation de notre projet de recherche concourra substantiellement à son succès. Comme vous le savez, très peu de journalistes œuvrent au Québec en matière de communication scientifique. Les données recueillies auprès de vous nous seront donc d'autant plus précieuses.

Ceci dit, nous croyons que votre participation à ce projet pourra aussi vous être profitable en raison des retours d'informations envisageables à la fin de notre étude.

Vous trouverez ci-inclus un résumé qui fournit de plus amples renseignements sur notre projet de recherche, ainsi qu'une copie de la présente lettre. Nous attirons votre attention sur le fait que les résultats des entrevues seront rapportés de façon anonyme et que les rapports de recherche ne contiendront aucun renseignement nominatif.

Pour donner suite à la présente invitation, monsieur Philippe-Aubert Côté communiquera avec vous d'ici quelques jours pour vérifier votre intérêt et, le cas échéant, convenir d'un rendez-vous. Vous pouvez aussi contacter la directrice de ce dernier, madame Béatrice Godard, pour obtenir de plus amples renseignements.

Nous espérons vivement pouvoir compter sur votre participation et nous vous remercions à l'avance pour votre réponse. Dans l'intervalle, nous vous prions d'agréer, monsieur (madame), l'expression de nos sentiments distingués.

(Signature)

Philippe-Aubert Côté, M.Sc.
Doctorant, Sciences biomédicales, option bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Informations about the supervisor :
Béatrice Godard, Ph.D.
Directrice, Programme de bioéthique
Université de Montréal
(Tél.)
(Courriel)

Annexe V – Formulaire de consentement (Français)

Formulaire de consentement

Nous vous invitons à bien lire ce formulaire et à poser des questions avant d'y apposer votre signature.

Titre du projet :

Initiatives de responsabilité sociale pour baliser le développement des nanotechnologies : point de vue de quelques acteurs en nanobiotechnologies

Nom du ou des chercheur(s) : **Philippe-Aubert Côté, étudiant au Ph.D. en sciences biomédicales, option bioéthique, Université de Montréal. Mme Béatrice Godard, docteure en sociologie de la santé (Directrice) et M. François Pothier, docteur en sciences biologiques (Codirecteur).**

Organisme subventionnaire : **L'étudiant au doctorat bénéficie d'une bourse d'étude du Fonds de recherche en santé du Québec (FRSQ), programme NE³LS (Enjeux éthiques, environnementaux, légaux et sociaux des nanotechnologies).**

Description du projet

Les nanotechnologies permettent de concevoir des dispositifs nanométriques en vue d'une application pratique. Dans le champ médical, il serait possible de fabriquer des nanocapsules capables de livrer un médicament à un endroit précis du corps, des treillis pour réparer les lésions cérébrales, voire des implants pour optimiser nos performances cognitives. Les perspectives soulevées suscitent des investissements se chiffrant en milliards de dollars. Au Canada, le Québec serait un chef dans la promotion des nanotechnologies et des efforts intenses sont accomplis pour mettre en contact chercheurs et industrie. Toutefois, les nanotechnologies soulèvent des questions éthiques sur la distribution de leurs retombées, leurs risques et leur capacité à modifier radicalement l'humain. Plusieurs craignent que, si nous n'accompagnons pas le développement des nanotechnologies avec une réflexion éthique adéquate, il en résulte un débat public mal conduit suivi d'un rejet des nanotechnologies par les masses, comme pour les OGM.

Les travaux de notre équipe de recherche en bioéthique, intéressée d'abord par les OGM, pourraient s'appliquer aux nanotechnologies. Étant donné que les critiques envers

les fabricants d'OGM concernent le manque de transparence et de dialogue de ceux-ci plutôt que la légitimité de la transgénèse, notre équipe avait abordé le débat des OGM sous l'angle de la responsabilité sociale de l'entreprise. Une entreprise socialement responsable, en effet, met en place des outils et des plans de gestion qui permettent d'intégrer les préoccupations du public dans sa prise de décision. Travailler ainsi en dialogue permet à l'entreprise de conduire ses affaires sans soulever de mécontentement général et en respectant les souhaits du public. Or, des recommandations sur le dialogue et la transparence sont formulées aussi pour les entreprises et les chercheurs en nanotechnologies, domaine dans lequel on observe également une place importante de l'industrie. Il est donc permis d'envisager que des initiatives de responsabilité sociale favoriseraient le développement des nanotechnologies en aidant les entreprises à travailler de façon éthiquement acceptable sans soulever un débat public stérile. De plus, nous avons aussi été amenés à nous questionner sur le rôle des médias dans le processus de communication des avancées des nanotechnologies auprès du grand public. Certains rapports pointent les médias comme un acteur important du monde des nanotechnologies, susceptible de communiquer les dernières avancées en la matière, mais aussi des espoirs ou des peurs exagérés (rêve d'immortalité, transformation de l'être humain en cyborg ou autre posthumain, scénario catastrophe de la « gelée grise », etc.). Les relations entre science et médias ont été étudiées dans le passé, mais peu de travaux ont été accomplis sur le rôle spécifique des médias en nanotechnologies, sur leurs responsabilités, sur la manière idéale d'encadrer leur pratique, ou leur collaboration avec les scientifiques et entreprises impliquées en nanotechnologies. Or, la communication par les médias est souvent comprise dans les protocoles de recherche et on peut la considérer comme un rouage important pour qu'une entreprise (ou un groupe de chercheurs, etc.) exerce sa responsabilité sociale. Nous voulons donc aussi examiner le rôle des médias pour la communication des avancées en nanotechnologies.

Cependant, il y a un pas entre discuter des aspects éthiques des nanotechnologies et encadrer concrètement le développement de celles-ci. En effet, les recommandations éthiques échouent lorsqu'elles se révèlent éloignées des réalités du milieu pour lequel on les formule. La connaissance de ce milieu (des perceptions de ses acteurs, surtout) est essentielle à un accompagnement éthique réussi. Or, la littérature formule beaucoup de recommandations sur la conduite que devrait adopter le milieu des nanotechnologies sans vérifier la perception de ses acteurs envers ces recommandations, ou envers les enjeux éthiques inhérents à leur domaine. Certains réclament des recherches pour combler ces lacunes. Dans le présent projet, nous aimerions vérifier si, selon les acteurs concernés par le milieu des nanotechnologies (chercheurs, gens d'entreprises, régulateurs, gens des médias), des initiatives de responsabilité sociale et de communication avec le public (via les médias, par exemple) pourraient être appliquées dans leur domaine. Nous aimerions savoir aussi quelles initiatives ces acteurs préconiseraient et quelles sont leurs perceptions des enjeux éthiques liés aux nanotechnologies.

Plus concrètement, ce projet cible trois objectifs principaux : 1) cerner les perceptions des acteurs du milieu des nanotechnologies envers les enjeux éthiques liés à leur domaine, 2) cerner les perceptions de ces acteurs envers les initiatives de responsabilité sociale envisagées ou appliquées dans le monde des biotechnologies et 3) tirer de ces perceptions

des initiatives que les chercheurs, entreprises, gens des médias, etc. pourraient appliquer pour accompagner éthiquement le développement des nanotechnologies. Nous ciblerons surtout les acteurs en lien avec les nanotechnologies associées au domaine biomédical, pour des raisons pratiques, mais aussi parce que ce sont ces nanotechnologies qui soulèvent le plus de questions.

Procédures

Pour atteindre ces objectifs, nous aurons des entrevues semi-dirigées avec différents acteurs liés au milieu des nanotechnologies (médecins, chercheurs, gens d'affaires, médias, etc.). En suivant une grille d'entretien conçue à cet effet, nous inviterons ces acteurs à exprimer leur point de vue sur les enjeux éthiques inhérents aux nanotechnologies, ainsi que l'accompagnement éthique, les initiatives de responsabilité sociale et les relations avec les médias qu'ils envisageraient pour le développement de celles-ci. Ces entrevues seront enregistrées et transcrites par des secrétaires engagées à cet effet et tenues de respecter la confidentialité des propos. Le contenu de ces entrevues ne sera accessible qu'aux chercheurs concernés par ce projet de doctorat. Nous soumettrons ensuite le contenu de ces entrevues à une analyse qualitative, avec des logiciels informatiques appropriés, pour bien cerner les perceptions exprimées. Cette analyse permettra ensuite de cerner les caractéristiques d'un accompagnement éthique concret qui pourrait baliser les décisions des médecins, chercheurs et entreprises impliqués en nanotechnologies, les aidant ainsi à conduire leurs activités tout en respectant les préoccupations du public.

La grille d'entretien pourra être adaptée selon le champ d'expertise du répondant. La durée totale des entrevues devrait être d'environ quarante-cinq (45) minutes.

Avantages et bénéfices

Ce projet de recherche peut combler certaines lacunes dans notre connaissance des perceptions de certains acteurs du milieu des nanotechnologies envers les enjeux éthiques de leur domaine. Pour le Québec, cette connaissance semble inexistante. Mais surtout, ce projet pourrait déboucher sur des applications concrètes susceptibles de favoriser un meilleur encadrement des nanotechnologies. En effet, à partir des connaissances théoriques mentionnées ci-dessus et des perceptions récoltées, ce projet pourrait générer des suggestions d'initiatives concrètes et de modèles de gestion que les chercheurs et entreprises œuvrant en nanotechnologies pourraient mettre en œuvre pour développer celles-ci sans soulever d'opprobre et sans nuire aux intérêts du public. Actuellement, de telles initiatives ne sont pas cernées.

Sur simple demande, nous vous transmettrons les résultats généraux de cette recherche, une fois l'étude terminée.

Risques et inconvénients

Il n'y a pas de risques prévus pour ce projet, en dehors des fuites d'information qui pourraient accidentellement survenir de la part des chercheurs et qui pourraient causer parfois un tort à la relation entre le répondant et son employeur. C'est pourquoi des précautions particulières sont prises pour assurer la confidentialité des données (voir ci-dessous la rubrique « confidentialité »).

Critères d'exclusion

Les personnes requises pour répondre à cette étude doivent être des chercheurs, des journalistes ou des gens des entreprises capables de discuter du sujet des nanotechnologies.

Confidentialité

Le contenu des entretiens ne sera connu que des chercheurs et de la secrétaire chargée de transcrire les enregistrements. De plus, l'identification des entrevues se fera avec des codes sans lien avec le répondant, en dehors de la catégorie d'acteurs à laquelle celui-ci appartient (chercheur, journaliste, etc.). Aucune information identifiante ne sera employée dans les publications liées à cette recherche. Les enregistrements des entrevues et les transcriptions seront détruits conformément aux règlements de l'Université de Montréal après la fin des entrevues (maximum après un délai de sept ans).

Éventualité d'une suspension de l'étude

Il n'est pas impossible que, pour des raisons externes et incontrôlables, le présent projet de recherche doive être interrompu. Il est évident, dans ce cas, qu'aucun résultat ne pourra être publié.

Liberté de participation et liberté de retrait de l'étude

Votre participation à cette étude est tout à fait volontaire. Vous êtes donc libre d'accepter ou de refuser d'y participer et vous pouvez vous retirer de l'étude en tout temps, sans avoir à donner de raisons.

Indemnité compensatoire et/ou dépenses

Aucune.

Personnes-ressources

Philippe-Aubert Côté, Université de Montréal. (Tél.) (Courriel)

Béatrice Godard (Directrice), Université de Montréal. (Tél.) (Courriel)

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (XXX) XXX-XXXX ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca. (L'ombudsman accepte les appels à frais virés).

Adhésion au projet et signatures

J'ai lu et compris le contenu du présent formulaire. Je certifie qu'on me l'a expliqué verbalement. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant ce projet de recherche et on y a répondu à ma satisfaction. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour réfléchir et prendre ma décision. Je sais que je pourrai me retirer en tout temps.

Je soussigné(e) accepte de participer à cette étude.

Nom du participant

Signature du participant

Date

Je certifie a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire de consentement; b) lui avoir clairement indiqué qu'il reste à tout moment libre de mettre un terme à sa participation au présent projet et que je lui remettrai une copie signée du présent formulaire.

Nom du Chercheur

Signature du chercheur

Date

Informations de type administratif

- L'original du formulaire sera conservé au Département de bioéthique de l'Université de Montréal et une copie signée sera remise au participant.
- Le projet de recherche et le présent formulaire de consentement ont été approuvés par le CERFM le 04 mai 2009.
- No de référence : CERFM (08) #332.
- Date de la version du présent formulaire : 13 mai 2009

Annexe VI – Formulaire de consentement (Anglais)

Consent Form

We invite you to read this form and ask questions before providing your signature.

Project Title

Social responsibility initiatives to guide the development of nanotechnology: the perspectives of various stakeholders in nanobiotechnology

Name of researcher(s)

Philippe-Aubert Côté, Doctoral student in Biomedical Sciences, Bioethics, University of Montreal;

Ms. Beatrice Godard, Doctor of Sociology of Health (Director); and Mr. Francois Pothier, Doctor of Biological Sciences (Co-director)

Funding agency

The doctoral student is the recipient of a scholarship from the Fonds de Recherche en Santé du Québec (FRSQ), NE3LS program (ethical, environmental, legal and social issues of nanotechnology)

Project Description

Nanotechnology is the design of nanoscale devices for practical applications. In the medical field, this represents the possibility of manufacturing nanocapsules to deliver drugs to precise locations in the body, lattices to repair brain injury, or even implants to enhance cognitive performance. These high expectations for nanotechnology can lead to investments amounting to billions of dollars. In Canada, Quebec is a leader in promoting nanotechnology and intense efforts have been made to create relationships between research and industry. However, nanotechnology raises ethical concerns regarding the distribution of its benefits, its risks, and its potential to radically alter humanity. Many fear that if the development of nanotechnology is not accompanied by adequate ethical reflection, there will be a failed public debate, followed by a rejection of nanotechnology by the masses, as seen with GMOs.

The work of our bioethics research team, initially concerned with GMOs, could potentially be applied to nanotechnology. Because the criticisms of the GMO manufacturers were related to their lack of transparency and dialogue rather than the legitimacy of transgenesis, our team approached the GMO debate in terms of corporate social responsibility. A socially responsible business, in effect, uses tools and management plans to integrate public concerns into its decision-making processes. Applying dialogue and respecting the wishes of the public enables a company to conduct its affairs without causing widespread discontent. Since nanotechnology is an important business endeavour, recommendations for dialogue and transparency are also needed for its industry and

researchers. Social responsibility initiatives may encourage the development of nanotechnology by helping businesses to operate in an ethically acceptable manner, working beyond a sterile public debate.

In addition, we also have to ask ourselves about the role of the media in the communication of the advancements of nanotechnology to the general public. Some reports point to the media as a major player in the development of nanotechnology, communicating the latest advances in the field, but also exaggerating hopes and fears (dreams of immortality, the transformation of human beings into cyborgs or other posthuman entities, the nightmare scenario of "grey goo", etc.). The relationship between science and the media has been examined in the past, but little work has been done on the specific role of the media in nanotechnology, regarding their responsibilities, how to regulate the profession and the collaboration of researchers and industry. However, communication by the media is often included as part of many research protocols and can be seen by industry (or a group of researchers, etc.) as an important aspect of social responsibility. We therefore also want to examine the role of media in the communication of the advances in nanotechnology.

However, there is a difference between discussing the ethical issues of nanotechnology and the concrete framing of those issues. Indeed, ethical guidelines fail when they are not based in reality. Knowledge of the environment (the perceptions of its actors, especially) is essential to a successful accompanying ethics. While the literature provides many recommendations regarding conduct within the field of nanotechnology, the opinion of those involved in nanotechnology regarding these recommendations, or the ethical issues inherent in the field are rarely examined. Some are calling for additional research to fill these gaps. This project aims to verify, according to those in the nanotechnology community (researchers, business people, regulators, the media), whether social responsibility initiatives and communication with the public (via media, for example) could be applied to their field. We would also like to know which initiatives these stakeholders would recommend and what their perceptions of the ethical issues of nanotechnology are.

More specifically, this project targets three main objectives: 1) to determine the perceptions of the actors involved with nanotechnology regarding the ethical issues related to their field; 2) to determine perceptions of these actors regarding social responsibility initiatives, considered or implemented, from the world of biotechnology; and 3) to draw from these perceptions initiatives that researchers, industry, the media, etc., could apply to the ethical development of nanotechnology. We will target specifically the actors in nanotechnology who are associated with the biomedical field, for practical reasons but also because these are the nanotechnologies that are the most contentious.

Procedures

To achieve these objectives, we will carry out semi-structured interviews with different stakeholders within the nanotechnology community (doctors, researchers, business people, media, etc). Following a questionnaire designed for this purpose, we will invite the stakeholders to express their views on the ethical issues inherent to nanotechnology, as well as ethical support, social responsibility initiatives, and media relations they consider necessary in the development of these issues. Interviews will be recorded and transcribed and all information thereof will be kept confidential. The content

of these interviews will be accessible to researchers involved in this PhD project. Subsequently, we will submit the content of these interviews to a qualitative analysis with appropriate computer software to accurately identify the opinions expressed. This analysis will then identify concrete ethical recommendations that can aid physicians, researchers and industry involved in nanotechnology in their decision-making, helping them to conduct their activities while respecting public concerns. The questionnaire can be adjusted depending on the expertise of the respondent. The total length of interviews should be about forty-five (45) minutes.

Advantages and benefits

This research may fill the gaps in our knowledge regarding the perceptions of ethical issues in nanotechnology of various stakeholders in the field. In Quebec, the advancement of this knowledge has been overlooked. More importantly, this project could lead to practical applications that could facilitate improved management of nanotechnology. Indeed, from the information and perceptions gleaned, this project could generate recommendations for concrete initiatives and business models that researchers and business people working in nanotechnology could implement without raising disapprobation and without harming the public interest. Currently, such initiatives have not been identified.

Upon request, once the study has ended, we will be able to send you the general results of this study.

Risks and drawbacks

There are no anticipated risks of this project, aside from accidental information leaks that could occur by researchers and that could cause harm in the relationship between the respondent and his or her employer. Therefore, special precautions will be taken to ensure confidentiality of data (see below under "confidentiality").

Exclusion criteria

Persons responding to this study must be researchers, journalists or business people who are able to discuss the topic of nanotechnology.

Confidentiality

The content of the interviews will only be known to the researchers and the individual responsible for transcribing the recordings. Furthermore, the interviews will be identified with a code, without any link to the respondent or the group to which the respondent belongs (researcher, journalist, etc.). No identifying information will be used in publications related to this research study. The recordings of interviews and transcripts will be destroyed in accordance with the regulations of the University of Montreal, once the interviews have finished (after a maximum period of seven years).

Potential termination of the study

There is the possibility, due to external and unforeseeable circumstances, that this research study may be stopped. Obviously, in this case no results will be published.

Freedom of participation and freedom of study withdrawal

Your participation in this study is entirely voluntary. You are free to accept or refuse to participate and you can withdraw from the study at any time without requiring a reason.

Compensation and/or expenses

None.

Contacts

Philippe-Aubert Côté, University of Montreal. (Tel.) (Email)

Beatrice Godard (Director), University of Montreal. (Tel.) (Email)

Any complaints regarding your participation in this research study may be addressed to the Ombudsperson at the University of Montreal at, (XXX) XXX-XXXX, or by e-mail, ombudsman@umontreal.ca. (The Ombudsperson accepts collect calls).

Consent to study participation and signatures

I have read and understood the contents of this form. I certify that the form was explained to me verbally. I had the opportunity to ask any questions about this research study and these questions were answered to my satisfaction. I certify that I have had time to think about and make my decision. I know that I can withdraw at any time.

I, the undersigned, agree to participate

Name of participant	Signature of participant	Date
---------------------	--------------------------	------

I certify that, a) the terms of this consent form have been explained to the signatory; b) it has been made clear to the signatory that he/she remains free at all times to terminate his/her participation in this study and that he/she will receive a signed copy of this form.

Nom du Chercheur	Signature du chercheur	Date
------------------	------------------------	------

Administrative information

The original form will be kept at the Department of Bioethics at the University of Montreal and a signed copy will be delivered to the participant.

The research and this consent form were approved by the CERFM, May 4th, 2009

Reference No. CERFM (08) # 332

Release date of this form: May 13th, 2009

Annexe VII – Grille d’entretien

BLOC 1 : renseignements généraux sur le répondant

- **Background général et intérêts professionnels**
 - Pouvez-vous décrire brièvement votre parcours scolaire ou académique?
 - *But n’est pas d’identifier le répondant mais de pouvoir le situer dans une catégorie d’acteur.*
 - Pouvez-vous nous décrire brièvement votre parcours professionnel?
 - *But n’est pas d’identifier le répondant mais de pouvoir le situer dans une catégorie d’acteur.*
- **Lien avec les nanotechnologies (lien professionnel, intérêt personnel, etc.)**
 - Pouvez-vous préciser la nature du lien entre vous et les nanotechnologies, s’il y en a un?

BLOC 2 : perceptions générales du répondant envers les nanotechnologies

- **Définition personnelle des nanotechnologies**
 - Pouvez-vous nous dire comment vous définissez personnellement les nanotechnologies?
 - Pouvez-vous nous donner des exemples de réalisations/recherches que vous associez au domaine des nanotechnologies?
- **Problèmes/questions éthiques soulevées par les nanotechnologies**
 - Pensez-vous, compte tenu de vos réponses précédentes, que les nanotechnologies soulèvent des questions, éthiques (ou autres)?
 - Si oui, quelles questions éthiques (ou autres) attribuez-vous aux nanotechnologies?
 - Croyez-vous que ces questions sont propres aux nanotechnologies ou recourent-elles d’autres domaines des sciences? Le cas échéant, lesquels?
- **Problèmes éventuels à examiner en priorité**
 - Parmi les problèmes que vous avez identifié, le cas échéant, êtes-vous en mesure d’établir un ordre de priorité? Quels problèmes sont les plus importants?

BLOC 3 : perceptions générales du répondant envers les responsabilités des acteurs

- **Acteurs principaux impliqués dans les nanotechnologies**
 - Selon vous, quelles sont les acteurs concernés par les nanotechnologies (impliqués dans celles-ci ou concernés par leurs impacts)?

- **Existence de responsabilités pour différents acteurs**
 - Pouvez-vous nous donner votre définition du concept de « responsabilité »?
 - Pour chaque type d'acteurs donnés, voyez-vous des responsabilités que chacun doit assumer? Si oui, lesquelles?
- **Capacités de régulation pour différents acteurs : états, entreprises, chercheurs, médias**
 - Croyez-vous que la capacité de régulation ou d'autorégulation de ces différents possède des limites quelconques?
 - Le cas échéant, quelles sont les contraintes qui limitent la capacité de régulation ou d'autorégulation pour ces acteurs?
 - Peut-on, le cas échéant, en arriver à un compromis entre ces contraintes?
 - Si nécessaire, peut-être, en moment opportun pour ne pas influencer le répondant, poser ces mêmes questions pour ces acteurs spécifiques : états, entreprises, chercheurs, médias.
- **Objets sur lesquels portent les responsabilités des acteurs susmentionnés**
 - Pouvez-vous préciser vers qui ou quoi porte les responsabilités que vous avez mentionné plus haut?
- **Moyens pour exercer les responsabilités pour chaque acteur susmentionné**
 - Pouvez-vous suggérer des moyens grâce auxquels les acteurs mentionnés plus haut peuvent assumer leurs responsabilités?
 - Quels moyens, ressources, etc. seraient nécessaires à l'exercice d'une telle responsabilité?
 - Qui devrait être impliqué dans ces processus? Comment?
 - Quelles seraient les limites éventuelles de ces processus?

BLOC 4 : perceptions sur les relations science-industrie-médias

- **Rôle des médias en nanotechnologies**
 - Pensez-vous que les médias ont des rôles à jouer dans le domaine des sciences? Si oui, lesquels?
 - Pensez-vous que les médias ont des rôles à jouer dans le domaine des nanotechnologies? Si oui, lesquels?
- **Perceptions des médias**
 - Croyez-vous que les médias jouent adéquatement leurs rôles dans la communication des avancées scientifiques/propres aux nanotechnologies? Justifiez votre réponse.
- **Relations médias-scientifiques**
 - Comment trouvez-vous la relation actuelle entre les médias et le milieu scientifique?
 - Selon-vous, y a-t-il des contraintes particulières qui nuisent à cette relation?

- **Encadrement des activités des médias**
 - Selon-vous, à quoi ressemblerait une relation idéale entre médias et scientifiques/scientifiques impliqués en nanotechnologies?
 - Comment pourrait-on en arriver concrètement à une telle relation? Cela est-il possible?

BLOC 5 : varia

- *Aborder des sujets que le répondant aurait aimé aborder mais qui ne figuraient pas sur la grille.*
- *Suggestion de voies de recherches, d'hypothèses à explorer, d'autres répondants éventuels.*
- *Discussion sur de la documentation éventuellement suggérée/fournie par le répondant.*

Annexe VIII – Grille de codage

1) PROFIL DU RÉPONDANT

Background-Scol-Acad

Identifie les informations relatives au parcours scolaire et ou académique du répondant.

Background-Emplois

Identifie les passages relatifs au parcours professionnel du répondant avant la ou les tâches qu'il occupe au moment de l'entrevue.

Emploi-Actuel

Identifie les segments où le répondant parle de son emploi actuel -- au moment de réaliser l'entrevue.

Liens-Nanos

Identifie les passages où le répondant explicite la nature de son lien professionnel ou autre avec les nanotechnologies.

2) PERCEPTION DES NANOS

Def-Pers-Nanos

Identifie les segments où les répondants explicitent leur vision personnelle des nanotechnologies -- ce que sont les nanos mais aussi ce qu'elles ne sont PAS.

Importance-Pers-Nanos

Identifie les segments où le répondant comment l'importance des nanotechnologies -- celles-ci sont-elles une révolution ou sont-elles en continuité avec les autres sciences? Ne sont-elles qu'une composante parmi tant d'autres de leurs recherches (pour les chercheurs) ou sont-elles un sujet parmi tant d'autres (pour les journalistes)?

Quest-Soc-Nanos-PERS

Identifie les segments où le répondant identifie les questions sociales ou éthiques attribuées personnellement aux nanotechnologies.

Quest-Soc-Nanos-INTERV

Perceptions du répondants envers les exemples d'enjeux éthiques plus ou moins futuristes associés par certains aux nanos et donnés en exemple par l'interviewer.

Aspects-Culturels-Nanos

Passage où le répondant exprime une vision positive, négative ou nuancée envers l'existence de différences culturelles dans le traitement des nanos, que ce soit sur le plan de l'éthique, de la définition, etc. (Par ex: les nanos sont-elles perçus différemment en France et au Québec et aux USA? La vision éthique des nanos est-elle la même? Etc.)

3) PERCEPTIONS ENVERS LES ACTEURS**Acteurs concernés**

Identifie les segments où le répondant tente de lister les acteurs concernés par les nanos sans les suggestions de l'interviewer.

3.1) CHERCHEURS**Perception-Générale-Chercheurs**

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une appréciation générale du milieu des chercheurs ou des chercheurs eux-mêmes.

Recommandation-Chercheurs

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter les chercheurs ou le milieu de la recherche (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Chercheurs

Objets sur lesquels portent les responsabilités du chercheur selon le répondant.

Moyen-Resp-Chercheurs

Moyens que les chercheurs doivent prendre pour assumer leurs responsabilités, selon le répondant.

Capacité-Resp-Chercheurs

Contraintes ou facilitateurs pouvant affecter la capacité des chercheurs à assumer leurs responsabilités.

3.2) MÉDIAS**Perception-Générale-Médias**

Perception générale ou appréciation du répondant envers le milieu des médias ou les journalistes eux-mêmes.

Recommandation-Médias

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter les journalistes ou le milieu des médias (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Médias

Objets sur lesquels portent les responsabilités des médias, selon le répondant.

Moyen-Resp-Médias

Moyens que les médias mettent ou pourraient mettre en oeuvre pour assumer leurs responsabilités, selon le répondant.

Capacité-Resp-Médias

Contraintes ou facilitateurs pouvant influencer la capacité des médias à assumer leurs responsabilités, selon le répondant.

3.3) GOUVERNEMENT**Perception-Générale-Gouvernement**

Passages où le répondant exprime sa perception ou son appréciation du gouvernement ou des acteurs associés à ceux-ci (comme les organismes subventionnaires, même si beaucoup d'évaluateurs relèvent du milieu académique).

Recommandation-Gouvernement

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter le gouvernement ou ses représentants (ex: organisme subventionnaire) (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Gouvernement

Objets sur lesquels portent les responsabilités du gouvernement selon le répondant.

Moyen-Resp-Gouvernement

Moyens mis en œuvre par le gouvernement ou que le gouvernement pourrait mettre en œuvre pour assumer ses responsabilités, selon le répondant.

Capacité-Resp-Gouvernement

Contraintes ou facilitateurs rencontrés par les gouvernement pour assumer leurs responsabilités.

3.4) ENTREPRISES

Perception-Générale-Entreprises

Passages où le répondant exprime sa perception ou son appréciation générale du milieu des entreprises ou d'entreprises particulières.

Recommandations-Entreprises

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter les entreprises ou le milieu des entreprises (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Entreprises

Objets sur lesquels portent les responsabilités des entreprises selon le répondant.

Moyen-Resp-Entreprises

Moyens que les entreprises mettent en œuvre ou devraient mettre en œuvre pour assumer leurs responsabilités, selon le répondant.

Capacité-Resp-Entreprises

Contraintes ou facilitateurs qui peuvent influencer la capacité des entreprises à assumer leurs responsabilités, selon le répondant.

3.5) PUBLIC

Perception-Générale-Public

Passages où le répondant exprime sa perception ou son appréciation générale du public.

Recommandation-Public

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter le public (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Public

Objets sur lesquels portent la responsabilité du public, selon le répondant.

Moyen-Resp-Public

Moyens que le public met ou pourrait mettre en œuvre pour assumer ses responsabilités, selon le répondant.

Capacité-Resp-Public

Contraintes ou facilitateurs qui influencent la capacité du public à assumer ses responsabilités.

3.6) AUTRES

Perception-Générale-Autres

Passages où le répondant exprime sa perception ou son appréciation de milieux ou d'acteurs qu'on ne peut classer explicitement parmi les chercheurs, les médias, le gouvernement, les entreprises, ou le public.

Recommandations-Autres

Passages où le répondant se livre à des recommandations sur les comportements que devraient adopter les autres acteurs non-inclus dans les catégories précédentes (comportement concret, changement d'attitude ou de perception, etc.)

Objet-Resp-Autres

Objets sur lesquels portent les responsabilités d'autres acteurs que les principales catégories déjà nommés.

Moyen-Resp-Autres

Moyens que les autres acteurs que les principales catégories déjà nommées mettent ou pourraient mettre en oeuvre pour assumer leurs responsabilités.

Capacité-Resp-Autres

Contraintes ou facilitateurs pouvant influencer la capacité d'autres acteurs que les principales catégories déjà nommés à assumer leurs responsabilités.

4) RELATIONS-NANOS-SCIENCES-MÉDIAS-DIALOGUE

Perception-Recommandation-Relation-Médiatique

Passages où le répondant donne son opinion sur les recommandations faites quant à la nécessité d'établir des relations entre médias et développeur de nanos pour favoriser un développement harmonieux des nanotechnologies.

Contraintes-relations-Nanos-Médias

Contraintes à gérer dans le cas d'une mise en relation des développeurs de nanos et des médias; éléments pouvant s'opposer à une telle relation. Employer ce code lorsqu'on parle vraiment des problèmes que peuvent avoir les médias au moment de traiter des nanos (par ex: sujet nouveau, vague, trop pointu, etc.) mais ne pas employer ce code quand le répondant se livre à une appréciation générale des médias. employer plus le code "perception-générale-médias".

4.1) PERCEPTION-RELATIONS-(SCIENCE-MÉDIAS-PUBLIC)

Relations Médias-Public

Passage où un journaliste parle de sa relation personnelle avec les gens du public.

Relations Médias-Chercheurs

Passages où un journaliste, traite de sa relation personnelle avec les chercheurs.

Relations Chercheurs-Médias

Passages où un chercheur traite de sa relation personnelle avec les médias.

Relations Chercheurs-Public

Passage où un chercheur traite de sa relation personnelle avec les gens du public.

5) CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS MÉDIAS

5.1) CARACT-TV

Généralité-TV

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet de la télévision.

Traitement-Informations-TV

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont télévision traite l'information (comment elle choisit celle-ci, etc.)

AVANT-TV

Passages où le répondant traite des avantages du média télévisuel

INCONV-TV

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites du média télévisuel.

5.2) CARACT-RADIO

Généralité-Radio

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet de la radio.

Traitement-Informations-Radio

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont la radio traite l'information (comment elle choisit celle-ci, etc.)

AVANT-Radio

Passages où le répondant traite des avantages du média radiophonique.

INCONV-Radio

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites du média radiophonique.

5.3) CARACT-JOURNAL**Généralité-Journal**

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet des journaux (presse écrite et non pas les magazines).

Traitement-Informations-Journal

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont les journaux traitent l'information (comment ils choisissent celle-ci, etc.)

AVANT-Journal

Passages où le répondant traite des avantages des journaux.

INCONV-Journal

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites des journaux.

5.4) CARACT-MAGAZINES**Généralité-Magazine**

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet des magazines (et non pas des journaux imprimés comme La Presse, par exemple).

Traitement-Informations-Magazine

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont un magazine traite l'information (comment elle choisit celle-ci, etc.)

AVANT-Magazine

Passages où le répondant traite des avantages des magazines.

INCONV-Magazine

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites des magazines.

5.5) CARACT-WEB**Généralité-Web**

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet du web.

Traitement-Informations-Web

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont le web traite l'information (comment elle choisit celle-ci, etc.)

AVANT-Web

Passages où le répondant traite des avantages du web.

INCONV-Web

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites du web.

5.6) CARACT-AUTRES-MÉDIAS**Généralité-Autres**

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale au sujet d'autres médias.

Traitement-Informations-Autres

Passages où le répondant exprime une vision générale ou une description générale sur la manière dont les autres médias traitent l'information (comment elle choisit celle-ci, etc.)

AVANT-Autres

Passages où le répondant traite des avantages des autres médias.

INCONV-Autres

Passages où le répondant traite des inconvénients ou des limites des autres médias.

6) MOYENS-POUR-DIALOGUE**Suggestion-de-Moyens****Contraintes-Moyens-Suggérés****Solutions-Contraintes-Moyens-Suggérés****7) DIVERS****Élément intéressant**

Sert à indiquer un fragment de texte qui n'entre dans aucune catégorie mais qui contient une information jugée intéressante par le codeur.