

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ANALYSE SOCIOTECHNIQUE DU PROCESSUS D'INNOVATION DES
TECHNOLOGIES CONVERGENTES

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN ADMINISTRATION

PAR
NIZAR CHAARI

FÉVRIER 2012

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

À ma mère, courageuse et passionnée.

À mon père, honnête et généreux.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent à mon directeur de recherche, Monsieur Denis Harrisson.
Immense pédagogue et professeur exceptionnel, UN GRAND MERCI Denis !

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	x
RÉSUMÉ	xii
NOTE INTRODUCTIVE	1
CHAPITRE PRÉLIMINAIRE CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES PRÉLIMINAIRES	6
CHAPITRE I	
L'APPROCHE DU DÉTERMINISME TECHNOLOGIQUE : LA TECHNIQUE DÉTERMINE LA SOCIÉTÉ.....	16
1.1 Jacques Ellul : le système technicien.....	18
1.1.1 La technique comme système.....	19
1.1.2 Les caractéristiques de la technique moderne.....	22
1.2 Martin Heidegger : le règne technique	29
1.2.1 L'essence de la technique	30
1.2.2 Le dévoilement	31
1.2.3 L'arrondissement.....	33
1.3 Les partisans du déterminisme technique	35
1.4 Le déterminisme technique en milieu de travail.....	37
1.5 Critiques du déterminisme technique	41
1.6 Conclusion.....	42
CHAPITRE II	
L'APPROCHE DU DÉTERMINISME SOCIAL : LA SOCIÉTÉ FAÇONNE LA TECHNIQUE.....	44
2.1 L'approche classique de la sociologie des sciences.....	45
2.1.1 Robert K. Merton : la structure normative de la science	46
2.2 Les partisans de l'approche classique de la sociologie des sciences	50
2.2.1 Le cercle des premiers partisans	50

2.2.2	Le deuxième cercle des partisans.....	51
2.3	Le programme fort de la sociologie des sciences	53
2.3.1	Thomas Kuhn : le paradigme et la révolution.....	55
2.3.2	David Bloor : les quatre principes	57
2.4	Le programme dur de la sociologie des sciences (l'approche socioconstructiviste)	59
2.4.1.	La théorie de traduction ou de l'acteur réseau.....	64
2.4.2	Le modèle de construction sociale de la technologie (SCOT).....	65
2.5	Le déterminisme organisationnel.....	68
2.6	Critiques du socioconstructivisme	70
2.7	Conclusion	72
CHAPITRE III		
L'APPROCHE DE LA COÉVOLUTION.....		
3.1	Les cadres théoriques de la coévolution	75
3.1.1	Entre constructivisme et coévolution : deux tentatives significatives	75
3.1.2	Cadre d'analyse : un arrière-plan théorique pour la coévolution.....	79
3.2	Modèles empiriques de la coévolution	83
3.2.1	Le technology assessment (TA).....	83
3.2.2	Le modèle de la structuration de la technologie (MST)	85
3.2.3	Le Mode 1 et le Mode 2.....	88
3.2.4	Le modèle de la triple hélice.....	90
3.3	La coévolution dans la sociologie du travail	93
3.4	Critiques de l'approche coévolutionniste	97
3.5	Conclusion	100
CHAPITRE IV		
PROBLÉMATIQUE, MODÈLE CONCEPTUEL ET MÉTHODOLOGIQUE.....		
4.1	Problématique et objectifs de recherche	104
4.2	Cadre conceptuel	106
4.2.1	L'objet technique	108
4.2.2	Le contexte.....	113
4.2.3	Les règles d'interaction.....	120
4.3	Hypothèses de recherche	126

4.4	Cadre méthodologique.....	127
4.4.1	Méthodes de collecte des données	127
4.4.2	Méthodes d'analyse des données.....	134
4.4.3	Considérations d'ordre éthique.....	138
CHAPITRE V		
	DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNÉES	140
5.1	Structure interne de l'objet technique.....	140
5.1.1	Terminologies	141
5.1.2	Spécificités.....	145
5.1.3	Domaines	149
5.1.4	Interdisciplinarité.....	156
5.1.5	Vision/État de l'art.....	160
5.1.6	Conclusion	164
5.2	Les sphères et les règles d'interaction	165
5.2.1	Sphère technoscientifique.....	166
5.2.2	Sphère politique.....	179
5.2.3	Sphère économique.....	191
5.2.4	Sphère sociale	201
5.2.5	Sphère biologique	210
5.2.6	Sphère éthique	215
5.2.7	Conclusion	219
5.3	Les implications des TC	221
5.3.1	Les implications générales des TC	223
5.3.2	Les implications des TC en milieu du travail	235
5.3.3	Conclusion	243
5.4	Discussion.....	245
5.4.1	Le programme de la convergence : notion, récit et réalité.....	246
5.4.2	Transformation de la science et du travail scientifique	252
5.4.3	Le processus d'innovation : un dialogue entre acteurs pluralistes.....	257
5.4.3	La gouvernance.....	261

5.5 Conclusions générales	264
5.5.1 Conclusion et apports de la recherche doctorale	264
5.5.2 Limites de la recherche doctorale	268
5.5.3 Pistes de recherche futures.....	269
ANNEXES 1	
GRILLE D'ENTREVUE.....	271
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	274
Liste des articles sélectionnés.....	281

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
3.1 Le modèle de la structuration de la technologie (MST)	87
3.2 Modèle de triple hélice entre l'université, l'industrie et le gouvernement	92
4.1 Structure interne de l'objet technique.....	112
4.2 Contexte général du processus d'innovation	119
4.3 Le tétraèdre de l'innovation.....	125
5.1 NBIC «arrow»	151
5.2 Les communautés de but et les communautés de pratique entremêlées	225
5.3 Convergence des sphères vers « le marché ».....	254

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
4.1 Grille de références « Structure interne de l'objet technique »	110
4.2 Grille de références « Contexte général du processus d'innovation ».....	116
4.3 Grille de références « Règles d'interaction »	122
4.4 La signalétique des personnes rencontrées	134
5 Réactions des répondants à l'expression « prostitution scientifique »	199

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CE	Commission européenne
CNRC	Conseil National de Recherches Canada
FQRNT	Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies
MST	Modèle de la structuration de la technologie
M1	Mode 1
M2	Mode 2
NBIC	Nano-Bio-Info-Cogn
NST	Nanosciences et nanotechnologies
SI	Social Informatics
SST	Social Shaping of Technology
TA	Technology assessment
TC	Technologies convergentes
TCSCE	Technologies Convergentes pour la Société de la Connaissance Européenne
TIC	Technologies d'information et des communications

« Toute philosophie qui place la paix plus haut que la guerre, toute éthique avec une conception négative de l'idée du bonheur, toute métaphysique et physique qui connaît un final, un état définitif d'une espèce quelconque, toute aspiration, surtout esthétique ou religieuse, à un à-côté, un au-delà, un en dehors, un au dessus autorisent à s'informer si ce ne fut pas la maladie qui a inspiré le philosophe. L'inconscient déguisement des besoins physiologiques sous le manteau de l'objet, de l'idéal, de l'idée pure va si loin que l'on pourrait s'en effrayer, - et je me suis assez souvent demandé si, d'une façon générale, la philosophie n'a pas été jusqu'à présent surtout une interprétation du corps, et *un malentendu du corps* ».

Nietzsche, Le gai savoir, (Préface, 1987, p. 36).

« N'a de convictions que ce lui qui n'a rien approfondi ».

Cioran, De l'inconvénient d'être né, (2008, p.157).

RÉSUMÉ

Nous proposons dans le cadre de cette thèse de doctorat une analyse sociologique du phénomène technique. Plus précisément, l'objectif de notre thèse est de mener une réflexion autour des trois approches classiques à partir desquelles est pensé le phénomène technique, c'est-à-dire 1) le déterminisme technique, 2) le déterminisme social et plus récemment 3) la coévolution, pour réfléchir un domaine spécifique des innovations technologiques, soit celui des technologies convergentes. *Nous essayons de savoir de quelle manière et dans quelle mesure l'intégration des acquis théoriques des trois approches classiques permet-elle de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs enjeux et leurs implications.*

Notre regard se dirige vers les acteurs principaux de production et de diffusion de la connaissance, c'est-à-dire les scientifiques et les professionnels de la recherche. Nos objectifs sont d'examiner les activités de fabrication, de manipulation des nouvelles connaissances et de saisir les articulations entre les différentes sphères (acteurs), à savoir scientifiques, politiques, économiques et sociales qui participent au processus d'invention et d'innovation. Également, nous cherchons à identifier les mécanismes de coordination/domination et la nature des interactions entre ces différentes dimensions (pouvoir, conflit, intérêt, conflit d'intérêt, décision, etc.). Ensuite, nous visons à mieux comprendre le rôle des scientifiques et l'organisation de leur travail à l'intérieur de cette dynamique générale. Enfin, nous souhaitons appréhender les implications dans la société, notamment en milieu du travail.

Le domaine couvert par notre recherche doctorale est celui des technologies convergentes. Il s'agit de la fusion, peu fortuite, des quatre domaines scientifiques et techniques qui sont les nano, les bio, les TIC et les sciences cognitives (Roco et Bainbridge, 2002). Pour y parvenir, la méthodologie adoptée est qualitative. Concrètement, nous avons procédé par triangulation des sources et des méthodes. Premièrement, une analyse de contenu de la documentation officielle de référence : La *National Science Foundation* (Roco et Bainbridge, 2002), le *Conseil National de Recherches Canada* (Bouchard, 2003) et la *Commission Européenne* (Nordmann, 2004). Deuxièmement, une méta-analyse de 33 articles scientifiques révisés par des pairs, classés dans les bases de données et sélectionnés à partir des termes « converging technology », ou « converging technologies » ou « technologies convergentes ». Troisièmement, des entrevues semi-dirigées avec des chercheurs, des scientifiques et décideurs politiques et des éthiciens concernés par l'intégration des quatre domaines. Notre échantillon réunit des professeurs universitaires, des directeurs de programmes, des titulaires de chaires de recherche, des responsables de groupes de recherche, des professionnels de la recherche, des techniciens de laboratoire et des gestionnaires des fonds subventionnaires au Québec. Nous avons réalisé 29 entrevues en Europe (Belgique et France) et au Québec.

MOTS CLÉS

Technologies convergentes, NBIC, analyse sociotechnique, déterminisme technique, déterminisme social, constructivisme social, coévolution, sociologies des sciences et des techniques.

NOTE INTRODUCTIVE

La présente note introductive est destinée à apporter les clés qui faciliteront la lecture de la présente thèse doctorale que nous intitulos : « Analyse sociotechnique du processus d'innovation des technologies convergentes ».

Nous proposons dans le cadre de ce travail une analyse sociologique du phénomène technique. Plus précisément, l'objectif de notre thèse est de mener une réflexion autour des trois approches classiques à partir desquelles est pensé le phénomène technique, c'est-à-dire 1) le déterminisme technique, 2) le déterminisme social et plus récemment 3) la coévolution, pour réfléchir un domaine spécifique des innovations technologiques, soit celui des technologies convergentes. *Nous essayons de savoir de quelle manière et dans quelle mesure l'intégration des acquis théoriques des trois approches classiques permet-elle de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs enjeux et leurs implications, notamment en milieu de travail.*

D'emblé, précisons qu'une analyse sociologique ne permet en aucun cas de penser et de comprendre le phénomène technique dans sa globalité. L'analyse sociologique s'avère seulement une approche intellectuelle parmi d'autres. Dans la mesure où nous considérons la technique comme profondément humaine et fondamentalement hybride, son étude nécessite, à notre sens, une grille d'analyse et d'interprétation englobant l'ensemble des sciences sociales et humaines. Nous sommes donc conscients que l'analyse sociologique peut être et doit être complétée par une analyse économique (Smith, Babbage, Walras, Schumpeter), une analyse historique (Gille, White, Braudel, Mumford), une analyse anthropologique (Mauss, Leroi Gourhan, Lévi-Strauss), une analyse politique (Fukuyama, Ilich, Habermas), une analyse philosophique (Bachelard, Heidegger, Simondon). Néanmoins, une telle entreprise dépasse très largement le cadre et la capacité de cette thèse.

Par ailleurs, il n'est pas sans importance de rappeler que toutes les disciplines que nous venons de mentionner ont traité explicitement la question de la détermination de la technique (déterminant ou déterminé)¹. « Il y a un déterminisme absolu dans toutes les sciences », disait Claude Bernard², et les sciences sociales ne font pas l'exception. À ce propos, Flichy note très justement : « la question du déterminisme a suscité force controverses dans plusieurs disciplines des sciences sociales. Chez les économistes tout d'abord, qui se sont demandé si c'était l'offre technique qui créait l'innovation ou si, au contraire, c'était la demande sociale. Les historiens des techniques se sont également posé la question de savoir si les inventions sont inévitables, si la machine fait l'histoire. Les sociologues du travail se sont interrogés de leur côté sur les rapports entre l'automatisme et le taylorisme. Enfin, les historiens et sociologues de la communication ont longuement débattu sur les effets des médias³ ». Ainsi, tout en gardant la prépondérance de l'analyse sociologique, nous envisageons de faire appel, lorsque cela s'avère nécessaire, à des arguments appartenant à d'autres disciples des sciences sociales afin de bonifier, enrichir et appuyer notre propos.

La présente thèse est composée de trois parties qui englobent au total six chapitres :

PREMIÈRE PARTIE : CADRE THÉORIQUE

Tout d'abord, *le chapitre préliminaire* : « *Considérations théoriques préliminaires* ». Nous introduisons dans ce chapitre préliminaire les principaux concepts (concepts clés et récurrents) qui dessinent l'univers de notre thèse. Avant d'entamer notre cadre théorique, nous estimons indispensable de tracer les contours de notre thèse et de souligner la signification que nous prêtons aux termes : déterminisme, sociologie des sciences et des techniques, science, technique, technologie et technologies convergentes (TC). Les trois premiers chapitres, notre cadre théorique, proposent une analyse sociologique de la technique à partir des trois approches dites classiques :

¹Parmi les économistes qui ont analysé l'objet technique sous un angle déterministe, on relève les travaux de Solow (1957), Griliches (1957), Utterback (1974), Mowery et Rosenberg (1979), Dosi (1982), Zitt (1987), Freeman (1982) (1988), Constant (1983), Barras (1986). Chez les historiens nous mentionnons les travaux de White (1962), Levebre des Noëttes (1931), Bloch (1963), Braudel (1979), Heilbroner (1967), Ogburn et Thomas (1992), Chandler (1990), Hugues (1983). En anthropologie, voir les travaux de Mauss (1967), Lévi-Strauss (1955), Leroi Gourhan (1964), (1965).

²Bernard, C (1865). Introduction à la médecine expérimentale. Réed., Garniers-flammarion, Paris, 1966.

³Flichy, P. (2003). L'innovation technique. Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation, La Découverte, Paris, p. 39.

Le chapitre 1 : « Le déterminisme technique : la technique détermine la société ». Les tenants de cette approche présument que le développement de la technologie se situe dans une logique inévitable du progrès, son avancement est autonome et crée un effet important sur le façonnage de la société. Deux analyses constituent le fondement de cette approche : le système technicien de Jacques Ellul et le règne technique de Martin Heidegger. Nous complétons cette réflexion par un examen des cadres théoriques qui concernent le déterminisme technique dans le milieu organisationnel. Enfin, nous concluons ce chapitre sur les principales critiques adressées à cette approche.

Le chapitre 2 : « Le déterminisme social : la société détermine la technique ». C'est le point de vue opposé au déterminisme technique. Celui-ci prétend que la technologie n'a pas d'existence autonome et qu'elle reste la matérialisation des rapports sociaux (Valenduc, 2005). Nous analysons le déterminisme social sous l'angle spécifique de la sociologie des sciences : l'approche classique de la sociologie des sciences (Merton et ses disciples), le programme fort de la sociologie des sciences (Kuhn, Bloor, Barnes) et le programme dur de la sociologie des sciences nommé aussi le socioconstructivisme (Latour, Woolgar, Callon, Knorr-Cetina, Lynch, Bijker, Pinch). À la fin de ce chapitre, nous reviendrons sur les travaux qui concernent le déterminisme organisationnel ainsi que les différentes critiques formulées à l'égard de cette approche.

Le chapitre 3 : « La coévolution : le couplage technique-société ». Il s'agit ici d'une approche éclectique, réconciliatrice, qui brille par son caractère diplomatique. La thèse de la coévolution met l'accent sur l'influence réciproque de la technologie et de la société. Son argument majeur est « l'impossibilité d'établir une relation de cause à effet dans l'un ou l'autre sens ». Nous exposons dans le cadre de ce chapitre les principales analyses théoriques de la coévolution (Social Shaping of Technologie, Social Informatics, la théorie de la structuration de Giddens, le modèle pragmatique d'Habermas) ainsi que certains modèles orientés empiriquement (le Technology Assessment (TA), le modèle de la structuration de la technologie (MST), le Mode1/Mode2 ainsi que le modèle de la Triple hélice). Nous examinons aussi comment la coévolution intervient dans le milieu de travail, pour finir sur un survol des principales critiques adressées à cette approche.

DEUXIÈME PARTIE : CADRE CONCEPTUEL

Dans le quatrième chapitre, nous tentons de dépasser ce débat idéologique qui s'avère « stérile », selon l'expression de Hannah Arendt, dans le but de penser l'objet technique pour lui même. Nous considérons avec Bayle et Scheps que « l'objet technique a toujours été analysé, soit à travers ses représentations, soit en tant qu'exemple, qu'application ou métaphore d'un moment de l'histoire humaine. Il n'a aucunement été pensé pour lui même⁴ ». Pour y parvenir, nous essayons de décrire et d'examiner, dans une démarche éclectique, le processus d'innovation des technologies convergentes pour tenter par la suite d'appréhender les enjeux et implications, notamment en milieu de travail.

Le chapitre 4 : « Problématique, cadre conceptuel et cadre méthodologique ». À partir de la réflexion générale sur le déterminisme technique, le déterminisme social et la coévolution, nous tentons de comprendre et d'analyser le processus d'innovation des technologies convergentes. Dans ce chapitre, nous annonçons, dans un premier temps, l'objet, les intérêts ainsi que la problématique de notre thèse. Nous décrivons, dans un deuxième temps, notre schéma conceptuel, *le tétraèdre de l'innovation*, en nous basant sur la revue de la littérature réalisée dans le cadre des chapitres précédents. Finalement, nous exposons notre cadre méthodologique : les techniques de collecte de données, l'échantillonnage et les méthodes d'analyse de données.

TROISIÈME PARTIE : DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNÉES

Le chapitre 5 : « Description et analyse des résultats ». Dans le cadre de ce chapitre, nous procédons à la description et l'analyse des résultats. Nous reprenons les différentes composantes de notre cadre conceptuel - le tétraèdre de l'innovation - pour les confronter aux données collectées lors de notre recherche qualitative.

Chapitre 6 : « La discussion ». À la lumière des résultats et des analyses effectuées, nous engageons une discussion globale. Il s'agit ici de notre contribution théorique.

⁴ Bayle, R. et Scheps, R. (1994). *L'empire des techniques*, Éditions du Seuil, p.13.

PREMIÈRE PARTIE : CADRE THÉORIQUE

CHAPITRE PRÉLIMINAIRE

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES PRÉLIMINAIRES

Le début d'une réflexion consiste à donner le sens et la définition de la substance théorique mobilisée et c'est précisément l'objectif de ce chapitre préliminaire : « considérations théoriques préliminaires ». Nous essayons dans ce qui suit de préciser la signification que nous accordions à chacun des concepts de base et aux expressions clés qui constituent la trame de fond de ce travail. Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, l'objet de notre recherche est d'analyser le processus d'innovation des technologies convergentes (TC) sous le prisme de la sociologie des sciences et des techniques. Nous répondons donc ici à la question : pourquoi la sociologie des sciences et dans quelle mesure ? Par ailleurs, nous examinons dans cette thèse la relation entre la technique et la société dans une logique de cause à effet⁵. À ce sujet, nous sommes très surpris du fait que la sociologie des sciences et des techniques évacue les acquis théoriques de la thèse déterministe. Le déterminisme technique est grand absent, particulièrement la thèse Elullienne, dans le débat d'aujourd'hui alors que les problèmes soulevés par le phénomène technique sont de plus en plus récurrents et évidents (Jézéquel, 2010). À notre connaissance, aucun ouvrage (incluant les ouvrages de synthèse⁶) n'intègre la thèse du déterminisme en tant qu'approche interne à la sociologie des sciences et des techniques. Nous proposons dans le cadre de ce travail de réhabiliter cette approche. Enfin, nous envisageons de définir certains termes clés et d'apporter des clarifications au sujet des notions suivantes : science, technique, technologie et technologies convergentes (TC).

⁵ Technique (cause) et société (effet) versus société (cause) et technique (effet). Nous nous inspirons dans cette thèse des travaux de Gérard Valenduc (2005) qui mobilisent les trois approches pour s'interroger sur l'informatique et sur les TIC en tant que champs spécifiques des innovations technologiques.

⁶ Pour citer seulement les ouvrages de référence dans la discipline : Dubois (1999; 2001), Busino (1998), Vinck (2007).

Sociologie des sciences et des techniques : pourquoi et dans quelle mesure ?

Nous analysons le processus d'innovation des TC sous le prisme de la sociologie des sciences et des techniques. Selon Busino (1998), la sociologie des sciences vise « à mettre en évidence les corrélations entre la connaissance et les facteurs existentiels, culturels et sociaux. Les sociologues étudient les rapports existant entre l'activité cognitive et le contexte social et dévoilent les corrélations entre les connaissances à l'œuvre dans les divers milieux et leurs particularités⁷ ». Par ailleurs, nous insistons avec Dubois (1999), sur la double difficulté à laquelle se trouve confronté tout chercheur désirant rapporter la nature et le développement de cette discipline. Du fait la multiplicité interne de la sociologie des sciences, il s'avère difficile de : 1- premièrement, représenter la pluralité de cette discipline sans sombrer dans une analyse fragmentaire; 2- deuxièmement, reconstruire fidèlement l'évolution de la sociologie des sciences sans la réduire à une représentation trop simpliste. Cela dit, nous souhaitons répertorier les principaux courants qui définissent la sociologie des sciences et des techniques sans tomber dans l'une ou dans l'autre des deux difficultés relatives.

Pourquoi la sociologie des sciences et des techniques? D'abord, parce qu'il est nécessaire de se positionner dans un champ spécifique de la connaissance. Aussi, nous partageons l'argument de Vinck (2007) lorsqu'il estime que la sociologie des sciences propose des analyses réalistes de l'activité scientifique et qu'il existe, par exemple, une mystification de l'activité scientifique dans une bonne partie de l'analyse philosophique. Enfin, la sociologie des sciences et des techniques s'est construite en dialogue avec d'autres disciplines des sciences sociales (philosophie, économie, histoire, etc.). Voilà une démarche interdisciplinaire que nous privilégions et que nous adoptons pour répondre à notre question de recherche.

⁷ Busino, G. (1998). Sociologie des sciences et des techniques, Que sais-je, PUF, p.5.

Quelle forme de déterminisme ?

Le déterminisme qui nous intéresse n'est pas celui des sciences naturelles. Nous faisons plutôt référence à la dimension socio-philosophique pour examiner la relation entre la science/technique et la société. Au sens classique du terme, celui du dictionnaire (Petit Robert, 2008), le déterminisme est défini comme étant « un principe scientifique suivant lequel les conditions d'existence d'un phénomène sont déterminées, fixées absolument de telle façon que, ces conditions étant posées, le phénomène ne peut pas ne pas se produire ». Le Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences (2006) affirme que le mot « déterminisme » a été introduit en français dans la langue de la philosophie des sciences par Claude Bernard en 1865. Son antonyme « indéterminisme » a été formé la même année. L'hypothèse déterministe renvoie dans le cadre de ce travail au fait que les événements, les hommes et les objets sont liés et déterminés par un phénomène, une action, un fait ou une logique. Cette hypothèse (du déterminisme) empruntée par plusieurs auteurs et disciplines permet d'examiner la nature des interactions dans le couple homme-technique.

La science

La science interpelle la société depuis plus de mille ans (Nowotny et Gibbons, 2003). Il n'est pas question ici de faire (refaire) l'étymologie et l'histoire générale de la science. Il s'agit plutôt de donner une définition précise de la science, concept central dans ce travail, et de pouvoir par la suite le mobiliser dans l'ensemble de l'analyse sans aucun risque de confusion ou d'amalgame. Selon le Petit Robert (2008), « le mot science vient de latin *scientia*, 'connaissance' ; connaissance exacte et approfondie ; ensemble de connaissances, d'expériences ; ce que l'on sait pour l'avoir appris ; ce que l'on tient pour vrai au sens large ; l'ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet (domaine) et une méthode déterminés, et fondées sur des relations objectives vérifiables ». La science est composée de plusieurs disciplines telles que la physique, la chimie, la biologie, etc. La liste des disciplines scientifiques est en évolution constante et cela en fonction de l'état des connaissances. Dans le cadre de ce travail, il sera question des sciences dites exactes (sciences de la nature, sciences dures). Plus spécifiquement, notre objet d'étude

concerne l'intégration de plusieurs disciplines scientifiques et domaines techniques connus et reconnus sous l'appellation « technologies convergentes » (voir définition ci-dessous).

Qu'est-ce que la technique ?

Le mot technique vient du grec *technè*, provenant du verbe *teuchô* dont le sens chez Homère est « fabriquer », « produire », « construire » ; le mot *teuchos*, qui signifie « outil », « instrument » dans le sens de « causer », « faire », « amener à l'existence », « produire », est souvent détaché de l'idée matérielle mais jamais de celle de l'acte approprié et efficace. Ainsi *technè* devient rapidement le « faire efficace », « adéquat », « la manière de faire corrélatrice à une telle production sans être nécessairement un produit matériel » (Castoriadis, 1992). Le terme arrive ainsi à être utilisé chez Platon comme quasi-synonyme du savoir rigoureux et fondé. C'est ce dernier qui lui donnera, le premier, la pleine détermination de la *poièsis* « cause qui, quelle que soit la chose considérée, fait passer celle-ci du non être à l'être⁸ ».

La définition de la technique que nous livre Ellul (1954) est en rapport étroit avec la signification du terme grec *technè*. Ce dernier considère que « partout où il y a recherche et application de moyens nouveaux en fonction du critère d'efficacité on peut dire qu'il y a Technique⁹. » À l'instar d'Ellul, Latouche (1994) définit la technique comme la « maxime » qui permet d'« obtenir dans tous les domaines le meilleur résultat par la plus faible dépense d'énergie. La réponse à ce principe est toujours une technique¹⁰ ». Nous constatons aussi que l'interprétation que réalise Heidegger (1954) de la technique dite traditionnelle n'est pas sans rapport avec la logique grecque. Se référant à Platon, il estime que celle-ci ne désigne pas seulement le « faire » de l'artisan et son art, mais aussi l'art au sens élevé du mot, celui des beaux-arts. La *technè* fait partie du produire, de la *poièsis*, elle est poétique.

⁸ Platon cité dans Castoriadis, C. (1992). *Technique*, Encyclopaedia Universalis, t.22.

⁹ Ellul, J. (2004). *Le système technicien, Le cherche midi*, p. 38.

¹⁰ Latouche, S. (1995). *La Mégamachine - Essais à la mémoire de Jacques Ellul*, La Découverte, Bibliothèque du MAUSS, Paris, p. 37-38.

La technique moderne, quant à elle, acquiert chez Heidegger une autre signification. Elle est pour lui une provocation, un « arraisonement » par lequel la nature est mise en demeure de livrer une énergie qui puisse comme telle être extraite et accumulée. Dans son ouvrage *Technique et Civilisation*, Lewis Mumford (1934) souligne cette différence entre technique moderne et traditionnelle. Selon lui, inversement à l'outil qui constitue un prolongement du corps, la machine est un dispositif mécanique qui permet de transformer l'énergie reçue en une autre plus appropriée en vue d'un effet donné. La grande différence entre la machine et l'outil ne réside pas dans sa complexité, mais dans son degré d'indépendance par rapport à l'utilisateur, c'est-à-dire son automatisme. La technique utilise généralement pour cela d'autres formes d'énergie que la force musculaire; « L'outil, nous dit Mumford, se prête à la manipulation, la machine à l'action automatique¹¹ ». Pour Arendt Hannah (1958), le passage de l'outil à la machine est d'une grande signification. Désormais, le corps devient dépendant de ce qu'il utilise, et plus précisément de son rythme autonome. Le progrès technique ne va pas ici sans une certaine aliénation de l'homme, à travers la soumission de son corps. Elle déclare : « Tandis que les outils d'artisanat à toutes les phases du processus de l'œuvre restent les serviteurs de la main, les machines exigent que le travailleur les serve et qu'il adapte le rythme naturel de son corps à leur mouvement mécanique. Cela ne veut pas dire que les hommes en tant que tels s'adaptent ou s'asservissent à leurs machines ; mais cela signifie bien que pendant toute la durée du travail à la machine, le processus mécanique remplace le rythme du corps humain. L'outil le plus raffiné reste au service de la main qu'il ne peut ni guider ni remplacer. La machine la plus primitive guide le travail corporel et éventuellement le remplace tout à fait¹² ». De son côté, Ellul admet bien cette différence entre la technique traditionnelle et celle « issue de la science appliquée » qui date du XVIIIe et qui caractérise notre civilisation. « La technique, note-t-il, a pris un corps, elle est devenue une réalité par elle-même. Elle n'est plus seulement moyen et intermédiaire; mais objet en soi, réalité indépendante et avec qui il faut compter¹³ ».

¹¹ Mumford, L. (1950). *Technics and civilization*, Harcourt, Brace and World, N.Y.

¹² Hannah, H. (1994). *Condition de l'homme moderne*, Presses Pocket, Paris, p. 199-200.

¹³ Ellul, J. (1990). *La technique ou l'enjeu du siècle*, Ed. Économia, p. 58.

De la technique à la technologie

Le mot technologie désigne en premier lieu l'étude ou encore la science des techniques. Il renvoie à la notion d'artefact (*techne*) et à celle de science (*logos*). Le terme semble avoir été utilisé pour la première fois en 1772 par un physicien allemand : Johann Beckmann. Néanmoins, son usage populaire (élargi) ne précède que de quelques années la révolution industrielle (c'est-à-dire fin du XVIII^e siècle ou début du XIX^e). C'est Jacob Bigelow qui introduisit le mot *technology* dans la langue anglaise (Dufresne, 1999). Professeur à la chaire Rumford de Harvard consacrée à l'application de la science aux arts utiles (*useful arts*) et promoteur d'une véritable fusion entre les arts et la science, Bigelow va dévaloriser à la fois les savoirs fondamentaux, qui ne s'articulent pas avec une pratique concrète, et les techniques (les arts selon la terminologie de l'époque), qui s'inscrivent dans une tradition ne faisant pas systématiquement appel au savoir scientifique. C'est d'ailleurs selon la suggestion de Bigelow que la première grande école d'ingénieur du Massachusetts a été nommée Massachusetts Institute of Technology par ses fondateurs.

La distinction faite entre la technique traditionnelle et la technique moderne marque incontestablement l'avènement de nouvelles caractéristiques, sources et fonctions. Il est évident que les techniques de notre époque, jugées souvent complexes et sophistiquées, se fondent sur une réalité non seulement technique (au sens grec du terme) mais aussi scientifique, économique et même politique. Cet enchevêtrement de la technique et de la science¹⁴ (entre autres) témoigne du passage de la « technique » à la « technologie ». C'est dans cet ordre d'idée que le philosophe français Jean-Jacques Salomon note dans un ouvrage intitulé *Le destin technologique* (1992) : « *La technologie, c'est toujours la technique qui passe par la science, qui associe le travail du laboratoire et celui de l'usine*¹⁵, pour agir non seulement sur la nature ou les choses, mais aussi sur les hommes et la société, leur mode de production et de consommation, leur organisation et leur système de communication, finalement leur vision d'eux-mêmes : la technologie n'est pas seulement création et transformation d'objets physiques, elle est aussi création et transformation d'objets

¹⁴ Hottois, entre autres, utilise le terme « technoscience » pour exprimer la technisation de la science et scientification de la technique. Nous revenons plus tard sur ce point.

¹⁵ C'est l'auteur qui souligne.

immatériels. On peut parler de technique avant le machinisme, avant le système industriel, avant la recherche scientifique organisée, mais après ces étapes successives du processus d'industrialisation, ce dont on parle désigne autre chose et plus que la technique¹⁶. » Pour rendre compte de cette intégration entre science et technique, certains auteurs utilisent la terminologie « technoscience ».

La technoscience

Il semble que le terme « technoscience » a été initié par le philosophe belge Gilbert Hottois qui revendique d'ailleurs très volontiers cette paternité. Dans un article récent, qui date de 2006, il écrit : « J'ai commencé à utiliser le mot 'techno-science' au milieu des années soixante-dix. Je l'ai fait figurer dans le titre d'un article dès 1978 : 'Éthique et Technoscience', publié dans une revue belge de 'philosophie et de morale publique' : *La pensée et les hommes* ». Hottois revient sur le sens premier du terme « techno-science » et déclare : « Par le mot 'techno-science', je voulais désigner ce que je pensais être le foyer des problèmes dont les philosophies dominantes de l'époque me semblaient ne rien vouloir savoir [...] Technoscience entendait souligner les dimensions opératoires- technique et mathématique- des sciences contemporaines¹⁷ ». Enfin, dans le même article, Hottois (2006) explique que le terme a été très rapidement repris par Lyotard (1979 ; 1982) et par Latour (1987 ; 1999) qui participent à la diffusion de l'expression dans le monde francophone et surtout anglo-américain.

Dans son ouvrage *Le signe et la technique*, Gilbert Hottois déclare : « Le terme technoscience nous a paru le mieux convenir pour désigner l'entreprise en marche de ce qu'on appelle communément la 'recherche scientifique' contemporaine, dont la technique [...] constituent le milieu naturel de développement et aussi le principe moteur [...] La théorie elle-même est conçue comme un outil ou un instrument pour l'action et la transformation de l'expérience [...] le réel visé n'est plus ontologique, mais lui même opératoire : est réel ce qui est (re)productible, manipulable, transformable et non plus le visible, l'intelligible ou le

¹⁶ Salomon, J.J. (1990). *Le destin technologique*, Gallimard, Éditions Balland, p. 70.

¹⁷ Hottois, G. (2006). *La technoscience : de l'origine du mot à ses usages actuels*, recherche en soins infirmiers, n.86, sep 2006, p. 24-25.

compréhensible¹⁸ ». Ainsi, le terme technoscience traduit la fusion de la théorie et de la pratique, mais il désigne aussi la théorie comme un moyen et la pratique en tant que fin.

Les technologies convergentes

L'intégration de plusieurs domaines scientifiques et techniques fait des technologies convergentes un exemple pertinent et concret de technoscience. En effet, les technologies convergentes sont considérées par certains sociologues et philosophes comme un modèle type (Lafontaine, 2010) et une phase visible de la technoscience (Bensaude-Vincent, 2009).

a. Origine

Le récit concernant le phénomène des technologies convergentes est relativement récent. Il prend acte avec la publication en 2002 du rapport de la National Science Foundation (NSF) intitulé « Les technologies convergentes- pour l'amélioration de la performance humaine¹⁹ ». En 2003, le Conseil National de Recherches Canada (CRNC) entre en scène et propose sa propre version qui est à notre sens assez proche et comparable à celle des États-Unis. Il s'agit ici de la première tentative institutionnelle d'un organe gouvernemental qui intègre la convergence²⁰ dans la prospective scientifique et technologique. Enfin, le troisième acte du récit s'articule sous la plume d'un groupe d'experts de la Commission Européenne (CE) qui relance le débat en 2004 et propose une vision diamétralement opposée à l'initiative américaine. Les rapporteurs de la commission adoptent la terminologie en proposant « de mettre en place une approche européenne des technologies convergentes baptisée TCSCE : Technologies convergentes pour la Société de la connaissance européenne²¹ ». Suite à l'initiative américaine et européenne, plusieurs unités de recherche et groupes d'experts se sont penchés sur le phénomène des TC. L'objectif de leurs études est de comprendre le développement prévisible et la fusion peu fortuite des nanotechnologies, des biotechnologies,

¹⁸ Hottois, G. (1984). Le signe et la technique : la philosophie à l'épreuve de la technique, Coll. Res. L'invention philosophique, Paris: Aubier, p.p. 60-61-62.

¹⁹ Roco, M., Bainbridge, W. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*, Arlington, NSF

²⁰ Telle que présentée par la NSF.

²¹ Nordmann, A. (2004). *Technologies convergentes- façonner l'avenir des sociétés européennes*, Luxembourg, Commission européenne, p. 6.

des TIC et des sciences cognitives²² et d'anticiper leurs implications sociétales, économiques, politiques, militaires, éthiques, culturelles, métaphysiques, etc.

b. Définitions

Le rapport de la National Science Foundation (NSF, 2002) a marqué la naissance du débat sur les technologies convergentes (TC) et a eu un impact tangible et décisif sur la littérature scientifique modifiant ainsi la valeur et le sens de l'expression « technologies convergentes » (Fuller, 2009). Le rapport prétend que « technologies convergentes se réfère à la combinaison synergique de quatre grands domaines de la science et de la technologie, dont chacun progresse à un rythme rapide : (a) les nanosciences et les nanotechnologies; (b) la biotechnologie et la biomédecine, y compris le génie génétique; (c) la technologie de l'information, y compris l'informatique et les communications; (d) les sciences cognitives, y compris les neurosciences cognitives²³ ».

Le CNRC se distingue de l'initiative américaine, du moins sur la forme, et propose l'expression « Bio Systémique ». Dans le rapport, on peut lire que « le terme Bio-Systémique est inventé pour décrire la combinaison d'un certain nombre de scientifiques disciplines et de leurs technologies. Ces disciplines : la biologie et la biomédecine, y compris le génie génétique, la protéomique et la métabolomique; nanosciences et les nanotechnologies, les technologies de l'information, y compris l'intelligence artificielle (AI), pointe informatique et réseaux, les sciences cognitives, y compris les neurosciences, et d'intégration sciences système convergent actuellement et qui se chevauchent de façon à produire sont d'importantes synergies²⁴ ».

La CE s'inscrit en marge de l'initiative nord-américaine. Le rapport de la CE estime que « les *technologies convergentes* (TC) font référence à la convergence vers un but commun des découvertes et des techniques de la science fondamentale et de la technologie : les TC sont

²² La convergence des quatre domaines est souvent présentée sous l'acronyme NBIC (Nano, Bio, Info, Cognitive).

²³ Roco, M., Bainbridge, W. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*, Arlington, National science foundation (NSF), p. 9.

²⁴ Bouchard, R. (2003). *Bio-Systemics Synthesis- Science and Technology Foresight Pilot Project*, Conseil National de Recherches Canada (CNRC), p. 11.

des technologies et des systèmes de connaissances diffusants qui se complètent mutuellement en vue de la réalisation d'un objectif partagé. Ensemble ou isolément, les technologies NBIC sont susceptibles de contribuer à cette convergence²⁵ ».

D'une manière générale, les trois définitions s'accordent pour mettre en avant les quatre domaines des NBIC mais se distinguent sur les frontières de la convergence. Par frontières de la convergence, on renvoie à l'ensemble des domaines qu'il faut intégrer dans la construction et l'évaluation des TC.

c. Domaines

Les frontières de la convergence sont malléables et les domaines qu'elles englobent ne font pas l'unanimité dans les milieux académiques. Quatre domaines sont au centre de la convergence : les Nano, les Bio, Info et les sciences Cognitives. Certains organismes, tel que la CE, insistent sur la nécessité d'intégrer les sciences humaines et sociales pour fixer les visions et déterminer un modèle de gouvernance orienté vers la résolution des problèmes. Tous ces points seront largement examinés dans le cadre de notre thèse doctorale.

²⁵ Nordmann, A. (2004). Technologies convergentes- façonner l'avenir des sociétés européennes, Luxembourg, Commission européenne, p. 19.

CHAPITRE I

L'APPROCHE DU DÉTERMINISME TECHNOLOGIQUE : LA TECHNIQUE DÉTERMINE LA SOCIÉTÉ

Le spectre d'une domination technique a depuis longtemps alimenté les réflexions des écrivains. En effet, bien avant qu'Aldous Huxley nous donne sa version d'un monde meilleur²⁶ et que George Orwell nous projette dans un univers contrôlé par un Big Brother²⁷, Léonard De Vinci (ingénieur, inventeur et philosophe) nous a livré une version du monde future digne d'un film de science-fiction comme ceux qu'on voit de nos jours défiler sur les écrans de cinéma. Dans une époque lointaine, il écrit : « on verra sur terre une espèce animale qui sans répit se combattra elle-même avec grandes pertes et morts fréquentes. Elle n'assignera pas de limites à sa malice. Il arrivera donc un temps où elle ne tuera plus par milliers, mais par milliers de milliers. Elle éliminera la peste et le choléra de façon à se rendre maître de sa propre destruction. Elle arrachera à la nature ses droits sur la mort afin d'avoir plus de chairs à broyer dans ses guerres, ses déchirements et ses obsessions. Elle ruinera sa propre âme dans des machines infernales ». Léonard De Vinci (XVI^e siècle).

Plusieurs interprétations peuvent être réalisées à partir de cette citation que nous estimons d'une prophétie invraisemblable. Mais ce qui retire notre attention et nous intéresse dans ce fragment c'est spécifiquement la dernière phrase. De Vinci nous dit qu'après nos guerres et nos combats, nos morts que nous compterons par milliers de milliers et toutes les souffrances que l'humanité s'auto-infligera, elle « ruinera sa propre âme dans des machines infernales ». Est-ce un fatalisme technique ou une vraie prophétie ?

²⁶ Huxley, A. (2005). *Le meilleur des mondes*, Plon, Paris.

²⁷ Orwell, G. (2007). 1984, Gallimard, Paris.

Au-delà des écrits d'anticipation, nombreux sont les auteurs qui ont pensé la question technique comme un phénomène dominant. Il y a ceux qui ont parlé d'un système technicien (Ellul), d'un règne technique (Heidegger) ou d'un règne machinal (Dénéliou puis Séris), d'une Mégamachine (Mumford puis Latouche) ou même d'une techno-nature (Roqueplo). Le point commun entre tous ces auteurs est la domination de la technique. Nous tentons, dans le cadre de ce chapitre, d'exposer ce point de vue et plus précisément d'expliquer l'approche du déterminisme technique : la technique détermine la société.

Certains auteurs se trompent lorsqu'ils considèrent que Martin Heidegger est le premier à penser le couple technique société sous la forme d'un déterminisme technique. Examinant la position de Heidegger, Massie (1993) note à tort : « malgré ce statut ambigu du « saut » chez Heidegger, bon nombre d'auteurs vont poursuivre dans la voie qu'il a ouverte pour penser le couple technique-société — entre autres Ellul²⁸ ». À propos de la paternité de l'approche déterministe, Valenduc (2005) écrit très justement : « l'affirmation de l'autonomie de la technique est un point commun entre Jacques Ellul et Martin Heidegger. Leurs deux ouvrages de référence, *La Technique ou l'enjeu du siècle* pour l'un, *La Question de la Technique pour l'autre*, ont été publiés la même année (1954)²⁹ ». Ainsi, pour analyser l'approche du déterminisme technique, nous estimons essentiel de s'arrêter sur la réflexion menée par ces deux auteurs.

Cela dit, avant d'entrer dans le vif du sujet, nous voudrions attirer l'attention du lecteur sur un autre point qui n'est pas sans importance. Selon Ellul (2004 [1977]), si on veut traiter la question de la Technique il est impératif de l'isoler des autres phénomènes connexes. Ce dernier écrit à ce sujet : « [...] pour comprendre ce qu'est le concept de Technique et le système technicien il ne faut pas *partir* des effets de la Technique sur l'homme ou sur la société. Ce n'est pas à partir de considérations sociologiques ou psychologiques que l'on peut remonter au concept de Technique : il faut considérer l'objet technique en lui même, et ses interrelations[...] il faut *commencer* au plus haut niveau d'abstraction pour *rejoindre* le réel

²⁸ Massie, J. M. (1993). Société et nouvelles technologies de l'information et de la communication : pour une indétermination sociotechnique, TIS, vol. 5, n 3, p. 240.

²⁹ Valenduc, G. (2005). La technologie, un enjeu de société - Au delà du déterminisme technologique et du constructivisme social, Academia Brulyant, p. 19.

constitué par la relation entre la Technique et l'homme ou la société³⁰» Or, on détecte ici une démarche méthodologique très similaire à celle d'Heidegger (2006) qui considère que la technique ne peut pas être assimilée à une collection d'outils et d'inventions à mettre au service de l'homme et du progrès. Cette conception superficielle, anthropocentrique et instrumentaliste ne permet pas de penser le phénomène technique. « L'essence de la technique, déclare Heidegger, n'est rien de technique : c'est pourquoi la réflexion essentielle sur la technique et l'explication décisive doivent avoir lieu dans un domaine qui, d'une part, soit apparenté à l'essence de la technique et qui, d'autre part, n'en soit pas moins foncièrement différent d'elle³¹ ».

Ainsi, les deux auteurs semblent en accord sur la domination qu'exerce la technique sur l'homme/société et sur la démarche méthodologique pour le démontrer. Dans ce qui suit, nous proposons d'examiner de plus près la thèse des deux auteurs au sujet du déterminisme technique.

1.1 Jacques Ellul : le système technicien

« Parmi les approches les plus englobantes des phénomènes techniques, déclare Flichy, celle de Jacques Ellul est probablement l'une des plus caractéristiques. [...] Sa thèse peut apparaître comme une parfaite illustration du déterminisme technique³² ». Jacques Ellul (1912-1994) considère que la technologie se développe selon sa propre logique systémique et s'impose à l'ensemble de la société. « La technique, écrit-il, est arrivée à un tel point d'évolution qu'elle se transforme et progresse sans intervention décisive de l'homme, par une sorte de force interne qui la pousse à la croissance, qui l'entraîne par nécessité à un développement incessant³³ ». Ainsi, Ellul marque le passage d'une société industrielle, dans laquelle l'industrie s'avère une forme dominante de l'organisation de l'économie, à une *société technicienne*³⁴. Dans celle-ci, la technique s'étend à toutes les sphères: économique,

³⁰ Ellul, J. (2004). Le système technicien, Le cherche midi, p. 41.

³¹ Heidegger, M. (2006). Essais et conférences - La question technique, Gallimard, Paris, p. 47

³² Flichy, P. (2003). L'innovation technique - Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation, La Découverte, Paris, p. 34.

³³ Ellul, J. (2004). Le système technicien, p. 217.

³⁴ Ellul, J. (1990). La technique ou l'enjeu du siècle, Ed. Économia.

politique et sociale. Elle forme un système qui englobe divers éléments et qui sont en interaction les uns avec les autres. L'évolution de la technique engendre alors forcément celle des autres. C'est *le système technicien*.

1.1.1 La technique comme système

Notons que la représentation de la technique sous la forme d'un « système technicien » est largement ré pondue dans la littérature. Jean-Pierre Séris définit le système technique comme « un tissu où les relations causales sont partout denses. [...] La technique comme système [...] est rationalité à l'œuvre³⁵ ». Pour Bertrand Gille, le système technique est plutôt « un ensemble de cohérences aux différents niveaux de toutes les structures de tous les ensembles et toutes les filières³⁶ ». Chez Ellul, la technique et le système prennent une forme (ou dimension) de réciprocité dans la mesure où l'un se définit par l'autre et inversement. Autrement dit, la technique fonctionne comme un système et le système se caractérise par sa technicité. Il déclare : « si je choisis ce terme (système) pour décrire la technique dans la société actuelle ce n'est assurément pas parce qu'il est à la mode, mais le concept correspond bien à ce qu'est la technique – c'est un instrument indispensable pour comprendre de quoi il s'agit quand on parle de technique. » Quelques lignes plus loin, il ajoute « La technique a pris maintenant une telle spécificité, qu'il est devenu nécessaire de la considérer en elle-même, et en tant que système³⁷ ».

L'apparition d'un schéma technique qui se développe sous la forme d'un système est, selon Latouche (1995), le résultat de l'effondrement des frontières économiques et sociales nationales. Ainsi, l'essence du système technicien est en relation étroite avec l'avènement de l'ère transnationale. Il déclare que « L'apparition d'une société où la technique n'est plus un simple moyen au service des objectifs et des valeurs de la collectivité, mais devient l'horizon indépassable du système, un but en soi, ne date que de la période de « l'émancipation » des régulations sociétales traditionnelles, c'est-à-dire la modernité. Elle ne prend son ampleur

³⁵ Séris cité dans Latouche, S. (1995), p. 74

³⁶ Gille cité dans Latouche, S. (1995), p. 75.

³⁷ Ellul, J. (2004), p. 89.

qu'avec l'effondrement du compromis entre marché et espace de socialité réalisé dans la nation³⁸. »

D'un autre côté, Ellul attribue à l'informatique un rôle important dans la structuration du système technicien. Celle-ci a permis une organisation plus efficace et cohérente entre les différents éléments composant le système. Grâce à l'ordinateur et aux flux d'informations numérisées l'on assiste à la « jonction souple, informelle, purement technique, immédiate et universelle entre les sous systèmes techniques³⁹. » Gilbert Hottois rejoint Ellul sur ce point lorsqu'il écrit : « l'informatique boucle, en quelque sorte, le technocosme, le fait apparaître non seulement comme autonome, mais encore comme autarcique⁴⁰. »

Actuellement, la technique se développe dans ces aspects qualitatifs et quantitatifs de telle façon que l'on peut concevoir dans son développement normal une logique qui fait le système. « La technique comporte comme donnée spécifique qu'elle se nécessite pour elle-même sa propre transformation. À partir du moment où elle existe dans sa réalité moderne elle produit le phénomène de la progression : le progrès dont nous sommes imbus et dont l'idéologie inspire tous nos jugements est un produit direct de la technique. Il n'est pas « de la technique qui progresse », il est une réalité indépendante : c'est la conjonction entre phénomène technique et progrès technique qui *constitue le système technicien*⁴¹ ». L'idée du système technicien est aussi explicite dans les écrits de Mumford. Dans une mise en garde contre l'absorption de l'humain dans la technique, il déclare que « Ce ne sont pas les produits mécaniques ou électroniques en tant que tels que nous mettons en cause, mais le système qui les produit sans référence aux besoins humains et sans rectification quand ces besoins ne sont pas satisfaits⁴² ».

Serge Latouche (disciple d'Ellul) substitue la notion de la « mégamachine » à celle du « système technicien ». Il écrit « une société où un tel système technicien existe ne peut plus

³⁸ Latouche, S. (1995), p. 43.

³⁹ Ellul, J. (2004), p. 112.

⁴⁰ Hottois cité dans Latouche, S. (1995). *La Mégamachine. Essais à la mémoire de Jacques Ellul*, La Découverte, Bibliothèque du MAUSS, Paris, p. 75.

⁴¹ *Ibid.*, p. 91.

⁴² Mumford cité dans Ellul, J. (2004), p. 125.

se *détechniciser* : le phénomène est irréversible du fait de l'auto-accroissement de la technique. Le système technicien ne consiste pas seulement dans le fait que la technique forme un système, mais encore dans le fait que ce système englobe la totalité de l'espace de vie : il est une *mégamachine*⁴³. »

Cette thèse est aussi défendue par Philippe Roqueplo (1983). Dans son livre *Penser la technique*, il déclare : « [...] on désignera comme le monde de la technique tout cet ensemble synergique d'objets matériels, en y adjoignant l'ensemble correspondant des « sujets » concernés, de leurs savoir-faire ainsi que de tout le système de reproduction sociale de ces savoir-faire. C'est ici que j'avancerai le concept de technonature, associant volontairement le mot de nature (le milieu où, tout « naturellement », nous naissons, vivons et mourons) et celui de technique. Force est de constater que notre environnement « naturel » [...] est quasi intégralement le produit de l'activité technicienne. En ce sens, notre « nature » constitue un gigantesque objet technique. C'est cet objet que je désignerai par le mot de technonature⁴⁴. » Pour Gilbert Hottois (1984), la logique technicienne prend forme sous le terme « technoscience⁴⁵ ». Dans *Le signe et la technique*, il note « Je voudrais seulement souligner davantage la nature poétique des technosciences, dont la grande affaire n'est ni la vérité ni l'universalité mais la puissance. La puissance au sens de domination, contrôle, maîtrise sans doute, mais aussi, de plus en plus au sens d'actualisation illimitée du possible par des pratiques manipulatrices et opératrices appliquées à une manière extraordinairement plastique qui inclut le vivant (et donc l'être humain)⁴⁶. »

Quelle que soit l'expression empruntée par les auteurs, elles convergent toutes vers une seule position, celle de la domination technique. Pour comprendre ce point de vue, il est indispensable d'examiner les caractéristiques extrinsèques de la technique moderne. Contrairement aux caractéristiques intrinsèques, qui elles ne changent pas, ces dernières nous permettent de dévoiler la nature de la relation entre le phénomène technique et la société et par la suite d'expliquer pourquoi le schéma technique se présente sous la forme d'un système

⁴³ Latouche, S. (1995). *La Mégamachine*. Essais à la mémoire de Jacques Ellul, La Découverte, MAUSS, Paris, p. 75.

⁴⁴ Roqueplo, P. (1983). *Penser la technique*, pour une démocratie concrète, Seuil, p. 18.

⁴⁵ La scientification de la technique et la technicisation de la science donnent lieu, selon Hottois, à la notion de technoscience.

⁴⁶ Hottois cité dans Latouche, S. (1995). *La Mégamachine* - Essais à la mémoire de Jacques Ellul, La Découverte, MAUSS, Paris, p. 56.

technicien. Selon Ellul, les caractéristiques extrinsèques de la technique moderne sont : l'Automatisme du choix technique, l'Autonomie, l'Auto-accroissement, l'Ambivalence, l'Unité et l'Universalité.

1.1.2 Les caractéristiques de la technique moderne

1.1.2.1 Automatisme du choix technique

L'automatisme du choix technique prend forme sous deux aspects. Premièrement, l'homme n'est pas libre de choisir entre les procédés, les machines et les organisations; celles-ci s'imposent à lui en fonction de leur efficacité. « L'automatisme, nous dit Ellul, est le fait que l'orientation et les choix techniques s'effectuent d'eux-mêmes. [...] Il n'y a pas de choix entre deux méthodes techniques : l'une s'impose fatalement parce que ses résultats se comptent, se mesurent, se voient et sont indiscutables. [...] C'est maintenant la technique qui opère le choix « ipso facto », sans rémission, sans discussion possible, entre les moyens à utiliser⁴⁷. » Selon Ellul, l'homme n'est plus l'agent du choix, il est devenu « un appareil enregistreur des effets, des résultats obtenus par diverses techniques, et ce n'est pas un choix pour des motifs complexes et de quelque façon humains; il décide seulement pour ce qui donne le maximum d'efficacité. Ce n'est pas un choix : n'importe quelle machine peut effectuer la même opération⁴⁸ ».

Ce point fait particulièrement l'objet d'une querelle très vive entre les partisans du déterminisme technique et ceux de l'école de la compétition technologique. Ces derniers remettent en cause la rationalité technologique et considèrent qu'il n'y a pas de solutions qui s'imposent naturellement, mais des solutions diverses dans un jeu complexe d'interaction. Ainsi, note Dominique Foray « On ne choisit pas une technologie parce qu'elle est plus efficace, mais c'est parce qu'on la choisit qu'elle devient plus efficace⁴⁹. »

⁴⁷ Ellul, J. (1990), p. 74.

⁴⁸ Ibid., p. 75.

⁴⁹ Foray cité dans Flichy, P. (2003). L'innovation technique - Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation, La Découverte, Paris, p. 153.

Le second aspect se manifeste par l'extension du domaine technique à tout ce qui est non technique, pour l'éliminer ou le convertir en technique. « Les divers systèmes techniques ont envahi à tel point tous les domaines qu'ils se rencontrent partout dans les modes de vie qui, auparavant, n'étaient pas techniques; la vie humaine dans son ensemble n'était pas submergée par les techniques et donnait lieu à des activités non réglées rationnellement ou systématiquement. Or la rencontre entre des activités spontanées et la technique se trouve catastrophique pour les premières⁵⁰. » Ainsi, le milieu où pénètre la technique devient entièrement et brusquement un milieu technicisé. Celle-ci transforme le non-technique en technique puisque rien ne peut entrer en concurrence avec elle.

1.1.2.2 Autonomie

Ellul considère que « l'autonomie est la condition même du développement. [...] celle-ci (la technique) pour devenir efficace doit être indépendante. Elle doit être une organisation fermée, autonome, pour opérer par les moyens les plus brefs et les plus efficaces sans être entravée par des considérations externes. Et cette autonomie doit être également assurée à l'égard de la loi : peu importe que l'action soit légale si elle est efficace⁵¹ ».

L'autonomie de la technique se conjugue à l'égard des sphères politique, économique et sociale : « La technique conditionne et provoque les changements sociaux, politiques, économiques. Elle est le moteur de tout le reste, malgré les apparences, malgré l'orgueil de l'homme qui prétend que ses théories philosophiques ont encore une puissance déterminante et que ses régimes politiques sont décisifs dans l'évolution. Ce ne sont plus les nécessités externes qui déterminent la technique, ce sont des nécessités internes. Elle est devenue une réalité en soi qui se suffit elle-même, qui a ses lois particulières et ses déterminations propres⁵² ».

Mais la technique est aussi autonome à l'égard de l'éthique: « La technique, nous dit Ellul, ne supporte aucun jugement, n'accepte aucune limitation. C'est en vertu de la technique bien

⁵⁰ Ellul., (1990), p. 77.

⁵¹ Ibid., p. 121.

⁵² Ibid., p. 122.

plus que de la science que s'est établi le grand principe : chacun chez soi. La morale juge des problèmes moraux; quant aux problèmes techniques, elle n'a rien à y faire. Seuls des critères techniques doivent y être mis en jeu.⁵³ » À ce sujet, Latouche va jusqu'à prétendre que la technique paralyse non seulement toute action éthique de la politique mais aussi de celle de l'opinion publique. Ainsi il déclare : « L'anonymat généralisé de la mégamachine technosociétale démoralise les rapports sociaux et politiques des collectivités humaines. Les contraintes qui pèsent sur l'homme politique, comme sur l'ingénieur, le producteur ou le consommateur, aboutissent à un renoncement à toute considération éthique⁵⁴. » C'est dans ce sens que les convaincus de cette thèse se réfèrent souvent à ce qu'il est convenu d'appeler la loi de Gabor (1964) qui dit que « tout ce qui est possible sera nécessairement réalisé » et par la suite « toutes les combinaisons possibles seront exhaustivement tentées⁵⁵ ».

La thèse de l'autonomie de la technique est fortement contestée par l'école du constructivisme social (voir chapitre II). Là où Ellul voit la technique comme une force autonome, les partisans de cette approche insistent sur la causalité sociale. Ils estiment que la technologie n'a pas d'existence autonome et qu'elle reste la matérialisation des rapports sociaux. « L'invention, écrit Bloch, n'est pas tout. Encore faut-il que la collectivité l'accepte et la propage. Ici plus que jamais, la technique cesse d'être la seule maîtresse de son propre destin⁵⁶. » La position de Fernand Braudel dans *Civilisation matérielle, économie et capitalisme* est assez voisine: « une innovation, déclare-t-il, ne vaut jamais qu'en fonction de la poussée sociale qui la soutient et l'impose⁵⁷. »

1.1.2.3 L'auto-accroissement

L'auto-accroissement renvoie au fait que la technique évolue selon ses propres moyens. La logique profonde de cette dynamique est que la technique crée des problèmes (chômage, pollution, énergie, maladies, etc.) et elle nous fait *croire* qu'elle est la seule capable de les

⁵³ Ibid., p. 122.

⁵⁴ Latouche, S. (1995), p. 47.

⁵⁵ Lecourt, D. (2003). *Humain, Post humain*, Presses Universitaires de France, p. 82.

⁵⁶ Bloch cité dans Flichy, P. (2003). *L'innovation technique - Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, La Découverte, Paris, p. 47.

⁵⁷ Braudel cité dans Flichy, P. (2003). *L'innovation technique - Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, La Découverte, Paris p. 48.

résoudre (*le bluff technologique*). De ce fait, la technique est arrivée à un tel point d'évolution qu'elle se transforme et progresse à peu près sans intervention décisive de l'homme. « En réalité, déclare Ellul, la technique s'engendre elle-même. Lorsqu'une forme technique nouvelle paraît elle permet et conditionne plusieurs autres⁵⁸ ».

Comment s'effectue la progression de la technique? Ellul nous dit que « ce ne sont plus les conditions économiques ou sociales, ni la formation intellectuelle; ce n'est plus le facteur humain qui est déterminant, mais essentiellement la situation technique antérieure. Lorsque telle découverte technique a lieu, il s'ensuit presque par nécessité telles autres découvertes. L'intervention humaine dans cette succession apparaît comme occasionnelle et ce n'est plus un homme déterminé qui seul pouvait faire ce progrès, mais n'importe qui suffisamment au courant des techniques peut faire une découverte valable qui succède raisonnablement aux précédentes et qui annonce raisonnablement la suivante⁵⁹ ».

La technique s'alimente d'elle-même. Elle n'a même plus besoin d'une fin en dehors de son propre développement. La technique forme un processus *mécanique*. Elle est lancée comme un vaisseau spatial que l'on n'arrête pas et qui fonce et emporte ceux qui sont montés à son bord. Elle est devenue indifférente à l'existence de l'homme, indifférente à la Vie, alors qu'elle avait été pensée et conçue pour la servir. James Lovelock décrit une planète terre, congestionnée par la technique, comme « un vaisseau spatial lancé dans une course folle, voyageant pour l'éternité, sans pilote et sans but, sur une orbite basse du système solaire⁶⁰ ».

1.1.2.4 L'unité

Au-delà de l'usage que l'on peut faire de la technique, celle-ci présente des caractéristiques identiques. En effet, à travers une analyse délicate des traits de la technique, nous pouvons constater que toutes les parties du phénomène technique sont ontologiquement liées. Autrement dit, sous l'extrême diversité de ses apparences et de ses usages, la technique cache une unicité profonde et une identité unique. « Le phénomène technique englobant les

⁵⁸ Ellul, J. (1990), p. 81.

⁵⁹ Ibid., p. 84.

⁶⁰ Lovelock cité dans Latouche, S. (1995), p. 41.

différentes techniques forme un tout. Cette unicité de la technique nous est visible déjà lorsque nous constatons à l'évidence que le phénomène technique présente partout et essentiellement les mêmes caractères. Il est inutile de chercher des différenciations, qui existent d'ailleurs, mais secondairement : en réalité, nous sommes en présence de traits communs, tellement nets qu'il est très facile de discerner ce qui est phénomène technique et ce qui ne l'est pas⁶¹ ».

L'exemple de la bombe atomique, très cher à Ellul (emprunté à son ami Bernard Charbonneau), permet d'explicitier cette idée. Selon lui, les caractéristiques des techniques de guerre et celles de paix sont identiques. Il estime qu'on n'aura pas pu découvrir les moteurs atomiques et l'énergie atomique sans créer la bombe. « Il n'y a pas des techniques de paix et des techniques de guerre, en dépit de ce que pensent les bonnes gens. [...] Il y a le phénomène technique qui présente une redoutable unité dans toutes ses parties et dont on ne peut rien retrancher. La bombe atomique a été créée avant le moteur atomique⁶². » Cet exemple est aussi valable pour la majorité des caractéristiques, notamment celle de l'autonomie de la technique à l'égard de l'éthique.

1.1.2.5 L'ambivalence

L'idée de l'ambivalence de la technique est loin d'être nouvelle⁶³. La technique, nous dit Ellul, se caractérise par son ambivalence dans la mesure où elle n'est pas neutre, mais porteuse d'effets négatifs et positifs indépendamment de son usage. « Le développement de la technique n'est ni bon, ni mauvais, ni neutre, mais il est fait d'un mélange complexe d'éléments positifs et négatifs [...] il est impossible de dissocier ces facteurs de façon à obtenir une technique purement bonne [...] il ne dépend absolument pas de l'usage que nous faisons de l'outillage technique d'avoir des résultats exclusivement bons⁶⁴. » De même, dans son livre *Repenser la technique*, Andrew Feenberg souligne « Bien sûr, la technique peut arraisonner et coloniser ; mais elle peut aussi libérer des potentialités du monde vécu qui

⁶¹ Ellul, J. (1990), p. 88.

⁶² Ibid., p. 91.

⁶³ Voir l'extraordinaire dialogue entre le roi Thamos et Theuth, inventeur de l'écriture tel que rapporté dans le *Phèdre* de Platon et qui traduit parfaitement la nature ambivalente de la technique.

⁶⁴ Ellul, J. (1988). *Le bluff technologique*, Hachette Littératures, p. 93.

autrement seraient restées réprimées. Elle est ainsi fondamentalement ambivalente, ouverte à des formes de développement très différentes⁶⁵ ».

Ainsi il n'est pas possible d'orienter l'usage de la technique, parce que prétendre que ce n'est pas la technique qui est mauvaise, mais l'usage que l'homme en fait, c'est méconnaître résolument la réalité technique. Une telle attitude est, selon Heidegger, source d'aliénation (la thèse de Heidegger sera largement discutée dans la section prochaine). Il déclare « Quand cependant nous considérons la technique comme quelque chose de neutre, c'est alors que nous lui sommes livrés de la pire façon : car cette conception, qui jouit aujourd'hui d'une faveur toute particulière, nous rend complètement aveugles en face de l'essence de la technique⁶⁶ ».

1.1.2.6 L'universalité

L'universalisme technique se présente selon Ellul sous deux aspects: géographique et qualitatif. Géographique dans la mesure où la technique se propage progressivement, pays après pays, et son aire d'action s'identifie avec le monde. « Dans tous les pays, écrit-il, on tend à appliquer les mêmes procédés techniques, quel que soit le degré de « civilisation ». Même quand les hommes ne sont pas complètement assimilés, ils peuvent déjà utiliser les instruments que la technique leur met en mains. Ils n'ont pas besoin d'être devenus des Occidentaux : la technique n'a pas besoin pour son utilisation d'un homme « civilisé » ; quelle que soit la main qui l'utilise, la technique produit son effet plus au moins totalement, cela va sans dire, selon que l'homme y est plus ou moins totalement absorbé⁶⁷ ». Ainsi, le mouvement technique n'a pas besoin d'un milieu de civilisation similaire pour se propager. Désormais, la technique s'impose quelque soit le milieu.

Qualitativement, c'est dans le sens que la technique a un effet destructif sur les civilisations traditionnelles. Ellul utilise le terme « qualitatif » pour rendre compte des dégâts consécutifs à la confrontation entre les principes des civilisations traditionnelles et ceux du système

⁶⁵ Feenberg cité dans Latouche, S. (1995), p. 9.

⁶⁶ Heidegger, M. (2006), p. 10.

⁶⁷ Ellul, J. (1990), p. 107.

technicien. « Cette invasion, déclare-t-il, ne produit pas une simple addition des valeurs nouvelles à des valeurs anciennes, ne coule pas une matière nouvelle dans une forme qui subsiste. On ne met pas de vin nouveau dans les vieilles outres; les vieilles outres sont en train d'éclater. Ces vieilles civilisations s'effondrent au contact de la technique⁶⁸. »

Ainsi, Ellul nous met en garde contre l'effet de cette invasion technique. Selon lui, on ne mesure pas combien ses effets sont plus redoutables lorsque la technique est implantée dans un milieu étranger et qu'elle y apparaît dans toute sa puissance du premier coup. Le constat est que « tous les peuples du monde vivent aujourd'hui dans un déchirement culturel, provoqué par les conflits et les discussions internes résultant de la technique⁶⁹ ». La technique « dissocie les formes sociologiques, détruit les cadres moraux, fait exploser les tabous sociaux ou religieux, désacralise les hommes et les choses, réduit le corps social à la collection d'individus⁷⁰. »

C'est dans cette mesure que l'universalisme technique se traduit, selon Ellul, par une civilisation technique. Il écrit: « Cela signifie que la technique qui prend l'homme pour objet est bien au centre de la civilisation, et nous voyons cet extraordinaire événement, qui semble n'étonner personne, formulé fréquemment en désignant la « civilisation technique ». La formule est exacte, il faut en mesurer l'importance : civilisation technique cela signifie que notre civilisation est construite par la technique (fait partie de la civilisation uniquement ce qui est l'objet technique, qu'elle est construite pour la technique (tout ce qui est dans cette civilisation doit servir à une fin technique, qu'elle est exclusivement technique (elle exclut tout ce que ne l'est pas ou le réduit à sa forme technique)⁷¹.»

Nous avons présenté dans la première partie de ce chapitre l'analyse Ellulienne de la domination technique. Ellul conçoit la technique comme un système. Il décrypte ce système grâce à une étude minutieuse des caractéristiques intrinsèques de la technique moderne. Cette réflexion sera complétée, dans ce qui suit, par une deuxième analyse, celle de

⁶⁸ Ibid., p. 110-111.

⁶⁹ Ibid., p. 112.

⁷⁰ Ibid., p. 115.

⁷¹ Ibid., p. 116.

Martin Heidegger. Ce dernier rejoint Ellul, d'abord, sur le constat général, celui de la domination technique mais aussi sur certains éléments méthodologiques et conceptuels. Cela dit, leurs univers analytiques demeurent complètement distincts.

1.2 Martin Heidegger : le règne technique

La réflexion que réalise Martin Heidegger (1889-1976) est complètement différente, dans le cheminement, de celle de Jacques Ellul. Toutefois, elle aboutit au même dénouement à savoir le déterminisme technique. Dans la première page de son essai, *La question de la technique*, il déclare : « Nous questionnons au sujet de la technique et voudrions ainsi préparer un libre rapport à elle. Le rapport est libre, quand il ouvre notre être (Dasein) à l'essence (Wesen) de la technique⁷² ».

La technique est partout. Elle est présente dans les différentes sphères de l'activité humaine. Elle est tellement près de nous que nous ne prenons pas le temps de se nous poser la question : « Qu'est-ce que la technique ? » Pourquoi une telle attitude par rapport à la technique ? Parce que, nous dit Heidegger : « Il est à présumer que le besoin de mettre en question la technique moderne dépérit dans l'exacte mesure où la technique met plus décisivement son empreinte et règne plus exclusivement sur les phénomènes de l'univers et sur la place qu'y occupe l'homme⁷³ »

Parce que la technique imprègne nos habitudes et nos activités de tous les jours, parce qu'elle *règne sur les phénomènes de l'univers*, elle apparaît comme une évidence et l'évidence suscite généralement peu d'interrogations. L'évidence selon laquelle la technique est considérée comme un outil, un instrument, un moyen qui permet à l'homme d'aboutir à ses fins. Heidegger reproche à cette thèse courante et superficielle de la technique sa conception instrumentale et anthropologique. Il déclare : « La représentation courante de la technique, suivant laquelle elle est un moyen et une activité humaine, peut donc être appelée la

⁷² Heidegger, M. (2006). *Essais et conférences - La question technique*, Gallimard, Paris, p.9.

⁷³ Heidegger, M. (1976). *La fin de la philosophie et la tâche de la pensée*, Questions IV, Paris, p. 116.

conception instrumentale et anthropologique de la technique⁷⁴ ». Instrumentale, parce que la technique y est représentée comme étant un moyen pour atteindre ses fins. Anthropologique parce qu'elle est le résultat de l'activité humaine. Heidegger ne considère pas cette conception de la technique comme étant fautive, d'ailleurs il l'accepte, il estime seulement qu'elle n'atteint pas l'essentiel. Une telle analyse se limite à décrire la technique par les choses techniques. Procéder de la sorte n'explique en rien ce qu'est la technique en son essence.

1.2.1 L'essence de la technique

« La technique n'est pas la même chose que l'essence de la technique⁷⁵ ».

Selon Heidegger, la technique est plus qu'un simple instrument permettant d'aboutir à des fins. Dans son manuscrit *Qu'appelle t-on penser ?*, il affirme : « La technique moderne ne repose ni sur ni dans le fait que des moteurs électriques, des turbines, et autres machines du genre, sont en service, car tout ce qui est de ce type n'a pu s'installer qu'autant que l'essence de la technique moderne avait déjà établi sa domination. [...] L'essence de la technique moderne n'est rien d'humain. L'essence de la technique n'est avant tout rien de technique. L'essence de la technique a son lieu dans ce qui dès longtemps et avant toute autre chose donne à penser⁷⁶ ».

C'est à partir de là que Heidegger détache la technique de sa conception instrumentale et anthropologique. Pour se rapprocher de l'essence de la technique, il faut s'interroger, selon lui, sur le caractère instrumental lui-même. Ce n'est qu'en s'interrogeant du côté de l'instrumentalité que nous pourrions nous rapprocher de l'essence de la technique. « La conception instrumentale de la technique, bien qu'exacte, ne nous révèle donc pas son essence. Afin de parvenir jusqu'à celle-ci ou du moins nous rapprocher il nous faut achever le

⁷⁴ Heidegger, M. (2006). *Essais et conférences - La question technique*, Gallimard, Paris, p 10.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 9.

⁷⁶ Heidegger, M. (1959). *Qu'appelle t'on penser ?*, P.U.F. collection Épiméthée, Paris, p 93.

vrai à travers l'exact. Il nous faut demander : qu'est-ce que le caractère instrumental lui-même ? De quoi relèvent des choses telles qu'un moyen et une fin ?⁷⁷ »

Mais comment s'interroger sur l'instrumentalité de la technique ? Selon Heidegger « ce qu'est la technique, représentée comme moyen, se dévoilera lorsque nous aurons ramené l'instrumentalité à la quadruple causalité. [...] Aussi longtemps que nous n'attaquons pas ces questions, la causalité, et avec elle l'instrumentalité, et avec celle-ci la conception courante de la technique, demeurent obscures et flottantes⁷⁸. » Quatre types de causalité sont à prendre en considération⁷⁹ : la *causa materialis* (qui est la matière avec laquelle on fabrique le produit), la *causa formalis* (la forme dans laquelle entre la matière), la *causa finalis* (qui est la fin pour laquelle le produit est conçu) et finalement, la *causa efficiens* (celle qui produit l'effet). Ces quatre causes représentent les modes de faire-venir, c'est par quoi ce qui est caché, non présent, arrive à l'état de non caché, à la présence. Ce passage de l'état caché à celui de non caché, du non présent à la présence, c'est ce que Heidegger appelle le *dévoilement*.

1.2.2 Le dévoilement

Heidegger estime que seul le « dévoilement » permettra d'avoir un « rapport libre » à la technique, qui s'adresse à nous à partir de sa propre essence. Il écrit : « Ainsi la technique n'est pas seulement un moyen : elle est mode de dévoilement. Si nous la considérons ainsi, alors s'ouvre à nous, pour l'essence de la technique un domaine tout à fait différent. C'est le domaine du dévoilement, c'est-à-dire de la vérité⁸⁰. »

Mais le dévoilement se demande Heidegger, est-il identique dans la technique artisanale et dans la technologie moderne ? La réponse est non. Le mode de dévoilement de la technique artisanale est complètement différent de celui des autres techniques modernes⁸¹. Le mode de

⁷⁷ Heidegger, M. (1958). Essais et conférences - La question technique, Gallimard, Paris, p 12.

⁷⁸ Ibid., p. 12.

⁷⁹ Heidegger emprunte les quatre formes de causalité à la philosophie Grecque et principalement à Aristote.

⁸⁰ Heidegger, M. (1958), p. 18.

⁸¹ Heidegger réalise une distinction entre technique artisanale et technique moderne. Selon lui, ce qui distingue les objets de la technique moderne des autres, c'est le fait que la plupart sont motorisés, dans le sens qu'ils possèdent en eux la source de leur propre mouvement. Ce mouvement, mécanique et électrique, se déroule principalement à l'intérieur d'un système. Ce point est amplement discuté dans le cadre de la deuxième question.

dévoilement de la technique artisanale est un *laisser être* ou un *prendre soin* alors que la technique moderne est une *provocation* par laquelle la nature est mise en demeure. Pour mieux comprendre, prenons un exemple illustré par Heidegger et qui indique bien cette différence essentielle.

La culture des champs autrefois, pour un paysan, la culture de la terre signifiait *entourer de haies et entourer de soins*. Cultiver ne voulait pas dire provoquer la terre cultivable. Naguère, le paysan se contentait de semer le grain et de laisser faire les forces de la nature. Aujourd'hui, l'agriculture est devenue une industrie d'alimentation motorisée. La science exacte de la nature est désormais indispensable à l'agriculture industrielle.

À travers cet exemple, sélectionné parmi d'autres, Heidegger présente la technique moderne comme une *provocation*. Celle-ci n'est pas un *jaillissement spontané de l'être, un laisser-être*, mais une provocation, une manipulation volontaire dans un but d'optimisation. Ce dévoilement provocant n'est pas, selon lui, un phénomène purement humain. Certes, l'homme est celui qui réalise la provocation, mais il le fait comme un acteur jouant un rôle et se laissant *interpeller* par ce rôle. Heidegger l'exprime comme suit : « Le dévoilement qui régit complètement la technique moderne a le caractère d'une interpellation (Stellen) au sens d'une provocation. Celui-ci a lieu lorsque l'énergie cachée dans la nature est libérée, que ce qui est ainsi obtenu est transformé, que le transformé est accumulé, l'accumulé et à son tour réparti et le réparti à nouveau commué. Obtenir, transformer, accumuler, répartir, commuer sont des modes de dévoilement. Mais celui-ci ne se déroule pas purement et simplement. Il ne se perd pas non plus dans l'indéterminé. Le dévoilement se dévoile à lui même ses propres voies, enchevêtrées de façons multiples, et il se les dévoile en tant qu'il se les dirige. La direction elle-même, de son côté, est partout assurée. Direction et assurance (de direction)⁸² sont même les traits principaux du dévoilement qui provoque⁸³ ».

⁸² C'est Heidegger qui met les parenthèses.

⁸³ Heidegger, M. (1958). Essais et conférences - La question technique, Gallimard, Paris, p. 22.

1.2.3 L'arraisonement

Le déterminisme technique prend forme, chez Heidegger, sous le terme *Arraisonement*. Autrement dit, la technique moderne en tant que mode de dévoilement provoquant et d'interpellation est un arraisonement (*Gestell*). Il écrit « Arraisonement (*Ge-stell*) : ainsi appelons nous le rassemblement de cette interpellation (*Stellen*) qui requiert l'homme, c'est-à-dire qui le provoque à dévoiler le réel comme fonds dans le mode de commettre. Ainsi appelons-nous le mode de dévoilement qui régit l'essence de la technique moderne et n'est lui-même rien de technique⁸⁴ ».

Il s'agit ici d'un élément central de la position de Heidegger. L'arraisonement constitue l'essence de la technique. Ainsi, ce qui est dangereux dans l'avènement de la technique, ce n'est pas tant l'usage que l'on en fait, que ce qu'elle contient dans son essence. Or, l'essence de la technique, c'est la puissance *d'arraisonement* de la Nature. La technique, comme le policier, arrête, inspecte, ar-raisonne au sens où elle soumet à la raison, qui est d'abord celle de la science occidentale. Elle exige de la Nature qu'elle donne sa raison et tente par là de la *soumettre*.

En d'autres termes, et contrairement à la conception instrumentale et anthropologique de la technique, l'essence de la technique, qui n'est pas technique, n'est pas sous le contrôle des Hommes, c'est l'arraisonement qui tient l'homme en son pouvoir. « Il y a longtemps, nous dit Heidegger, que les puissances qui, en tout lieu et à toute heure, sous quelque forme d'outillage ou installations techniques que ce soit, accaparent et pressent l'homme, le limitent ou l'entraînent, il y a longtemps, dis-je, que ces puissances ont dérobé la volonté et le contrôle de l'homme, parce qu'elles ne procèdent pas de lui⁸⁵ ». Heidegger se distingue d'Ellul et va jusqu'à prétendre que la technique menace l'homme dans son être, autrement dit sa nature humaine. Il déclare : « La menace qui pèse sur l'homme ne provient pas en premier lieu des machines et appareils de la technique, dont l'action peut éventuellement être mortelle. La menace véritable atteint l'homme dans son être. Le règne de l'Arraisonement

⁸⁴ Ibid., p. 27.

⁸⁵ Heidegger, M. (1976). *Sérénité*, in *Questions III et IV*, Gallimard, Paris, p. 142.

nous menace de l'éventualité que l'homme puisse être refusé de revenir à un dévoilement plus originel et d'entendre ainsi l'appel d'une vérité plus initiale⁸⁶. »

Selon cette interprétation, la technique est une force aveugle qui ne peut être maîtrisée. En effet, dans la mesure où la technique règne sur l'univers elle paralyse toute démarche visant à la mettre en question. « Il est à présumer, nous dit Heidegger, que le besoin de mettre en question la technique moderne dépérit dans l'exacte mesure où la technique met plus décisivement son empreinte et règne plus exclusivement sur les phénomènes de l'univers et sur la place qu'y occupe l'homme⁸⁷. » Ainsi, Heidegger s'inscrit dans un déterminisme technique aussi radical que celui d'Ellul qui pense que la technique évolue selon sa propre logique pour former un système technique mais il n'estime pas qu'elle ne soit pas maîtrisable.

Système technique ou règne technique, les deux principales thèses du déterminisme technique présentent, selon l'expression de Janicaud, une vision destinale du phénomène technique et scientifique dans ses formes de puissance actuelles. « Pour Heidegger, déclare Janicaud, la technique est en effet un dispositif (on traduit en général le mot allemand *Gestell* par « arraisonnement » mais « dispositif » me paraît plus approprié), une nouvelle disposition par rapport aux choses et aux manières de les organiser. Elle est donc décisive pour tous les aspects de la vie et d'une certaine façon totalitaire, car elle décide de notre attitude à l'égard des choses-, elle est en somme destinale car personne ne peut vraiment y échapper. [...] C'est là que Heidegger rejoint Ellul (sans le savoir, bien sûr, car ces deux penseurs se sont ignorés), tous les deux prenant conscience du fait qu'au-delà du pessimisme ou de l'optimisme, la technique représente un phénomène global et spécifique, qui pose un problème de civilisation tout à fait nouveau et face auquel nous devons absolument repenser nos attitudes et nos comportements⁸⁸. »

⁸⁶ Heidegger, M. (1958). Essais et conférences - La question technique, Gallimard, Paris, p. 37-38.

⁸⁷ Heidegger, M. (1976). La fin de la philosophie et la tâche de la pensée, Questions IV, Paris, p. 116.

⁸⁸ Janicaud, D., dans Bayle et Scheps (1994). L'empire des techniques, Éditions du Seuil, p. 221.

1.3 Les partisans du déterminisme technique

On détecte l’empreinte du déterminisme technique dans les écrits de plusieurs sociologues et philosophes. C’est le cas de certains travaux de l’école de Francfort qui, sous l’égide de Theodor Adorno (1903-1969), Herbert Marcuse (1898-1979) et Max Horkheimer (1895-1973), fondateurs de la théorie critique, dénoncent l’utilisation de la technique comme moyen de domination sociale. Dans son livre *L’homme unidimensionnel*, Herbert Marcuse note : « Ce que j’essaie de montrer, c’est que la science, en vertu de sa propre méthode et de ses propres concepts, a projeté un univers au sein duquel la domination sur la nature est restée liée à la domination sur les hommes et qu’elle l’a aidé à se développer et ce lien menace d’être fatal à cet univers dans son ensemble. Comprise et maîtrisée par la science, la nature apparaît dans l’appareil technique de destruction qui assure et facilite l’existence des individus et qui en même temps les assujettit à ceux qui sont les maîtres de l’appareil. Ainsi se mêlent la hiérarchie rationnelle et la hiérarchie sociale⁸⁹ ».

Des grandes similitudes sont aussi à observer dans les travaux du philosophe économiste Friedrich Hayek (1899-1992). Celui-ci prétend que la technique et son faiseur (l’ingénieur) ont leurs propres lois objectives qui vont au-delà des choix et des représentations sociales. Il écrit : « Tant qu’il s’agit de son problème, l’ingénieur ne participe pas à un processus social dans lequel d’autres peuvent prendre des décisions indépendantes, mais il vit dans un monde séparé qui lui est propre. [...] Il n’a pas à chercher quelles sont les ressources disponibles ni connaître l’importance relative de divers besoins. [...] On lui a donné des connaissances sur la propriété des choses qui ne changent nulle part ni à aucun moment et qui sont indépendantes d’une situation humaine particulière⁹⁰. »

Dans une perspective analogue à celle de Heidegger, Guy Dénéliou (1980) présente l’ensemble des produits techniques comme une nouvelle division de la nature. Selon lui, le « règne machinal » succéderait au règne humain, après le règne minéral, le règne végétal et le règne animal. Il s’agit d’un véritable stade d’évolution. Dans un passage associant le règne

⁸⁹ Marcuse, H. (1968). *L’homme unidimensionnel*. Essai sur l’idéologie de la société industrielle avancée, Coll. «Arguments 34», Éditions de Minuit, Paris, p. 189

⁹⁰ Hayek, F. (1953). *Scientisme et sciences sociales*, Plon, Paris, p.p. 113-114.

technique de Heidegger et le règne machinale de Déníelou, J.P. Séris (1994) écrit : « On pourrait parler d'un règne technique comme on parle d'un règne végétal et animal. Ce règne a sa morphologie propre. Ne se bornant pas à la concurrencer, cette morphologie tranche sur celle de la nature : elle donne forme à des fonctions inouïes, à des rêves ; elle ne connaît pas les limites dimensionnelles, quantitatives, de la pure nature⁹¹. »

Bien qu'aujourd'hui le déterminisme technologique soit présumé « politiquement incorrect » par certains sociologues, qui considèrent son sort comme définitivement réglé, d'autres économistes ainsi que de nombreux philosophes et historiens de la technique considèrent que la pensée d'Ellul n'a rien perdu de son actualité et ne fait que se confirmer à travers le temps.

Parmi ces disciples, on compte le philosophe belge Gilbert Hottois (1946-) qui, suite à Ellul, développe le concept de la « technoscience⁹² ». Ce terme montre que les sciences et les technologies sont profondément enchevêtrées et se renforcent mutuellement (voir ci-dessus). On désigne aussi l'économiste français Serge Latouche (1940-) qui, dans un livre dédié à la mémoire de Jacques Ellul, substitue le concept de la « mégamachine » au concept du « système technicien ». Il écrit : « Une société où un tel système technicien existe ne peut plus se *détechniciser* : le phénomène est irréversible du fait de l'auto-accroissement de la technique. Le système technicien ne consiste pas seulement dans le fait que la technique forme un système, mais encore dans le fait que ce système englobe la totalité de l'espace de vie : il est une *mégamachine*⁹³. »

Enfin, notons que l'influence de la technique sur la société a été aussi interprétée d'une manière plus souple. Les partisans de cette pensée reconnaissent le caractère systématique et déterminant de la technologie, mais ils refusent le caractère univoque et unidimensionnel que donnent Ellul et ses disciples à la relation entre technique et société.

⁹¹ Séris, J.-P. (1994). *La Technique*, PUF, p. 383.

⁹² La scientification de la technique et la technicisation de la science donnent lieu, selon Hottois, à la notion de « technoscience ».

⁹³ Latouche, S. (1995), p. 75.

La version la moins « hard » du déterminisme technologique est celle qui considère qu'il y a toujours un choix technologique à faire et qu'il appartient donc à la société de choisir et non pas à la technologie de s'imposer. C'est *le déterminisme maîtrisable*. Valenduc (2005) résume bien la notion du choix technologique. Il explique que « par rapport à un ensemble donné de problèmes, que ce soit dans la sphère politique ou dans la sphère économique, il existe le plus souvent diverses options technologiques, qui doivent faire l'objet d'un choix par les décideurs. Les options technologiques en présence doivent être analysées et comparées, non seulement selon les critères financiers ou économiques, mais aussi du point de vue de leurs impacts sur les diverses composantes de la société et de leurs conséquences à long terme. ⁹⁴ »

À travers ses institutions, la société peut exercer une certaine influence sur les orientations technologiques tout en tenant compte des impacts de ces options sur les diverses composantes de la société. Cela étant, la notion du déterminisme technologique émerge dans la mesure où la société subira sûrement les conséquences de la technique adoptée. Dès lors, deux scénarios se présentent. Soit que le choix produira des effets pervers considérables ce qui entraîne une remise en cause et par la suite un écartement pour s'orienter vers d'autres options (un autre choix). Soit que les effets positifs de ces orientations technologiques dépassent largement les effets négatifs et donc se contentent de mesures curatives pour les minimiser.

1.4 Le déterminisme technique en milieu de travail

Certains auteurs estiment que la question du progrès technique est à la source de la sociologie du travail. Dans une synthèse qui trace l'histoire de cette discipline, Erbès Seguin écrit : « La première vague d'automatisation de la production, au cours des années cinquante, a servi de point de départ à la réflexion sociologique sur le travail ⁹⁵ ». En effet, l'organisation scientifique du travail orchestrée par F.W.Taylor entraîne une importante vague de littérature qui essaye de démontrer que la structure organisationnelle et les formes d'organisation du

⁹⁴ Valenduc, G. (2005). La technologie, un enjeu de société. Au delà du déterminisme technologique et du constructivisme social, Academia Bruyant, p. 25.

⁹⁵ Erbès-Seguin, S. (1999). La sociologie du travail. Collection Repères 257, La Découverte, Paris, p. 20.

travail sont fortement déterminées par l'intensité et la nature de la technique : « La phase technologique taylorienne, écrit Salerni, a structuré une culture du type déterministe, fondée sur l'indépendance de l'évolution technique et sur l'idéologie de sa neutralité et de son objectivité⁹⁶ ».

C'est dans ce contexte qu'il est possible de diagnostiquer les prémices de la sociologie industrielle américaine. Elton Mayo, précurseur dans ce domaine, critique dans les années 40 (fin des années trente) une organisation du travail dominé par la logique rationnelle et technique. Le courant de pensée porté par Mayo connu sous le nom de l'école des relations humaines⁹⁷ introduit la dimension sociale dans l'analyse de la dynamique organisationnelle et oppose le caractère social de l'organisation au système technique engendré par l'introduction intensive des machines. La critique de la rationalisation du travail et l'analyse du rapport de domination entre travail et technique ont longtemps alimenté les travaux de la sociologie industrielle américaine.

Dans les mêmes années (ou presque), les pères fondateurs de l'école française de la sociologie du travail⁹⁸ ont aussi mis en évidence le rapport étroit entre le progrès technique et l'organisation du travail. Georges Friedmann et Pierre Naville expliquent dans le premier *Traité de la sociologie du travail* (1961-1962) l'impact de l'automatisation sur la structure organisationnelle et la disqualification des employés (« dégradation de l'habileté professionnelle » pour reprendre l'expression de Friedmann). Les deux auteurs sont d'accord pour dire que le progrès technique détermine le type d'organisation qu'adoptera l'entreprise. Cependant, le déterminisme technique diagnostiqué par Friedmann et Naville est souvent nuancé : le premier estime qu'il y a toujours une place au choix dans le progrès technique, le deuxième affirme à maintes reprises que la hiérarchie de l'entreprise est « socialement et non techniquement déterminée ».

Les années 70-80 se caractérisent, des deux côtés, francophone et anglo-américain, par une ouverture sur d'autres thématiques qui laissent entendre une volonté d'élargir les frontières

⁹⁶ Salerni, D. (1979). Le pouvoir hiérarchique de la technique, sociologie du travail, janvier 1979, p. 30.

⁹⁷ Mayo, E. ; Maslow, A. ; McGregor, D. et Herzberg, F. sont les figures de ce courant de pensée

⁹⁸ Georges Friedmann (1902-1977), Pierre Naville (1904-1993) et Alain Touraine (1925-)

de l'analyse. Le déterminisme technique perd de son aura et les travaux portent sur des thématiques qui concernent davantage les comportements au travail (Linhart, 1981), les relations du pouvoir dans les organisations (Crozier et Friedberg, 1977), l'identité au travail (Durand, 1971; 1980; Sainsaulieu, 1984; Bernoux, 1985), la conscience ouvrière (Kern et Schumann, 1970; Borzeix, 1980; Sergrestin, 1986), etc. L'ensemble de ces travaux insiste sur le fait que l'évolution des modes de travail et d'organisation n'est pas uniquement liée à la domination par les systèmes techniques et qu'il s'avère plus pertinent de les inscrire dans une dimension socio-économique globale.

Au début des années 90, l'avènement et la démocratisation des TIC dans les entreprises réaniment les thèses déterministes dans le milieu organisationnel (Crowston et al, 1986; Minsky, 1988; Drucker, 1988; Bili et Rivard, 1989; Lévy, 1990; Paulré, 1993). Dans une étude sur l'introduction des TIC dans les entreprises (dites contemporaines), Paulré note : « Ces investissements (matériels et immatériels [...]) doivent évidemment être considérés comme la manifestation d'une volonté de rationalisation technique et instrumentale qui tend à réduire une organisation à son organisation⁹⁹ ». De même, le sociologue Manuel Castells, spécialiste de « l'ère de l'information », écrit dans son ouvrage *La société en réseaux* (1998) : « La flexibilité des procédés de fabrication et des marchés du travail, organisée par l'entreprise en réseau grâce aux technologies de l'information, transforme profondément les relations sociales de production héritées de l'industrialisme pour faire naître un nouveau modèle de travail flexible¹⁰⁰ ». Ainsi, l'introduction de ce nouveau dispositif technique, les NTIC, amène encore une fois quelques auteurs sur le terrain du déterminisme. On parle alors de cyberentreprise (Champeaux et Bret, 2000), d'entreprise numérique (Isaac, 2000; kalika, 2000) et certains d'entre eux vont jusqu'à prétendre « la mort du management » pour annoncer un nouveau paradigme, celui de l' « e-management ». Michel Kalika écrit à ce sujet : « L'ensemble des modifications induites par Internet dans les circuits d'information de l'entreprise engendre des modifications très substantielles dans le management et l'on voit apparaître ce que *Henri Isaac* qualifie d'entreprise numérique. Ces modifications, qui s'appliquent tant aux outils de management qu'aux processus, peuvent être examinées, par

⁹⁹ Paulré, B. (1993). *L'entreprise et les pièges de la modernité : dysfonctionnements de la communication dans les entreprises contemporaines*, Quaderni. N.20, p.37.

¹⁰⁰ Castells, M. (1998). *L'ère de l'information*, Paris: A. Fayard, v. p., p. 306.

grandes fonctions ou en reprenant tour à tour les deux composantes essentielles du management, à savoir, la stratégie et l'organisation¹⁰¹ ». Le retour du déterminisme technique dans la sociologie du travail montre clairement que certains disciples ne sont pas en mesure d'accepter les objections qui ont été émises auparavant au sujet de cette analyse (Alsène, 1990).

Cette réhabilitation du déterminisme technique dans le discours savant se heurte très rapidement à des critiques parfois très virulentes. Muhlmann (2001) dénonce un « discours emphatique » qui rappelle des débats déjà anciens. Il écrit à ce sujet : « Des discours emphatiques sur la nouvelle informatique se multiplient, qui annoncent la révolution des modes de travail et d'organisation sous le coup des NTIC. Conformés à cette 'illusion informaticienne' (Pavé, 1989), de nombreuses publications ont déjà affirmé que les NTIC allaient avoir des effets organisationnels radicaux [...] Ce renouveau du déterminisme technique n'est pas sans rappeler des débats déjà anciens. À chaque vague d'informatisation les mêmes discours se répètent, qui font les caractéristiques de la nouvelle informatique allaient bouleverser de fond en comble les construits organisationnels¹⁰² ». Ici, le sort du déterminisme est résolu, le retour à ce débat est une forme de régression.

Enfin, plusieurs enquêtes récentes montrent comment les innovations technologiques (avec la désyndicalisation et la peur du chômage) sont une source d'intensification et/ ou de dégradation des conditions du travail (Askenazy, 2005; Green, 2004; Bué et Guignon, 2005). En effet, ces études réalisées auprès d'entreprises américaines et européennes montrent qu'il existe une très forte corrélation entre la nature et la densité du travail exercé, l'évolution des relations sociales en milieu de travail, d'une part, et l'innovation technico-organisationnelle, d'autre part (Askenazy, 2005). Par ailleurs, dans une étude intitulée « Informatique, organisation du travail et interactions sociales », Greean et Walkowiak (2005) montrent (chiffres et statistiques à l'appui) le lien positif qui existe entre l'usage de l'informatique et les caractéristiques organisationnelles innovantes du poste de travail. Cela dit, l'ensemble de

¹⁰¹ Kalika, M. (2000). Le management est mort, vive le e-management, *Revue Française de Gestion* 2000, n° 129, p. 68-69

¹⁰² Muhlmann, D. (2001). Des nouvelles technologies à l'image des vieilles organisations, *Sociologie du travail* 43, p. 327-328.

ces recherches projette la lumière sur la corrélation positive qui existe entre technique et travail sans épouser l'approche déterministe dans sa totalité.

De nos jours, les analyses qui prônent le déterminisme technique en milieu de travail sont de moins en moins présentées dans la littérature scientifique. On parle très souvent d'approche intégrative entre structure organisationnelle et objets techniques, un point sur lequel nous reviendrons dans la section quatre du chapitre trois.

1.5 Critiques du déterminisme technique

Nombreux sont les philosophes et les sociologues qui réfutent la thèse du déterminisme technologique. Ils estiment qu'il y a un glissement logique dans la pensée d'Ellul et que son déterminisme est tellement englobant qu'il enchaîne toute analyse particulière du développement technologique : « Là où l'on aperçoit que le mouvement technologique contemporain possède une inertie considérable, qu'il ne peut être dévié ou arrêté à peu de frais, qu'il est lourdement matérialisé dans la vie sociale, on tend à faire de la technique un facteur absolument autonome, au lieu d'y voir une expression de l'orientation d'ensemble de la société contemporaine ¹⁰³ ». Flichy (2003) considère que la thèse de Jaques Ellul « est aussi inadéquate pour rendre compte des rapports entre technique et société ¹⁰⁴ ». Il croit que celui-ci va au-delà du déterminisme technologique pour s'inscrire dans une logique qui dissout carrément le social dans le technique.

Dans un ouvrage *Comment naissent les techniques*, Perrin (1988) estime que l'approche en termes de système technique telle que présentée par Bertrand Gille et Jaques Ellul, est très réductrice par rapport à la réalité. « Elle ne permet pas dans de nombreux cas, selon Perrin, d'expliquer les raisons de la sélection d'une solution technique par rapport à une autre. En particulier cette approche, en isolant le système technique du système économique, ne permet pas de rendre compte du processus social de production de la technique ¹⁰⁵. »

¹⁰³ Castoriadis, C. (1992). *Technique*, Encyclopaedia Universalis, t.22, p. 125.

¹⁰⁴ Flichy, P. (2003), p. 37.

¹⁰⁵ Perrin, J. (1988). *Comment naissent les techniques : la production sociale des techniques*, Paris : Publisud, p. 35.

De son côté, Bruno Latour, l'un des principaux acteurs de l'approche socioconstructiviste de la sociologie des sciences et des techniques, déclare au sujet du déterminisme technique : « Personnellement, je n'ai jamais compris cet argument parce que, chaque fois que j'ai étudié une technique, j'ai vu pulluler les alternatives techniques, organisationnelles et humaines- pas forcément au niveau individuel, mais plutôt au plan institutionnel. Il suffit qu'une machine tombe en panne pour que l'on voie immédiatement pulluler les gens! Donc la technique n'est pas faite que de matière : elle est faite d'un ensemble de matière et de personnes dont la géométrie change selon que cela fonctionne ou pas. Il y a effectivement toute une école de pensée qui s'inquiète de la domination des techniques, mais il s'agit à mon avis de positions philosophiques non fondées sur des études empiriques. » Plus spécifiquement, et à propos de Jacques Ellul, il s'exprime ainsi : « Jacques Ellul constitue une assez bonne antinomie avec ce que je pense sur la question. L'idée d'un système technicien, par exemple, est une vue philosophique que ne repose, encore une fois, sur aucune étude empirique. Ce qui existe, ce sont les actions des gens pour essayer de rendre systématiques un certain nombre de relations. Avant d'être le cauchemar du moraliste, le système technique est un sujet, un rêve... ¹⁰⁶ ».

1.6 Conclusion

Nous avons exposé dans le cadre de ce chapitre la thèse du déterminisme technique. La compréhension de cette logique n'est sans doute pas possible sans l'examen des deux pensées majeures celles de Jacques Ellul et de Martin Heidegger. Ellul estime que la technique est autonome et qu'elle possède sa propre logique. À travers une analyse des caractéristiques extrinsèques de la technique moderne, l'automatisme du choix technique, l'autonomie, l'auto-accroissement, l'unité, l'ambivalence et l'universalité, il démontre que la technique forme un système technicien. Dans le même sens, Heidegger détache la technique de sa conception anthropologique et instrumentale et la décrit comme dévoilement qui arraisonne l'humain et finit par régner sur l'univers.

¹⁰⁶ Latour, B., dans Bayle et Scheps. (1994). L'empire des techniques, Éditions du Seuil, p. 176.

Après Copernic, Darwin et Freud, les tenants du déterminisme technique sont amenés à infliger une quatrième blessure narcissique et un coup supplémentaire à l'amour propre de l'humanité. Ainsi, face à la thèse déterministe de la technique, plusieurs voix se sont levées pour dénoncer un fatalisme absurde et un réductionnisme technique excessif. Dans une analyse assez complète et hétéroclite (sociologique, économique, historique et ethnographique) de la technique, Flichy nous dit que « L'histoire de la technique et de ses usages se construit selon trois lignes entremêlées : celles du hasard, de la nécessité et du vouloir humain, individuel et collectif¹⁰⁷ ». La technique doit être analysée dans un contexte socioculturel, institutionnel et organisationnel qui comprend plusieurs ressources, plusieurs types de connaissances et des réseaux d'influence qui se croisent. Un point de vue que nous exposons dans le cadre du deuxième chapitre.

¹⁰⁷ Flichy, P. (2003), p. 207.

CHAPITRE II

L'APPROCHE DU DÉTERMINISME SOCIAL : LA SOCIÉTÉ FAÇONNE LA TECHNIQUE

Pour appréhender le façonnage de la technique par la société, nous revisitons les principes du constructivisme social¹⁰⁸ et cela dans le cadre général de la sociologie des sciences et des techniques. Le constructivisme social est l'approche opposée au déterminisme technique. Les tenants de cette thèse prétendent que la technologie n'a pas d'existence autonome et qu'elle reste la matérialisation des rapports sociaux. « Si l'on demande pourquoi les techniques exercent des effets sur la société, écrit Vink, la réponse devient simplement : ce sont les rapports sociaux inscrits par certains dans la technique qui s'imposent aux autres. La technique n'est alors plus rien en elle-même. Elle n'est plus qu'une intermédiaire, une courroie de transmission de volonté, des représentations et des intérêts de certains par rapport à d'autres. Elle transmet les rapports sociaux, notamment les rapports de forces¹⁰⁹. »

Nous abordons cette problématique, la détermination de la technique par la société, sous le prisme de la sociologie des sciences et des techniques. Deux grandes mouvances se détachent nettement. La première, dite internaliste, est celle du *programme classique de la sociologie des sciences* (dit aussi modérée ou faible). Dans ce cas, « la sociologie s'occupe des énoncés relationnels, s'interdit l'étude des énoncés universels et s'en tient à l'examen des conditionnements des valeurs morales, de la structure sociale et des institutions scientifiques sur les activités et les productions des chercheurs. Bien qu'il y ait une influence de la science sur la société et de celle-ci sur la science, sur son rythme de développement, sur le choix des sujets à traiter, sur le contenu des travaux scientifiques, cette influence ne met pas en danger l'autonomie, l'objectivité, l'universalité, ni le caractère désintéressé de l'activité du savant ».

¹⁰⁸ Le constructivisme social, courant de sociologie contemporaine, a été initié principalement par Peter .L. Berger et Thomas Luckmann dans leur livre devenu classique *La construction sociale de la réalité*. À l'instar de la conception constructiviste développée en épistémologie, l'approche du constructivisme social envisage la réalité sociale et les phénomènes sociaux comme étant « construits », c'est-à-dire créés, institutionnalisés et, par la suite, transformés en traditions.

¹⁰⁹ Vink, D. (2007). *Sciences et société - Sociologie du travail scientifique*, Armand Collin, Paris, p.45.

Ainsi, *l'approche classique*, dont les contours ont été définis par le sociologue américain Robert King Merton, se concentre sur l'étude des aspects sociaux de l'organisation des sciences (analyse sociale des priorités de la recherche, les comportements et les attitudes à l'égard de la science, etc.) et laisse de côté les aspects cognitifs (les contenus et les aspects scientifiques, le choix des méthodes et des interprétations, etc.).

La deuxième mouvance, externaliste, est celle qui regroupe les deux approches suivantes : le *programme fort de la sociologie des sciences* et le *programme dur de la sociologie des sciences*. D'une manière générale, ces deux approches prétendent qu'« il n'y a pas un savoir objectif, l'universalité de la science est une illusion, de même que la notion de vérité. La sociologie doit traiter la science de la même façon que les connaissances communes ou ordinaires. L'autonomie de la science est un leurre, une parade politique ¹¹⁰ ». Les protagonistes du *programme fort* estiment qu'on ne peut pas dissocier l'activité cognitive et le contexte socioculturel, et considérer que les premiers relèvent de l'épistémologie, les seconds des sciences sociales. Les deux idées maîtresses de ce programme sont : le concept de « paradigme » de Kuhn et les quatre principes de Bloor. Dans une perspective analogue, les tenants du *programme dur (socioconstructivisme)* prétendent qu'il existe une forte relation entre les aspects sociaux et les aspects cognitifs qui, selon eux, sont indissociables et s'expliquent par les mêmes facteurs. Ce groupe se caractérise par une approche hyper-empirique dans l'étude des faits scientifiques, il privilégie l'observation des pratiques scientifiques dans les laboratoires de recherche. Nous examinons dans ce chapitre l'ensemble de ces approches et les principes qui les alimentent.

2.1 L'approche classique de la sociologie des sciences¹¹¹

Dans son ouvrage *Sciences et société* (2007), Dominique Vinck constate, à juste titre, que les premiers travaux en sociologie des sciences datent au moins du XVIII^e siècle. Des auteurs comme Condorcet, Comte et Marx ont suggéré « que l'émergence de la science est un phénomène social et historique singulier » et que « le système du savoir dépend de la

¹¹⁰ Busino, G. (1998), p. 6.

¹¹¹ Pour une synthèse complète, nous renvoyons aux ouvrages de Michel Dubois (1999; 2001)

structure sociale » (Vinck, 2006, p. 12). De même, Michel Dubois recense dans son *Introduction à la sociologie des sciences*¹¹² quelques tentatives sociologiques qui concernent le couple science-société et qui s'avèrent selon lui significatives au regard de l'actualité de la sociologie des sciences. Ainsi, il revient sur les travaux de Max Scheler (1926), Nikolai Bukharin (1931), Boris Hessen (1931) et John Desmond Bernal (1939), Ossowski & Ossowski et Znaniecki (1923 ; 1935) qui tracent les débuts de la sociologie des sciences modernes. L'ensemble de ces travaux ont étudié, chacun dans son coin, les rapports existant entre la pratique scientifique et le contexte social. Cela dit, quel que soient l'origine première de la sociologie des sciences et le nombre d'études qui ont porté sur cette problématique, une chose est certaine, c'est qu'elles ont toutes participé à l'émergence de recherches plus orientées et qui se situent sur une échelle mieux définie. La plus globale et significative est celle orchestrée par le sociologue, Robert King Merton.

2.1.1 Robert K. Merton : la structure normative de la science

Il est conventionnellement admis que les travaux du sociologue américain Robert King Merton (1910-2003) constituent le point de départ de la sociologie des sciences dite moderne. Dans un rapport officiel de la Columbia University Record, ce dernier est reconnu pour « sa fondation de la sociologie des sciences et pour ses travaux pionniers en matière d'étude de la vie sociale, et tout particulièrement ses analyses consacrées à la « prédiction créatrice » et aux conséquences inattendues de l'action sociale¹¹³. »

Merton estime que la pratique scientifique s'inscrit dans un cadre social relativement autonome et propre à elle-même. Le comportement des scientifiques est dirigé par des normes bien précises que l'auteur qualifie de « l'éthos de la science ». L'éthos scientifique comprend quatre impératifs qui sont : l'Universalisme, le Communalisme, le Désintéressement et le Scepticisme organisé¹¹⁴. À travers ces concepts, Merton fonde la conception générale de *La structure normative de la science*.

¹¹² Dubois, M. (1999), Introduction à la sociologie des sciences ; Dubois, M. (2001). La nouvelle sociologie des sciences.

¹¹³ Merton cité dans Dubois, M. (1999), p. 19.

¹¹⁴ Avec leurs compléments : la rationalité, l'utilitarisme, l'individualisme, le progrès améliorant. Nous traitons, dans le cadre de cette proposition, uniquement les quatre impératifs initiaux.

Afin de bien cerner l'approche normative de la science et de tracer l'évolution intellectuelle de Merton, nous proposons d'analyser ses principaux ouvrages et publications dans un ordre chronologique. Dans l'un de ses premiers manuscrits, intitulé *Science, technologie et société dans l'Angleterre du XVIIe siècle* (1938), Merton pose la question fondamentale suivante: quelle est l'origine de la révolution scientifique et technique qu'a vécue l'Angleterre à la fin du XVIIe siècle ? Comment expliquer un haut degré d'intérêt pour la science et la technologie en ce lieu et pendant cette période ?

Pour répondre à ces interrogations, Merton étudie la communauté scientifique anglaise, ses centres d'intérêt et ses orientations en termes de recherche en faisant le parallèle avec les sphères politique, économique et socioculturelle. La réponse suggérée s'articule sur deux niveaux. Premièrement sur un niveau général, il considère que ; « [...] les intérêts, motivations et comportements sociaux établis dans une sphère institutionnelle- disons celle de la religion ou de l'économie- entretiennent une relation d'interdépendance avec les intérêts, motivations et comportements sociaux établis dans d'autres sphères institutionnelles- notamment celle de la science. Un seul et même individu possède de multiples rôles et statuts sociaux : scientifique, religieux, économique et politique. Ces liens fondamentaux inhérents à toute structure sociale concourent à générer des relations entre des sphères institutionnelles distinctes [...] Celles-ci ne peuvent être que partiellement autonomes, jamais complètement¹¹⁵ ». Deuxièmement, d'un point de vue particulier, Merton confère « un sens religieux à l'investigation scientifique, l'éthos puritain dominant dans la société anglaise du XVIIe siècle stimule collectivement l'intérêt pour la démarche rationnelle et empirique que requiert l'investigation scientifique. Autrement dit, le puritanisme ne crée pas la science mais contribue à accélérer son développement de façon spectaculaire et donc « facilite » son institutionnalisation¹¹⁶. »

À travers cette affirmation, Merton se situe en continuité avec l'étude proposée par Max Weber selon laquelle l'éthique protestante a favorisé la légitimation de la science en tant qu'institution sociale. Merton ne désavoue pas cette affiliation, il note que « ce serait une

¹¹⁵ Merton cité dans Dubois (1999), p. 24.

¹¹⁶ Ibid., p. 24.

erreur de croire que la transformation des centres d'intérêts scientifiques est la conséquence du seul développement intrinsèque des diverses sciences. Rickert et Max Weber ont clairement identifié l'importance du phénomène du rapport aux valeurs pour l'activité scientifique, c'est-à-dire le fait que les scientifiques sélectionnent les problèmes à étudier en fonction de leurs rapports avec les valeurs et intérêts dominants du moment. La majeure partie de notre étude sera destinée à isoler les éléments extrascientifiques qui influencent, sinon déterminent, la centration de l'attention scientifique autour de certains champs d'investigation¹¹⁷. »

Au-delà de la concordance entre l'approche Mertonienne et Weberienne, nous assistons ici à un déplacement d'une problématique initialement épistémologique vers la sociologie. Selon Dubois, ce déplacement conduit progressivement Merton « à associer à la science- analysée comme sphère institutionnelle partiellement autonome- un ensemble de prescriptions normatives qui, par leur influence conjuguée, garantissent tant sa fonctionnalité que sa spécificité¹¹⁸. » En effet, dans les deux articles, *Science et ordre social* (1938) et *Science et technologies dans un ordre démocratique* (1942), Merton identifie explicitement un ensemble de normes qui forme plus tard l'éthos de la science. La science, note-t-il, est une institution qui repose sur un « ensemble de valeurs et de normes teintées d'affectivité censé exercer une influence contraignante sur l'homme de science. Ces normes sont exprimées sous la forme de prescriptions, proscriptions, préférences et permissions. Elles sont légitimées en termes de valeurs institutionnelles. Ces impératifs, transmis par le précepte et l'exemple et renforcés par le jeu de sanctions, sont à des degrés intériorisés par le scientifique¹¹⁹ ».

L'éthos scientifique se fonde sur quatre impératifs : 1/ *L'universalisme* : Il s'agit du caractère impersonnel et intersubjectif du savoir scientifique. L'universalisme « trouve son expression immédiate dans le canon (normes, règles, typologies) selon lequel toute vérité prétendant être telle, et quelle que soit sa source, doit être soumise à des critères de vérification et d'évaluation impersonnels, préétablis, et doit être conforme à l'observation et aux connaissances précédemment élaborées. Le refus ou l'acceptation d'un énoncé scientifique ne

¹¹⁷ Ibid., p. 25.

¹¹⁸ Ibid., p. 26.

¹¹⁹ Ibid., p. 27.

doit pas dépendre de caractéristiques personnelles ou sociales (race, nationalité, sexe, religions, classe)¹²⁰. » 2/ *Le communalisme* : cette norme se réfère au caractère public de l'activité scientifique. La science est le résultat d'un travail collectif qui appartient au public et qui est destiné au progrès de la société. Dans *Science et technologies dans un ordre démocratique*, Merton écrit : « La conception institutionnelle de la science comme élément du domaine public est liée à l'impératif de communication des résultats. Le secret est l'antithèse de cette norme ; la communication pleine et ouverte sa réalisation¹²¹. » 3/ *Le désintéressement* : cet impératif s'oppose à toute explication selon laquelle il existe une forme de motivation psychologique derrière le travail scientifique (altruisme, intégrité, égoïsme, par exemple). Le scientifique est censé œuvrer pour l'intérêt de la science et non pas pour son intérêt personnel. Cela dit, Merton est conscient que sous la pression de la compétition ou d'une volonté de réussite, le scientifique peut céder à des pratiques immorales (moyens illicites pour éliminer des rivaux, manipulation des données scientifiques pour atteindre certains résultats). Ainsi il déclare : « Sectarisme, coteries informelles, publications prolifiques mais triviales- ces techniques et d'autres peuvent être utilisées pour se grandir à peu de frais. Mais, de façon générale, les propositions spécieuses demeurent soit négligeables soit inefficaces. La traduction en pratique de la norme de désintéressement est soutenue par la nécessité pour les scientifiques de rendre compte de leurs recherches devant leurs pairs¹²². » 4/ *Le scepticisme organisé* : il s'agit de « l'obligation morale faite au scientifique de conserver une disponibilité intellectuelle permanente à la critique rationnelle ». Autrement dit, les chercheurs doivent se soumettre systématiquement à l'évaluation et à la révision de leurs acquis scientifiques.

Enfin, Merton s'est concentré sur l'étude des querelles entre les scientifiques lors de découvertes simultanées. Selon lui, les découvertes simultanées constituent un élément nécessaire mais non suffisant à ces querelles. Réfutant la thèse selon laquelle ses disputes peuvent s'expliquer par la nature humaine ou par la psychologie individuelle, il estime que celles-ci sont le résultat de l'influence des normes sociales. Il écrit que « l'indignation morale désintéressée est le signe annonçant la violation d'une norme sociale [...] Les conflits sur la

¹²⁰ Busino, G. (1998), p. 11.

¹²¹ Merton cité dans Dubois, M. (1999), p. 83.

¹²² Dubois, M. (1999), p. 85.

priorité constituent des réponses à ce qui est considéré comme étant des violations des normes institutionnelles de la propriété intellectuelle. » Quelques lignes plus tard, il ajoute : « La fréquence des disputes sur la priorité ne résulte pas des caractéristiques individuelles des scientifiques mais de l'institution scientifique qui définit l'originalité comme une valeur suprême et fait de la reconnaissance de cette originalité un problème majeur¹²³. »

L'analyse de la structure normative de la science, dans un premier temps, et l'étude des controverses dans le domaine scientifique, dans un deuxième temps, ont permis à Merton de relier certaines problématiques qu'il qualifie dans ses écrits de « stratégiques ». Parmi les travaux majeurs de Merton, nous citons aussi : *L'origine et la perception des découvertes multiples* (1973), *L'ambivalence des normes* (1973), *Les procédures d'évaluation des travaux scientifiques* (1971) et bien d'autres. Malgré le renouvellement de la discipline, la remise en cause de certains postulats et l'évolution de l'objet d'étude qui est la science, Robert. K. Merton est une référence incontestable dans la discipline.

2.2 Les partisans de l'approche classique de la sociologie des sciences

2.2.1 Le cercle des premiers partisans

Le cercle des premiers partisans de Merton englobe l'ensemble des travaux qui montrent une filiation explicite à la théorie de la structure normative de la science. Parmi les disciples, nous identifions : Harriet Zuckerman, Stephen Cole, Jerry Gaston et Jonathan Cole.

Dans une recherche intitulée, *Élites scientifiques. Les lauréats du prix Nobel aux États Unis* (1977), Zuckerman s'est concentrée sur l'étude des systèmes de récompenses scientifiques. Plus spécifiquement, elle analyse les traits comportementaux des scientifiques récompensés pour les situer, par la suite, dans une logique bien spécifique à l'intérieur de la communauté scientifique. Ainsi, Zuckerman constate que les lauréats du prix Nobel sont non seulement

¹²³ Merton cité dans Dubois, M. (1999), p. 28.

plus productifs que les chercheurs « ordinaires » mais ils sont aussi beaucoup plus précoces. Ces derniers ont aussi tendance à privilégier le travail entre lauréats.

Dans une perspective analogue, Gaston tente d'appréhender, sur la base d'une analyse comparative, les différences entre le système de récompense américain et le système de récompense anglais (1973). Gaston part d'un constat très simple : si les aspects sociaux d'une société influencent la pratique scientifique et particulièrement la gratification de cette pratique, alors la comparaison de deux pays mettra au jour le degré réel de détermination qu'acquière la dimension sociale.

De leur côté, Stephen Cole, Jonathan Cole prétendent, dans *Stratification sociale en science* (1967), que la compréhension du processus à l'origine des inégalités sociales au sein de la communauté scientifique permet de mieux comprendre la façon dont la science fonctionne en tant qu'institution sociale. Par ailleurs, les frères Cole se sont penchés sur des thèmes comme : le statut social du scientifique, la corrélation entre la quantité et la qualité de la production scientifique d'un chercheur et la relation entre l'inégalité sociale et pratique scientifique.

2.2.2 Le deuxième cercle des partisans

La particularité de ce cercle, c'est qu'il se détache légèrement de la conception Métonienne. On compte dans cette catégorie des sociologues tels que; Bernard Barber, Warren Hagstrom, Norman Storer, Diane Crane et Joseph Ben-David.

Tout en restant fidèle aux principes du programme Mertonien, Barber (1958 ; 1962) se penche sur l'étude de la science et tente d'affirmer l'intérêt de l'analyse structuro-fonctionnaliste. Il publie deux articles devenus des références : le premier date de la fin des années 50, coécrit avec R.C.Fox, portant sur les modalités concrètes de la découverte scientifique; le deuxième, publié au début des années 60, analyse la « résistance » des chercheurs à l'égard de certaines trouvailles scientifiques.

Hagstrom, quant à lui, manifeste une légère différence avec l'approche mertonienne. Dans son ouvrage *La communauté scientifique* (1965), il substitue le concept de « système d'échange » à celui de « structure normative de la communauté scientifique ». En se basant sur l'analyse de Mauss (le don et le contre don), Hagstrom estime que « le désir de reconnaissance sociale entraîne le chercheur à se conformer à des normes scientifiques en enrichissant par ses découvertes une communauté plus large ». Autrement dit, là où Merton voit un désintéressement dans l'ethos scientifique, Hagstrom détecte un besoin de reconnaissance et même de notoriété qui peut être analysé comme un moteur de la production scientifique.

Dans son ouvrage *La structure sociale de la science* (1966) Storer entérine l'idée de l'autonomie de l'institution scientifique en apportant quelques nuances. Il constate la relative indépendance de l'institution scientifique à l'égard de son environnement et analyse la structure normative qui régit les relations entre les différents chercheurs. Storer (1966) explique l'adoption de ces normes par la communauté scientifique de la manière suivante : « [...] les scientifiques acceptent les normes de la science [...] parce qu'ils sont conscients que ces normes sont nécessaires pour que puisse fonctionner correctement le système d'échange scientifique. Parce que chaque scientifique, dès lors qu'il désire être créatif, souhaite le maintien d'une structure sociale dans laquelle ses efforts peuvent continuer à recevoir une réponse honnête et compétente d'autrui, il a un intérêt personnel dans l'existence même de ces normes¹²⁴ ».

Pour analyser l'évolution de la pratique scientifique, Crane (1970) se penche sur « l'étude des cercles sociaux internes à la science ». Selon elle, « la neutralité émotionnelle est l'une des normes de la science ; un trop fort attachement affectif à ses propres idées scientifiques est mal vu. Les groupes qui essaient de défendre des points de vue particuliers et exclusifs sans les justifier suffisamment sont qualifiés de 'chappelles' et considérés comme tournant le dos à l'esprit scientifique. (...) Les chercheurs sont en général moins attachés au groupe dont ils font partie qu'à la solution du problème qu'ils étudient¹²⁵. »

¹²⁴ Storer cité dans Dubois, M. (1999), p.33.

¹²⁵ Ibid., p. 34.

Enfin, dans les deux ouvrages, *La structure sociale des professions en Israël* (1955) et *Le rôle du scientifique dans la société* (1971), Ben-David reprend l'analyse mertonienne de l'évolution socio-historique et de l'éthos de la science pour insister sur la relation indirecte qui existe entre l'institution scientifique et le cadre social dans lequel elle évolue.

Selon Merton, la science n'est pas sociologiquement définissable. Ce point constitue, incontestablement, la principale démarcation de la thèse mertonienne à l'égard des autres approches de la sociologie des sciences. Sans nier l'importance théorique de l'approche normative, ses détracteurs lui reprochent principalement son excès d'absolutisme. Selon Busino, « cette structure normative de la science renferme une ambivalence cruciale [...] Opposer que la science est hétérogène, qu'elle est un mélange indissociable de social et de cognitif, qu'il est impossible de dissocier les problèmes de la recherche de ceux du jeu social, de ses règles, de l'organisation sociale, de ses formes d'apprentissage et de solidarité, que ces dimensions de la science sont les deux faces de la même médaille, c'est un truisme¹²⁶. » De même, dans son ouvrage *Le côté subjectif de la science* (1974), Mitroff qualifie d'idéologique cette approche mertonienne et rappelle l'importance de la confiance accordée aux personnalités éminentes, les rôles du secret, l'attachement obstiné que les savants professent à l'endroit de certaines idées. Il remémore que les normes locales et sectorielles sont plus courantes que le modèle normatif mertonien (p.14). Enfin, dans *La sociologie des sciences. Un pèlerinage sociologique* (1991), Mulkay fait valoir « combien l'application des normes varie d'un laboratoire à l'autre, de même que l'étendue et la diversité des utilisations rhétoriques et politiques des normes standard, lorsqu'il s'agit d'obtenir la légitimation scientifique ou de financement¹²⁷. » C'est en réponse à cet absolutisme que nous avons assisté, dès le début des années 70, à l'émergence d'une nouvelle mouvance, beaucoup plus radicale, qui revendique une forte relation entre la science et la société.

2.3 Le programme fort de la sociologie des sciences

¹²⁶ Busino, G. (1998), p. 16

¹²⁷ Busino, G. (1998), p. 15

Le programme fort de la sociologie des sciences se caractérise par un relativisme qui remet en cause l'objectivité et la rationalité *absolues* de la connaissance scientifique. Dans une entrevue récente (2007), l'un des fondateurs de ce programme, David Bloor, s'exprime au sujet du relativisme dans l'analyse sociologique de la connaissance et déclare : « Je dirais que le trait essentiel de tout type de relativisme doit être le rejet de l'absolutisme. Être relativiste, c'est reconnaître que les prétentions de la science à la connaissance n'ont ni ne peuvent prendre le titre de connaissance absolue [...] Toute connaissance est conjecturale, partielle, susceptible d'être révisée¹²⁸ ». À travers cette position, les protagonistes du programme fort se situent en dehors de l'analyse métonienne et examinent pour la première fois la science en dehors de ce qui a été jusqu'à date son unique facteur déterminant, c'est-à-dire la rationalité.

Selon Valenduc, « trois questions clés permettent de faire la distinction entre le programme fort de la sociologie des sciences et les approches classiques de la sociologie des sciences :

- Peut-on dissocier les aspects cognitifs et les aspects sociaux de la science, et considérer que les premiers relèvent de l'épistémologie, les seconds des sciences sociales ?
- Les sciences sont-elles fondamentalement différentes des autres systèmes de connaissances ou de croyances ?
- Existe-t-il a priori des critères absolus et universels de rationalité et de validité des énoncés scientifiques ?¹²⁹»

À ces trois questions, écrit Valenduc, le programme fort répond catégoriquement par la négative.

En effet, le programme fort de la sociologie des sciences estime que le développement et l'évaluation de la pratique scientifique sont fortement dépendants du contexte socioculturel. Les tenants de ce programme vont jusqu'à prétendre qu'il est même possible d'expliquer en termes strictement sociologiques le contenu et la nature de la connaissance scientifique. Les idées fondatrices de ce programme sont : le concept de « paradigme » de Kuhn et « les quatre principes » de Bloor.

¹²⁸ Briatte, F. 2007, « Entretien avec David Bloor : Faut-il avoir peur du relativisme? », Revue de sciences humaines, p. 217.

¹²⁹ Valenduc, G. (2005), p. 46.

2.3.1 Thomas Kuhn : le paradigme et la révolution

Kuhn mobilise l'histoire des sciences afin d'expliquer la dynamique scientifique non pas d'un point de vue uniquement cognitif, mais en tenant compte de facteurs sociaux. Dans son livre *La structure des révolutions scientifiques* (1983), il analyse la théorie scientifique comme une structure complexe qui est, selon lui, le résultat d'une interaction entre la méthode scientifique et les facteurs d'ordre social et institutionnel. Sa thèse repose sur deux notions de base : premièrement, le concept de *paradigme* qui définit l'état d'une discipline scientifique particulière à un moment de son histoire. « J'appelle des paradigmes, déclare Kuhn, les découvertes scientifiques universellement reconnues qui, pour un temps, fournissent à une communauté de chercheurs des problèmes types et des solutions¹³⁰. » Deuxièmement, le concept de *révolution scientifique* selon lequel la science progresse de manière fondamentalement discontinue, c'est-à-dire non par accumulation mais par rupture. Ces ruptures, appelées révolutions scientifiques sont, selon Kuhn, analogues à un renversement des représentations des savants. Dans ses propres mots, Kuhn l'exprime ainsi : « Les révolutions scientifiques sont [...] considérées comme des épisodes non cumulatifs de développement, dans lesquels un paradigme plus ancien est remplacé, en totalité ou en partie, par un nouveau paradigme incompatible¹³¹. »

A fin de démontrer l'influence des aspects sociaux sur le développement de la pratique scientifique et technique, Kuhn examine l'histoire des sciences et plus spécifiquement les découvertes scientifiques. Dans une analyse de la révolution copernicienne, il déclare : « Cette incapacité de l'activité normale technique à résoudre des énigmes n'est évidemment pas le seul élément de la crise astronomique devant lequel se trouva Copernic. Une étude approfondie tiendrait compte aussi de la pression sociale pour une réforme du calendrier, pression qui rendrait le problème de la précession particulièrement urgent¹³². » Quelques pages plus loin, il ajoute : « [...] lors des changements de paradigme, il y a généralement

¹³⁰ Kuhn, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, Paris, p. 11.

¹³¹ *Ibid.*, p. 133.

¹³² *Ibid.*, p. 104.

déplacement significatif des critères déterminant la légitimité des problèmes et aussi des solutions proposées. Cette remarque nous mène au point de départ de ce chapitre, car elle fournit la première indication explicite sur la raison pour laquelle le choix entre des paradigmes concurrents pose régulièrement des questions qui ne peuvent être résolues par les critères de la science normale¹³³. »

Les concepts Kuhnien et particulièrement celui de paradigme ont été positivement reçus par les tenants de l'approche classique de la sociologie des sciences, d'une part, et amplement réappropriés par les protagonistes du programme fort et le programme dur de la sociologie des sciences, d'autre part. Dès l'apparition de l'ouvrage *La structure de la révolution scientifique*, Merton écrit dans une correspondance adressée à Kuhn : « Vous combinez un sens profond de la nature du travail scientifique, des formes du développement historique de la science, et des processus sociologiques à l'œuvre dans ce développement¹³⁴. » De son côté, Bernard Barber, proche intellectuellement de Merton (voir ci-haut le premier cercle des partisans), déclare à propos des travaux de Kuhn que « la nouvelle génération d'historiens des sciences est devenue quasi sociologique [...]. Je veux dire que les analyses sociologiques du processus de découverte scientifique ne sont pas aussi théoriquement explicites que l'on pourrait le souhaiter, tout comme elles n'intègrent pas certains facteurs sociaux qui la renforceraient en élargissant son champ d'application. Kuhn est conscient de l'influence de ces facteurs, qu'il qualifie de « facteurs externes », mais il les a traités de façon ni suffisamment directe ni suffisamment intensive. Lorsque l'on nous donne tant, bien sûr, nous ne devrions pas demander davantage. Nous pouvons cependant essayer de l'obtenir pas nous-mêmes¹³⁵. »

De même, Latour et Callon, fondateurs du programme dur de la sociologie des sciences, évoquent l'importance de la notion du paradigme dans l'analyse sociale de la science. Ils notent : « La magie un peu trouble du mot « paradigme » tient dans cette double signification : il désigne une certaine manière de concevoir et de percevoir le monde, arbitraire, cohérente et irréductible à toute autre, mais également une organisation sociale

¹³³ Ibid., p. 155.

¹³⁴ Dubois, M. (2001), p. 45.

¹³⁵ Ibid., p. 45.

[...], tout devient inextricablement sociocognitif : les arguments, les preuves, les problèmes de recherche ne sauraient être séparés du jeu social dont ils sont partie prenante¹³⁶. »

Kuhn fait (presque) l'unanimité dans la sociologie des sciences. De ce fait, il s'avère très difficile de classer les travaux de Kuhn dans l'une ou l'autre des trois approches de la sociologie des sciences. Malgré l'accaparement de l'ensemble des mouvances de la sociologie des sciences de l'analyse Kuhnienne, nous considérons que cette dernière s'inscrit incontestablement en rupture avec la structure normative de la science telle qu'analysée par Merton et se distingue clairement du relativisme radical qui caractérise le programme dur de la sociologie des sciences. Kuhn est à notre sens l'un des principaux acteurs du programme fort de la sociologie des sciences.

2.3.2 David Bloor : les quatre principes

Dans *Sociologie de la logique. Les limites de l'épistémologie*¹³⁷, David Bloor rompt complètement avec le modèle classique de la sociologie des sciences. Dès les premières pages de son ouvrage, il s'interroge sur le rôle de la sociologie de la connaissance et déclare sur un ton offensif : « La sociologie de la connaissance peut-elle étudier et expliquer la nature et le contenu de la connaissance scientifique ? De nombreux sociologues pensent que non...Selon moi, ils trahissent ainsi leur position de sociologue...En fait, il n'existe aucune limite qui résiste dans le caractère prétendument absolu ou transcendant de la connaissance scientifique, ou dans quelconque notion particulière de la rationalité, de la validité, de la vérité ou de l'objectivité¹³⁸ ».

À travers un certain type de relativisme, Bloor essaie de démontrer que le contenu des savoirs est déterminé socialement selon un schéma de causalité. En effet, en s'attaquant à la logique scientifique, il tente de prouver que l'ensemble des connaissances scientifiques est assujéti dès leur fondement à l'influence des facteurs socioculturels. Il note : « La connaissance est

¹³⁶ Ibid., p. 49.

¹³⁷ Bloor, D. (1982). *Sociologie de la logique, les limites de l'épistémologie*. Édition pandore, Paris.

¹³⁸ Ibid., p. 3.

conjecturale et théorique, [...] relative à la situation de celui qui la produit; aux idées et aux conjectures qu'il est en mesure d'émettre; aux problèmes qui le préoccupent; aux effets réciproques des hypothèses et des critiques dans son milieu; à ses buts; à ses expériences; aux normes qu'il applique et aux significations qu'il utilise.[...] L'explication entière est une conjecture, même si c'est une conjecture à propos d'autres conjectures. »

Partant de ces postulats, Bloor tente d'identifier les bases qui permettent, selon lui, de porter la sociologie des sciences au niveau des autres disciplines scientifiques. Ainsi, il assigne dans son programme fort les quatre obligations suivantes :

« 1/ Être causale, c'est-à-dire s'intéresser aux conditions qui donnent naissance aux croyances ou aux stades la croyance observés. Les croyances ont bien sûr d'autres causes que sociales.

2/ Être impartiale vis-à-vis de la vérité ou de la fausseté, de la rationalité ou de l'irrationalité, du succès ou de l'échec. Chacun des termes de cette dichotomie doit être expliqué.

3/ Être symétrique dans son mode d'explication. Les mêmes types de causes doivent expliquer croyances « vraies » et croyances « fausses ».

4/ Être réflexive : ses modèles explicatifs doivent s'appliquer à la sociologie elle-même. Ce principe, comme les précédents, répond à la nécessité de disposer d'explications générales. C'est une condition évidente, sans laquelle la sociologie serait en contradiction permanente avec ses propres théories¹³⁹ ».

Le principe de symétrie a été repris par les tenants du programme dur de la sociologie des sciences et largement mobilisé pour l'argumentation de leur thèse. Dans un article intitulé *Défense et illustration des recherches sur la science*, Callon estime que le principe de symétrie « a symbolisé le passage d'une sociologie des sciences qui ne s'intéressait qu'à l'institution scientifique (ses normes, ses dispositifs d'incitation, ses formes de communication) à une sociologie des connaissances soucieuse des contenus [...] En relisant aujourd'hui Bloor, on est frappé par un réductionnisme sociologique, à vrai dire insupportable. Mais il a apporté une idée capitale, celle de symétrie. Ce principe invite l'historien ou le sociologue à construire toutes les épreuves, qu'elles soient scientifiques ou

¹³⁹ Ibid., p. 8.

non, qui assurent le succès d'une théorie, en suivant arguments et contre-arguments, expériences et contre-expériences, de manière à laisser aux acteurs tout l'espace et toutes les stratégies dont ils ont besoin pour convaincre ou être convaincus. Le principe ne conteste pas qu'une asymétrie entre la théorie qui s'impose et celle qui est éliminée ne finisse par prévaloir. Il ne met pas la raison en péril, puisque son seul but est de conduire à une meilleure compréhension de la raison en action¹⁴⁰. »

Lors de sa parution, le texte fondateur de Bloor reçoit des critiques (1982) virulentes de la part des gardiens du temple mertonien. Il suscite aussi l'indignation de la grande majorité de la communauté scientifique. C'est dans cette perspective que Busino affirme que « le programme fort confond la dimension analytique et épistémologique avec la dimension pragmatique. Ces deux dimensions ne sont pas équivalentes. Dire que la science donne de l'autorité aux savants, leur fournit des arguments persuasifs, les aide à liquider des adversaires et leurs théories, c'est autre chose qu'établir logiquement et expérimentalement la validité d'un énoncé. Les conditions de validité d'une théorie ne se confondent pas avec ses implications sociopolitiques. L'institutionnalisation et la professionnalisation de la science poussent les savants à participer aux compétitions sociales afin de se procurer de l'autorité et des ressources. Mais les critères de validité d'une théorie ne se réduisent pas à ses compétitions sociales¹⁴¹ ». Nous reviendrons sur les critiques adressées au programme fort de la sociologie des sciences dans dernière section de ce chapitre.

2.4 Le programme dur de la sociologie des sciences (l'approche socioconstructiviste)

Les tenants du *programme dur* prétendent qu'il existe une forte relation entre les aspects sociaux et les aspects cognitifs qui, selon eux, sont indissociables et s'expliquent par les mêmes facteurs. Cette approche se distingue du programme fort sur deux aspects : 1/ le degré de relativisation; c'est-à-dire le niveau d'importance accordée à l'aspect social dans de la construction de la science et 2/ la méthode d'analyse et de recherche adoptée afin d'appréhender l'interdépendance de la pratique scientifique et du contexte socioculturel.

¹⁴⁰ Callon, M. (1998). Défense et illustration des recherches sur la science, *Alliage*, numéro 35-36.

¹⁴¹ Busino, G. (1998), p. 39.

Premièrement, les tenants du socioconstructivisme dénoncent le relativisme important qui caractérise les analyses du programme fort. Michel Callon, l'un des fondateurs de cette approche, déclare : « En relisant aujourd'hui le livre de Bloor, on est frappé par un réductionnisme sociologique, à vrai dire insupportable¹⁴² ». Paradoxalement, les observateurs et sociologues des sciences interprètent autrement l'apport de cette approche. Contrairement à Callon, Busino souligne explicitement le fait que cette approche est plus radicale que celle proposée par Bloor et Barnes. Il déclare que « les approches du programme fort ont été radicalisées par les travaux de l'« Actant network School » et de l'« Acteur- réseau » selon lesquels aucune distinction, soit-elle analytique ou épistémologique, n'est possible entre les catégories d'objets et les facteurs constitutifs de l'activité scientifique : «technical, social, political, and economic factors are inextricably bound together¹⁴³». Dubois partage cet avis lorsqu'il écrit : « De fait si Barnes, Bloor ou Collins conçoivent le social comme une dimension déterminante dans la production des connaissances, cette dimension demeure dans les analyses empiriques *extérieures* à la science : toutes reconduisent plus au moins explicitement le schéma d'une détermination extrinsèque de la recherche scientifique- laissant par là même à cette dernière le statut d'un travail essentiellement intellectuel sujet, dans des proportions variables, à des influences sociales dites 'extrascientifiques'¹⁴⁴ ». Les controverses entre le programme fort et le programme dur sur la nature et le degré du relativisme dans l'interprétation des faits scientifiques sont toujours d'actualité. (voir l'entrevue de Bloor (2007) citée ci-dessus).

Deuxièmement, ce groupe se caractérise par une approche hyper-empirique dans l'étude des faits scientifiques. Il adopte une démarche méthodologique orientée vers les actions et les pratiques scientifiques empiriquement observables. Autrement dit, le programme dur tend « à substituer, à l'étude des cadres intellectuels ou culturels, celles des pratiques scientifiques observées in situ, c'est-à-dire dans des laboratoires de recherche. » Il se distingue par « la place qu'il accorde à la description de la recherche « en acte » : l'écoute des paroles, la

¹⁴² Déjà cité, Callon, M. (1998).

¹⁴³ Busino, G. (1998), p. 45.

¹⁴⁴ Dubois, M. (1999), p. 46.

lecture des textes, l'analyse de la production et des fonctions des mesures générées par les instruments¹⁴⁵. »

En résumé, le programme dur se caractérise par : une approche hyper-empirique, un réductionnisme aussi prononcé que celui du programme fort, une forte accentuation de l'interdépendance des facteurs cognitifs et sociaux, une élimination du rôle des politiques scientifiques et une faible attention aux conséquences sociales de la science. Les principaux tenants de cette approche sont Michel Callon (1945-) et Bruno Latour (1947-) du centre de sociologie de l'innovation de l'école de Mines, Steve Woolgar (1950-), Karin Knorr-Cetina (1944-) et Michel Lynch (1948-).

« Comment un fait est-il fait ? ». Telle est la question que se posent Latour et Woolgar dans leur ouvrage *La vie de laboratoire* (1979). Lors d'une étude réalisée dans le laboratoire du biologiste Roger Guillemin¹⁴⁶, ils proposent une analyse du comportement des chercheurs de ce laboratoire à la manière d'un anthropologue confronté à une tribu dont il ignore les règles et les coutumes (Busino, 1994). Au début de leur chapitre 3 intitulé « La fabrication d'un fait. Le cas du TRF (H) », ils annoncent : « Notre étude de la genèse du TRF a pour objectifs de fournir la toile de fond des chapitres suivants, d'expliquer l'influence dont jouit le laboratoire et le crédit auquel il peut prétendre, et de renforcer le point de vue que les faits bruts sont parfaitement compréhensibles en termes de leur construction sociale¹⁴⁷ ». .

Les deux auteurs commencent par s'interroger sur les actes des scientifiques, leurs pratiques, leurs tâtonnements et hésitations, leurs tactiques et stratégies. Ils constatent alors que l'activité scientifique des chercheurs ne porte pas sur « la nature » ou sur « la découverte d'une réalité cachée ou préexistante » mais plutôt sur la fabrication et la diffusion d'instructions, d'énoncés et de « statements ». À partir de ces observations, Latour et Woolgar arrivent à la conclusion suivante : « Vu le contexte dans lequel ces discussions se sont déroulées, il est clair que la négociation entre Bloom et Guillemin ne dépend pas

¹⁴⁵ Ibid., p. 46.

¹⁴⁶ Prix Nobel de médecine 1977.

¹⁴⁷ Latour, B. et Woolgar, S. (1988). *La vie de laboratoire la production des faits scientifiques*. Coll. «Sciences et société». Paris: La Découverte, 299, [298] de planches p. 93.

uniquement de leur évaluation du fondement épistémologique de leur travail. Autrement dit, on est loin de la vision idéalisée de l'activité scientifique où les acteurs évaluent l'importance d'une recherche particulière par ce qu'elle apporte au progrès de la connaissance; [...] les formulations en termes d'évaluation de l'activité scientifique sont destinées à faire aboutir une négociation sociale¹⁴⁸. »

Ainsi, les « faits », en l'occurrence les faits scientifiques, n'existent pas, c'est une illusion. La réalité scientifique est une construction sociale qui se fabrique dans un contexte bien précis, le laboratoire, et qui est par la suite diffusée dans des réseaux composés d'acteurs et d'actants (humains et non humains). À partir de cette logique, la réalité d'un « fait » n'est plus représentée comme la cause de la pratique scientifique mais plutôt comme sa conséquence. « L'observation de l'activité du laboratoire, déclarent Latour et Woolgar, montre que le caractère « objectif » d'un fait est lui même la *conséquence* de travail du laboratoire. » (Latour et Woolgar, 1988, p.187). Michel Callon, figure principale de cette mouvance, fait le même diagnostic dans son ouvrage *La science et ses réseaux. Genèse et circulations des faits scientifiques* : « L'activité scientifique ne porte pas « sur la nature », c'est une lutte acharnée pour construire la réalité. Le laboratoire est le lieu de travail et l'ensemble des forces productives qui rendent cette construction possible. Chaque fois qu'un énoncé est stabilisé, il est réintroduit dans le laboratoire (sous forme d'une machine, d'un inspecteur, de savoir-faire, de routine, de préjugé, de déduction, de programme, etc.) et il est utilisé pour creuser la différence entre les énoncés¹⁴⁹. »

Comment cette construction s'impose-t-elle ? Comment les faits scientifiques s'imposent-ils alors en dehors du laboratoire ? À ces questions, Latour et Woolgar donnent une réponse vague. Ils déclarent : « Nous n'observons jamais une vérification indépendante dans une autre instance d'un énoncé produit au laboratoire, mais une extension de certaines pratiques de laboratoire à d'autres secteurs de la réalité sociale- hôpitaux ou industrie par exemple¹⁵⁰ ». Cet argument est, selon nous, injuste et infondé. À ce sujet, Callon explique que ce qui caractérise un fait scientifique socialement construit, ou plutôt le réseau dans lequel il

¹⁴⁸ Ibid.,(1988), p.155.

¹⁴⁹ Callon cité dans Busino, G. (1998), p. 48.

¹⁵⁰ Latour et Woolgar. (1988), p.187.

s'insère, c'est sa capacité de résister aux objections les plus fortes et aux attaques les plus farouches des chercheurs concurrents. Il écrit : « Les deux propriétés qui caractérisent le fait scientifique- la capacité de résister à la critique et la faculté d'intéresser d'autres acteurs (collègues, utilisateurs)- ne lui appartiennent pas en propre : elles lui sont attribuées par les réseaux négociés et mobilisés pour le construire et pour lui fournir un espace de circulation¹⁵¹. »

La science est donc une construction sociale qui tient sa crédibilité et sa force à partir des réseaux dans lesquels elle s'insère. L'activité scientifique « est faite de la construction et de la défense de points de vue d'abord fonctionnels qui sont parfois transformés en objets stabilisés ». Nous estimons qu'il s'agit ici de la thèse la plus radicale de la sociologie des sciences. Les fondateurs du programme dur nous disent que, non seulement la science est une construction sociale, mais en plus le scientifique doit ingénieusement masquer les opérations constructrices et la diffuser comme réalité indiscutable. La science est une illusion, le scientifique est un illusionniste, qui adhère à ses propres illusions.

L'approche socioconstructiviste a été élucidée dans de multiples articles publications de Bruno Latour et Michel Callon. Dans *Les microbes. Guerre et paix* (1984), *La science en action* (1987), *Aramis ou l'amour des techniques* (1992) et *Éléments pour une sociologie de la traduction* (1986), *La Science telle qu'elle se fait* (1991). À travers une production intellectuelle féconde, les auteurs de ce programme imposent une approche qui s'avère tout aussi radicale que plusieurs auteurs n'hésitent pas à qualifier de « spéculation philosophique ».

Dans son ouvrage, *Essai sur la nature constructiviste et contextuelle de la science*, Knorr-Cetina soutient la thèse de l'enchevêtrement des phénomènes cognitifs et des phénomènes sociaux. Knorr-Cetina estime que les pratiques scientifiques sont des « hybrides qui portent la marque de la logique indexicale qui caractérise leurs productions, et non des excroissances d'une rationalité scientifique particulière. » Évoquant la spécificité « locale » dans laquelle s'inscrit le travail quotidien du scientifique, elle déclare : « Comme n'importe quelle autre

¹⁵¹ Callon cité dans Busino, G. (1998), p. 46.

organisation, les laboratoires de recherche développent des *interprétations locales* des règles méthodologiques, un *savoir-faire local*, concernant ce qu'il faut entreprendre pour que les choses se passent de la meilleure façon pour la pratique de recherche¹⁵². » Suite à des analyses qualitatives (entrevues), Knorr-Cetina expose un certain nombre de cas empiriques dans lesquels des chercheurs se trouvent face à des problématiques identiques et qui réagissent de manières complètement différentes. Ceci s'explique, selon elle, par des grilles d'analyse et d'interprétation divergentes fortement influencées par un contexte local spécifique. Dans une approche analogue, Michel Lynch analyse l'évolution des pratiques scientifiques dans un laboratoire de biologie. Lynch cherche à « se démarquer des études classiques de la sociologie des sciences par la place qu'il accorde à la restitution du détail des conversations et des pratiques scientifiques. » Dans le même ordre de pensée que celui de ses collègues, il détecte une « indissociabilité » entre les éléments cognitifs et le processus de leur production. Ainsi, Lynch revient à son tour sur le principal argument des socioconstructivistes, l'enchevêtrement de l'aspect cognitif et de l'aspect social.

Malgré son relativisme radical, cette approche a le mérite de proposer un modèle théorique orienté empiriquement qui analyse le processus de création et de diffusion de l'innovation technologique. Dans le cadre de ce chapitre, nous nous limitons à deux de ces théories (les plus connues et citées¹⁵³) : la théorie de la *traduction* appelée aussi théorie *acteur-réseau* élaborée par Michel Callon et Bruno Latour et le modèle de *construction sociale de la technologie*, nommé aussi modèle du *tissu sans couture* et qui est proposé par Wiebe Bijker (1951-) de l'université de Maastricht, et Trevor Pinch de l'université de Cornell.

2.4.1. La théorie de traduction ou de l'acteur réseau

Comme son nom l'indique, la théorie de Callon-Latour accorde une importance particulière à quelques concepts clés, notamment celui de traduction, d'acteur et de réseau. Dans ce qui suit, les grandes lignes de la théorie « acteur-réseau ».

¹⁵² Knorr-Cetina cité dans Dubois, M. (1999), p. 48.

¹⁵³ Il est à noter que nous nous sommes inspirés des présentations réalisées par Valenduc, G et de Flichy, P pour la synthèse de la théorie acteur-réseau et du modèle SCOT.

La première étape est celle de *l'analyse du contexte*. L'originalité de cette théorie est qu'elle prend en considération non seulement les humains (acteurs), mais aussi les non-humains (actants). L'étape d'analyse du contexte consiste à repérer les deux composantes de la chaîne et d'identifier leurs rapports et leurs enjeux. La deuxième étape est celle de *la problématisation*. Il s'agit de la formulation du problème à traiter dans le cadre du projet. Cela passe par une définition des frontières de la problématique ainsi que l'établissement des liens entre les dimensions scientifiques, techniques, économiques et sociales. Ce lien se fait à travers un processus de traduction qui permet de transformer un énoncé problématique dans le langage d'un autre énoncé particulier. Ce processus permet non seulement de construire des convergences et des consensus d'une manière explicite, mais aussi de repérer les points de controverses et les dimensions cachées des débats. La troisième étape est celle de *la création du réseau ou l'intéressement*. C'est un point de passage obligé à travers lequel le traducteur impose aux acteurs les détours à consentir et les alliances à sceller pour résoudre le problème. Le réseau ainsi construit se présente comme une méta-organisation qui rassemble acteurs et actants agissant les uns avec les autres. Dans un quatrième temps, *l'enrôlement*. Il s'agit de faire fonctionner le réseau formé lors de l'étape précédente. Les acteurs qui maîtrisent la traduction, mettent en place des mesures d'intéressement (argumentation scientifique, dispositif de circulation de l'information, transaction financière, etc.) de manière à faire détourner les autres entités de leurs objectifs et de les enrôler dans le réseau. L'« enrôlement est un intéressement réussi », estiment les détenteurs de cette théorie. Le processus décrit jusqu'ici donne naissance à une imbrication hétérogène d'acteurs et d'actants, de dispositifs techniques et de connaissances incorporées dans des individus ou des organisations. Lorsque le réseau commence à fonctionner, il agit comme un acteur. C'est ce que Callon et Latour appellent « acteur-réseau ». Au cours de la cinquième étape, les acteurs désignent des *porte-parole*, qui ne représentent que partialement le groupe dont ils sont l'émanation. Finalement, *la controverse* matérialise la dissidence des acteurs; elle se produit lorsque les acteurs dominants sont aperçus comme non représentatifs ou défendent des intérêts trop spécifiques.

2.4.2 Le modèle de construction sociale de la technologie (SCOT)

Bijker et Pinch¹⁵⁴ considèrent que la technologie est à la fois une production de la société mais que celle-ci est aussi façonnée par la technologie. Il estime que la technologie et la société forment, selon leur expression, un « tissu sans couture ». Le progrès technologique est le résultat d'un processus qui commence par une controverse, passe par une sélection et débouche sur une stabilisation.

Le point de départ consiste à développer, ce que les auteurs appellent, *la flexibilité interprétative* face à une controverse bien déterminée. Une technologie peut être perçue par un groupe social comme nuisible ou inefficace alors qu'un autre groupe la considère comme étant sans danger et très utile. Le chercheur doit donc identifier comment chaque groupe réalise son évaluation face à chacune des solutions techniques envisageables. C'est lorsque les avis convergent vers une conception commune de l'objet qu'intervient la notion de *groupe social pertinent*. Selon Bijker, un groupe social pertinent se définit non pas à partir de critères relatifs à sa composition ou sa position sociale, mais par le fait qu'il partage une même grille d'interprétation du problème à résoudre et des solutions envisageables.

Selon Bijker et Pinch, pour la formulation du problème, un groupe social pertinent fait appel à un *cadre technologique*. Ce dernier comprend non seulement les solutions techniques, mais aussi les stratégies de résolution de problèmes, les normes nécessaires pour l'élaboration des solutions et l'ensemble des connaissances tacites et explicites¹⁵⁵, etc. Ainsi, chaque groupe social pertinent procède à la formulation de son cadre technologique qui peut généralement évoluer au fur et à mesure de la confrontation avec les autres groupes sociaux. Bref, les cadres technologiques permettent d'identifier la position d'un groupe social pertinent, les problèmes qu'il dénonce et les solutions qu'il ramène.

¹⁵⁴ Pinch, T. J. and Bijker W. E. The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, *Social Studies of Science* 14 (August 1984): 399-441.

¹⁵⁵ Au sujet des connaissances tacites et explicites voir Nonaka et Takeuchi (2006). Dans leur ouvrage *connaissances créatrices*, ils développent une nouvelle théorie de la création des connaissances. La théorie de Nonaka et Takeuchi tient dans l'interaction entre les spirales de connaissances qui se développent dans le temps le long des deux dimensions; épistémologique (tacite-explicite) et ontologique (individus, groupes, organisations), dont émerge l'innovation. Tout ça dans un contexte bien défini qui favorise leur développement. Ils déclarent: « Quand les connaissances tacites et explicites interagissent [...] une innovation émerge. La création de connaissances organisationnelles est une interaction continue et dynamique entre connaissances tacites et connaissances explicites. » « Selon notre perspective, la création de connaissance alimente l'innovation mais les connaissances en soi ne le font pas. En d'autres termes, le processus par lequel les nouvelles connaissances sont créées dans l'organisation- sous la forme de nouveaux produits, services et systèmes- devient la pierre angulaire des activités innovantes » (Nonaka et Takeuchi, 2006, p. 93 – 256).

La seconde étape du modèle est celle de la *sélection* et de la *clôture* de la controverse. À ce stade, plusieurs cas de figure sont possibles. Nous les résumons sous la forme de trois scénarios. A) Aucun groupe social ne prend le dessus sur l'autre et l'interaction entre les groupes ne réduit pas la variabilité interprétative. À ce moment, les groupes sociaux pertinents chercheront à enrôler de nouveaux groupes, reformuler la problématique et modifier le cadre technologique. B) Un groupe pertinent prend le dessus sur un autre et impose par la suite son cadre technologique. C) Plusieurs groupes sociologiques entrent en conflit pour imposer leur cadre technologique. Dans ce cas, des facteurs externes peuvent entrer en jeu et exercer une influence décisive. Selon les auteurs du modèle, la controverse peut se clôturer de deux manières. La *clôture rhétorique*; c'est lorsque le problème est éliminé sans être résolu. On arrive à ce type de clôture lorsque, suite aux interactions, un groupe social pertinent réussit à convaincre les autres que le problème n'existe plus. La *clôture pratique*, c'est lorsque la flexibilité interprétative se réduit et qu'un cadre technologique s'impose.

La troisième et dernière étape se manifeste sous la forme d'une ouverture vers la sphère publique. Elle consiste à relier le groupe social pertinent qui domine, le cadre technologique qui s'impose à l'ensemble de la société.

D'une manière générale, les deux approches que nous venons d'exposer présentent de très grandes similitudes. Il nous semble que, que ce soit dans la théorie de *l'acteur-réseau* ou le *modèle SCOT* (même si ce dernier reste moins sophistiqué), la construction de la technologie passe dans son cheminement par la définition du problème, l'identification des ressources à mobiliser (humaines et non humaines) et l'élaboration des solutions. Ainsi, nous insistons sur le fait que le processus de développement d'innovation fait toujours l'objet de séquences, de situations qui représentent des moments distincts.

Finalement, les approches relativistes, dont nous venons de rendre compte partiellement, usent largement de la notion du cadre. *La théorie du « cadre »* estime que toute activité scientifique et technique, partant de processus de création jusqu'à la diffusion en passant par

l'évaluation, s'inscrit dans un cadre bien précis. Autrement dit, les pratiques scientifiques et techniques sont fortement déterminées par un cadre social, culturel, institutionnel, politique, économique et parfois même religieux dans lequel elles évoluent. Ce point sera abordé dans le troisième chapitre.

2.5 Le déterminisme organisationnel

Contrairement au déterminisme technique, le déterminisme organisationnel acquiert son argumentation et sa légitimité à partir des analyses socio-économiques globales qui dépassent le cadre de l'entreprise. Autrement dit, on ne considère pas la structure organisationnelle comme élément déterminant, on examine plutôt la technique comme un moyen de « reproduction des rapports sociaux ». Dans le déterminisme organisationnel, la science et la technologie sont interprétées comme un moyen de domination qui trouve ses origines idéologiques dans le capitalisme industriel et financier (du moins dans le cas des sociétés actuelles). Ces arguments rappellent en grande partie la théorie critique de l'école de Francfort dans la mesure où l'on considère la science comme idéologie et instrument de domination sociale.

Le déterminisme organisationnel analyse la technologie comme un moyen qui est mobilisé dans le cadre des rapports sociaux et qui permet de concrétiser un schéma organisationnel ou social. Dans un article de synthèse, Alsène (1990) définit le déterminisme organisationnel comme suit : « Cette fois, l'organisation, n'est pour ainsi dire, pas influencée par la technologie, que ce soit en elle-même ou à cause des orientations qui auraient été incorporées. La structure organisationnelle et l'organisation du travail sont d'abord et surtout le reflet des rapports sociaux qui, en outre, déterminent le type d'utilisation qui est faite de la technologie ; ou encore, la technologie n'est qu'un instrument comme un autre qui permet à la direction des entreprises de déclencher et de légitimer les processus de réorganisation nécessaires à la reproduction des rapports sociaux¹⁵⁶ ».

¹⁵⁶ Alsène, E. (1990), p. 324

Dans le chapitre précédent (Chapitre 1, section IV), nous avons montré que les débuts de la sociologie industrielle anglo-saxonne sont marqués par l’empreinte du déterminisme technique. Paradoxalement, cette tendance sera rapidement et fortement critiquée au profit de son double inverse : le déterminisme organisationnel. Ce renversement de perspective, nous dit Massie, s’est fait sous l’égide d’intellectuels de la tradition marxiste. Marglin écrit par exemple à ce sujet : « Ce n’est pas la fabrique à vapeur qui nous a donné le capitalisme, mais le capitalisme qui a engendré la fabrique à vapeur¹⁵⁷ ». Ainsi, la structure organisationnelle n’est pas influencée par la technologie mais elle se présente comme le reflet de la société et de l’idéologie dominante. L’organisation est dans ce cas déterminée par la nature et l’évolution des rapports sociaux et par les revendications qui s’y apparentent (Marglin, 1971; 1973). Braverman (1976) rejoint cette logique lorsqu’il écrit : « La machine offre à la direction des entreprises la possibilité de faire de façon totalement mécanique ce qu’elle tentait de faire par des moyens organisationnels et disciplinaires¹⁵⁸ ». Enfin, Claude Durand (1978) partage le diagnostic lorsqu’il note « Il n’existe pas de déterminisme technologique, la société utilise la technologie qui lui convient pour des raisons économiques et politiques ». Quelques lignes plus loin, il précise que « l’organisation du travail et la technologie qui la légitime, jouent dans la société un rôle intimement lié à la distribution du pouvoir et à l’exercice du contrôle social. [...] L’organisation scientifique du travail est l’alibi de la domination sociale des ouvriers¹⁵⁹ ».

Par ailleurs, la relation entre les modes d’organisation et les nouvelles technologies est aussi analysée au niveau micro, c’est-à-dire à l’échelle de l’entreprise et non en référence à un modèle de société. Dans une étude sur l’impact des TC sur les tâches des cadres intermédiaires, Pinsonneault et al. (1993) expliquent pourquoi l’implantation des nouvelles technologies n’a pas les mêmes conséquences dans toutes les entreprises québécoises concernées et que « la nature d’impact est conditionnée par les efforts d’orientation des changements de la part des gestionnaires.¹⁶⁰ »

¹⁵⁷ Marglin, S., cité dans Massie (1993), p. 260.

¹⁵⁸ Braverman, H., cité dans Massie (1993), p. 260.

¹⁵⁹ Durand, C., cité dans Flichy, P. (2003). *L’innovation technique - Récents développement en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l’innovation*, La Découverte, Paris, p 61.

¹⁶⁰ Pinsonneault, A., Bourret, A., Rivard, S. (1993). *L’impact des technologies de l’information sur les tâches des cadres intermédiaires: une étude empirique des bénéficiaires de l’informatisation*, TIS, p. 301.

Enfin, l'approche du déterminisme organisationnel ne s'oppose pas seulement à celle du déterminisme technique, mais elle rejette à la fois l'approche évolutionniste portée par Nelson et Winter (1982) et la sociologie du progrès technique soutenue par Chanaron et Perrin (1986). Ces derniers supposent qu'il existe « une liaison causale indirecte, médiatisée par une autre instance, la science, qui déterminerait simultanément les technologies et les méthodes d'organisation du travail. » L'hypothèse centrale de leur recherche stipule « la non neutralité de la science par rapport aux formes d'organisation du travail. Elle suppose en d'autres termes, que dans une formation sociale et économique donnée, le corpus de concepts et de paradigmes développés par la science dominante à un moment donné - la mécanique durant la première révolution industrielle, l'informatique aujourd'hui - structure l'ensemble des technologies, y compris les technologies d'organisation¹⁶¹ ». Comme nous l'avons préalablement mentionné, la relation entre technique et structure organisationnelle s'inscrit davantage dans une logique intégrative et les travaux qui s'apparentent au déterminisme organisationnel sont peu nombreux.

2.6 Critiques du socioconstructivisme

De nombreuses critiques ont été adressées à l'approche du constructivisme social. La théorie de *l'acteur-réseau* a spécifiquement fait les frais d'une rude critique. La plus connue est celle formulée par le fondateur du principe de la symétrie. Dans cet article intitulé *anti-Latour*¹⁶², Bloor manifeste son désaccord sur le principe d'assimilation entre humains et non humains et rejette l'agnosticisme par rapport aux situations étudiées. De son côté, Flichy formule une critique très sévère qui porte sur des notions clés de l'approche. Tout d'abord, la notion de réseau, omniprésente dans l'ensemble des textes de Callon et Latour est, selon les termes de Flichy, « extrêmement lâche et attrape-tout ». Flichy estime aussi que la notion d'acteur chez les deux auteurs n'est pas dépourvue d'ambiguïté. Il écrit : « Une autre critique que l'on peut faire aux recherches de Callon et Latour est d'éliminer la question de l'intentionnalité des

¹⁶¹ Chanaron, J.J., Perrin, J. (1986). Science, technologie et modes d'organisation du travail, sociologie du travail, janvier 86, p. 23-40.

¹⁶² Bloor, D. (1999). Anti-Latour. *Studies In History and Philosophy of Science*, Volume 30, Issue 1, March 1999, Pages 81-112

acteurs, au profit d'une simple capacité tacite à saisir les opportunités, à faire des coups, à « resserrer les boulons » du réseau. Le choix fait par ces deux auteurs de s'axer sur l'étude des controverses a en quelque sorte transformé leur version du travail scientifique et technique, en le réduisant à une activité de confrontation et de conviction¹⁶³. » Cette critique est, à notre avis, aussi valable pour le modèle SCOT de Bijker et Pinch qui présentent les travaux scientifiques et techniques comme le résultat d'une confrontation entre les différents cadres techniques.

D'une manière générale, les critiques peuvent être classées en deux catégories¹⁶⁴. La première critique porte sur les fondements philosophiques du constructivisme. Très brièvement, on reproche principalement à l'approche constructiviste son relativisme cognitif dans la mesure où elle efface la rationalité de l'activité scientifique¹⁶⁵. La deuxième critique émane du champ des sciences sociales lui-même. Les reproches qui sont adressés au constructivisme portent sur la « confusion conceptuelle » d'une part et l'« inadéquation des méthodologies utilisées », de l'autre. Plus précisément, lorsque les uns considèrent que « l'indiscernabilité » ou « le tissu sans couture » sont progressivement cousus ensemble lors d'un processus de construction sociotechnique, les autres estiment que cette indiscernabilité est d'ordre « ontologique », c'est-à-dire que les différents facteurs techniques et non techniques (humains) sont en soi indiscernables. Ainsi, le tissu sans couture est la *cause* et non pas le *résultat* du processus constructiviste. Gingras (1995) critique cette indiscernabilité. Selon lui, ce n'est pas parce que différents facteurs sont mêlés dans la réalité qu'on ne peut pas les distinguer au niveau de l'analyse.

Enfin, dans une entrevue récente réalisée par François Briatte (2007), David Bloor déclare au sujet des controverses suscitées par le relativisme : « Le relativisme est toujours objet de controverse virulente et le débat se poursuit. Je ne suis pas sûr qu'il soit fortement contesté au sein des *Science Studies*, bien qu'il puisse exister des conflits en leur sein. Pour prendre un exemple proche et immédiat, ma dispute avec Latour en est un... Il y a des gens dont les positions, je crois erronées et malencontreuses, et ces positions sont considérées comme

¹⁶³ Flichy, P. (2003), p. 105.

¹⁶⁴ Valenduc, G. (2005), p. 67-76.

¹⁶⁵ Voir notamment Sokal (1999), Dubois (2001), Chalmers (1991), Gingras (1995).

représentatives des sociologies de la connaissance scientifique. Bien sûr, je suis particulièrement irrité de voir que les versions du relativisme les plus faibles et les moins opérantes, en vérité les plus indéfendables, sont mises en avant comme représentatives, et l'on ne peut pas en rendre les critiques entièrement responsables¹⁶⁶. »

2.7 Conclusion

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons exposé l'approche du constructivisme sous l'angle particulier de la sociologie des sciences et des techniques. Deux mouvances se détachent nettement : le programme fort de la sociologie des sciences et le programme dur de la sociologie des sciences. D'une manière générale, ces deux approches prétendent annoncer une forte relation de causalité dans le premier cas et de fusion dans le deuxième, entre la science (incluant la technique) et la société.

Comme nous l'avons précisé au début du chapitre, le constructivisme social se présente en opposition au déterminisme technique. Il dénonce farouchement son « fatalisme absurde ». Toutefois, les tenants de cette approche plongent de leur côté dans un anthropocentrisme qui s'avère aussi insupportable qu'aberrant, qui dépasse à mainte reprise l'analyse sociologique.

C'est dans ce contexte, caractérisé par des positions extrêmes, que nous avons assisté à l'émergence d'une approche intermédiaire, conciliatrice. Celle-ci prône la coévolution de la technique et de la société et leur inter causalité. C'est l'approche que nous envisageons de présenter dans le cadre du dernier chapitre consacré à la revue de la littérature de notre proposition de thèse.

¹⁶⁶ Briatte, F. 2007, « Entretien avec David Bloor : Faut-il avoir peur du relativisme ? », Revue de sciences humaines, p. 222.

CHAPITRE III

L'APPROCHE DE LA COÉVOLUTION

Nous avons introduit dans les chapitres précédents les deux approches extrêmes qui ont pensé le phénomène technique : le déterminisme technique et le constructivisme social. Nous essayons dans le cadre du présent chapitre de décrire une troisième approche, éclectique et conciliatrice, celle de la coévolution de la technique et de la société. Les acteurs de cette thèse estiment qu'« il n'y a pas d'un côté, la technique et de l'autre le social, comme deux mondes ou deux processus hétérogènes. La société est modelée par le changement technique, le changement technique est modelé par la société¹⁶⁷ ».

L'approche de la coévolution opte ainsi pour un façonnage mutuel du couple technique-société. Son argument central est « l'impossibilité d'établir une relation de cause à effet dans l'un ou l'autre sens¹⁶⁸ ». C'est dans ce sens que Castoriadis note très justement : « C'est une chose de dire qu'une technique, une organisation du travail, un type de rapport de production, vont de pair avec un type de vie et d'organisation sociale d'ensemble ; c'en est une autre de parler de détermination de celui-ci par ceux-là. Au-delà de toute querelle sur la question de la causalité dans le domaine socio-historique, un prerequisite essentiel de toute idée de la détermination n'est pas ici rempli : la séparation des termes déterminants déterminés. Il faudrait d'abord pouvoir isoler le fait technique, d'une part, tel autre fait de la vie sociale, d'autre part, et les définir de manière univoque; il faudrait ensuite pouvoir établir des relations biunivoques entre les éléments de la première classe et ceux de la seconde. Ni l'une ni l'autre de ces possibilités ne sont données.¹⁶⁹ »

Avant d'exposer les principaux fondements de l'approche co-évolutionniste, il nous semble important d'apporter quelques précisions en ce qui concerne les prémisses de cette mouvance. Hormis l'incapacité des deux approches extrêmes à expliquer la réalité de la

¹⁶⁷ Salomon, J.J. (1993), p. 275.

¹⁶⁸ Valenduc, G. (2005), p. 86.

¹⁶⁹ Castoriadis, C. (1992). Technique. Encyclopaedia Universalis, t. 22.

construction et de la diffusion de la technologie, nous estimons que l'émergence de l'approche co-évolutionniste s'explique par un autre facteur majeur et élémentaire, celui de la *désacralisation de la science*. En effet, la remise en cause du développement technologique prend deux formes. Premièrement, les dégâts engendrés par la science et la technique, le couple guerre-science¹⁷⁰, les problèmes liés à la dégradation de l'environnement, les accidents nucléaires¹⁷¹. Tant d'événements qui ont suscité de multiples interrogations sur la rationalité de la science. Sur ce point, on reconnaît sans difficulté les arguments préférés de la thèse du déterminisme technique. Deuxièmement, la sociologie des sciences et des techniques, plus spécifiquement le socioconstructivisme, propose une désacralisation de nature différente. Dans la mesure où les tenants de cette approche estiment que les aspects cognitifs et les aspects sociaux sont indissociables (programme fort) et prétendent, si on croit les plus radicaux d'entre eux, qu'il n'existe pas de « fait » scientifique et que la réalité scientifique est une simple « illusion » et construction sociale (le programme dur), le débat dépasse à ce moment l'analyse sociale de la science (rôle de la science dans la société) et se transforme en « une critique sociale de la science¹⁷². » Cela étant dit, il devient évident et intéressant de constater que les deux approches extrêmes s'accordent pour remettre en cause la rationalité de la science, même si elles procèdent de manières complètement opposées. À notre sens, la désacralisation de la science, sous ses deux formes, a donné naissance à une nouvelle représentation du couple technique-société; celle de la coévolution.

La structure de ce chapitre se présente comme suit. Nous analysons l'approche de la coévolution à partir de trois axes. Dans un premier temps, nous exposons divers cadres d'analyse théorique, les plus complets, qui expliquent et traduisent le domaine de la coévolution : le SST, le SI le modèle pragmatique de Habermas et la théorie de la structuration de Giddens. Nous nous intéressons, dans un deuxième temps, à certains travaux récents, appartenant à multiples courants qui tentent d'appréhender la nature de la relation entre la technique et la société en dépassant le dilemme de la causalité : le TA, le MST, le Model-Mode2 et le modèle de la Triple hélice. Enfin, nous abordons la coévolution sous

¹⁷⁰ Les deux guerres mondiales.

¹⁷¹ Tchernobyl est un exemple éloquent.

¹⁷² Dubois, M. (1999), p. 40.

l'angle de la sociologie du travail. Plusieurs travaux majeurs ont mis l'accent sur la relation d'inter-détermination entre structure organisationnelle et changement technologique.

3.1 Les cadres théoriques de la coévolution

Dans ce qui suit, nous exposons quatre tentatives d'analyse théorique qui examinent la relation entre technique et société dans une perspective coévolutionniste : le Social Shaping of Technology (SST), le Social Informatics (SI), le modèle pragmatique de Habermas et la théorie de la structuration de Giddens.

3.1.1 Entre constructivisme et coévolution : deux tentatives significatives

Il ressort clairement dans la littérature que certains acteurs de la mouvance constructiviste quittent graduellement leur point d'attache théorique pour se loger dans une posture intermédiaire qui prône davantage un couplage entre la science et la société. Dans cette section, nous souhaitons projeter la lumière sur deux de ces cadres qui s'avèrent à notre sens les plus significatifs et cela pour multiples raisons.

3.1.1.1 Le Social Shaping of Technology (SST)

Le programme SST a été initié, au début des années 90, par David Edge, directeur du centre d'étude sur la science et Robin Williams, directeur du centre de recherche en sciences sociales de l'université d'Édimbourg. Il est à noter que David Edge a activement participé à la construction de l'approche constructiviste. En effet, dans un entretien donné en 2007 (cité ci-haut dans le chapitre 2), David Bloor, figure fondatrice du programme fort, revient sur la création du *programme fort* et précise à ce sujet : « Si je comprends bien l'origine de l'unité, elle se trouve dans la suggestion faite par le biologiste C. H. Waddington que les scientifiques suivent des cours sur 'la science et la société' pour élargir leur domaine de connaissance [...] Waddington persuada l'université d'Édimbourg de créer une unité ou un département qui dispenserait aux scientifiques des cours sur 'la science et la société'. L'université nomma

David Edge [...] David Edge était astronome de formation, donc il pensait, au sens large du mot, de manière scientifique. Il savait ce qu'il faisait lorsqu'il a choisi les membres de l'unité. Il a probablement sélectionné ceux qu'il voulait et s'est assuré que nous partagions cette même orientation, et il en a effectivement résulté une sociologie de la connaissance avec une orientation explicative causale¹⁷³ ». Ainsi, entre les premiers travaux dans le cadre du programme fort et l'analyse proposée par le biais du SST, nous observons un glissement théorique dans l'analyse de David Edge. Le SST se détache nettement du *programme fort* dans la mesure où il prend en considération non seulement le contexte socioculturel du processus d'innovation, mais aussi les caractéristiques propres à l'objet technique étudié.

L'expression *Social Shaping of Technology* renvoie à un façonnage ou modelage social de la technologie. Selon Edge et Williams, le SST ne s'attache pas à une mouvance particulière, mais représente un « point de convergence entre tous ceux qui insistent sur la nécessité d'ouvrir la boîte noire des technologies, d'expliquer et d'analyser les modèles socioéconomiques qui sont imbriqués à la fois dans le contenu des technologies et dans les processus d'innovation ». La définition officielle que donnent les détenteurs de ce concept est la suivante : « La recherche en SST étudie comment les facteurs sociaux institutionnels, économiques et culturels ont façonné la direction et le rythme de l'innovation, la forme de la technologie (c'est-à-dire des artefacts et des pratiques technologiques) et les effets du changement technologique pour différents groupes dans la société¹⁷⁴ ». De plus, le concept SST stipule qu'« il y a des choix (mais pas nécessairement des choix conscients) inhérents, à la fois à la conception des artefacts et des systèmes pris individuellement et à la direction où la trajectoire des programmes d'innovation. Puisque la technologie ne résulte pas du déploiement d'une logique prédéterminée, l'innovation est un jardin de bifurcations. Différentes trajectoires sont possibles, conduisant potentiellement à des effets différents ». Sur la base de ces affirmations, les protagonistes du SST se positionnent clairement entre le courant socioconstructiviste « dur » et le déterminisme technologique « brut » pour couvrir une grande variété d'approches « adoucies » de la coévolution de la technique et de la société (Valenduc, 2005).

¹⁷³ Briatte, F. (2007)., p. 215; 217.

¹⁷⁴ Edge et Williams cités dans Valenduc. (2005). p.p. 177-178.

Concrètement, la tendance co-évolutionniste du SST s'articule autour des constats suivants¹⁷⁵ :

- Premièrement, le SST intègre certains principes du programme dur de la sociologie des sciences et ne se prive pas d'en rejeter d'autres. Ainsi, tout en mettant l'accent sur l'importance du contexte socioculturelle, Edge et Williams soulignent, par exemple, les limites des deux théories, l'acteur-réseau et SCOT, qu'ils considèrent incomplètes et incapables de représenter la réalité du processus d'innovation. Edge et Williams regrettent une confusion trop fréquente entre le constructivisme et le SST (Valenduc, 2005).
- Deuxièmement, dans leur cadre d'analyse, les auteurs prennent en considération les mécanismes du pouvoir, les intérêts économiques, les mécanismes du marché, qui influencent selon eux l'évolution des choix technologiques.
- Troisièmement, les auteurs s'intéressent aussi à la structure politique, au cadre institutionnel et aux systèmes juridiques, et tentent d'appréhender comment ces derniers orientent les choix techniques.
- Quatrièmement, le SST adopte largement les travaux du courant « néo-schumpétérien » sur le rôle de l'innovation technologique dans l'évolution économique. Edge et Williams mobilisent, entre autres, les travaux de Freeman sur les « paradigmes techno-économiques » et ceux de Dosi sur les « trajectoires technologiques » qu'ils estiment d'un grand apport pour le SST.
- Cinquièmement, les initiateurs du SST évoquent aussi la nécessité de prendre en considération la nature de l'objet technique dans l'analyse du processus d'innovation. Il est vrai que ce facteur n'acquiert pas une importance spécifique dans les écrits d'Edge et Williams; toutefois, il n'est pas complètement évacué comme on peut le constater dans d'autres travaux de la sociologie des sciences.

Enfin, au sujet du SST, Edge et Williams considèrent que leur initiative est « susceptible d'éclairer les décideurs dans le domaine des politiques de recherche et d'innovation, dans la mesure où elle fournit une alternative crédible au modèle linéaire de conception et de

¹⁷⁵ Nous reprenons ici l'analyse de Valenduc (2005) au sujet du SST.

diffusion des innovations. » Néanmoins, ce modèle est jugé, par certains, comme académique et donc pas suffisamment pragmatique pour qu'il soit fonctionnel et pertinent dans les sphères politique et industrielle.

3.1.1.2 Social Informatics (SI)

Élaboré sous l'égide de Rob Kling, le concept *Social Informatics* (informatique sociale) s'avère avant tout un espace de réflexion et une plate forme de discussion pour les chercheurs de toutes mouvances académiques qui s'intéressent aux relations entre l'informatique et la société. Dans un article intitulé tout simplement *Social Informatics* (2001), Kling déclare : « L'informatique sociale est l'étude interdisciplinaire systématique de la conception, des usages et des conséquences des technologies de l'information, de façon à prendre en compte leur interaction avec les contextes institutionnels et culturels. C'est donc l'étude des aspects sociaux de l'informatique, des communications et des technologies connexes qui examine comment les TIC façonnent les rapports sociaux et organisationnels, ou comment les forces sociales influencent la conception et l'usage des TIC¹⁷⁶. »

À la différence du SST, qui ne parvient pas à se détacher complètement du socioconstructivisme, le concept de SI s'inscrit explicitement et clairement dans le cadre d'une approche de coévolution. Le SI comprend, selon Valenduc (2005), trois aspects; normatif, analytique et critique : « L'aspect normatif consiste à recommander des alternatives aux professionnels qui conçoivent, mettent en œuvre ou développent des politiques dans le domaine des TIC. Le but des recherches est d'étayer les recommandations par une solide argumentation factuelle, basées sur des exemples concrets. Les aspects analytiques visent à comprendre comment l'évolution des usages des TIC dans une configuration particulière peut être généralisée à d'autres configurations technologiques et à d'autres contextes organisationnels. Les aspects critiques consistent à étudier les TIC selon des angles de vue qui ne correspondent pas nécessairement à ceux des commanditaires ou des concepteurs des

¹⁷⁶ Kling cité dans Valenduc, G. (2005), p. 114.

projets, en mettant l'accent sur la diversité des usages, sur les écarts entre les attentes idéalisées et les pratiques observées, sur les échecs et les problèmes de qualité¹⁷⁷. »

À la lecture des travaux de Edge et Williams, d'une part, et de Kling, d'autre part, on ne peut pas s'empêcher de faire le parallèle entre les deux programmes qui cherchent à dépasser l'approche socioconstructiviste qui prédomine depuis quelques années. Ainsi, nous estimons avec Valenduc que seule une compréhension du contexte de l'élaboration de l'un et de l'autre concept permet de saisir leurs spécificités. En effet, « Williams s'exprime depuis un centre de recherche britannique qui joue depuis vingt ans un rôle important dans les études sociales sur la science et la technologie et qui est à l'origine du socioconstructivisme. La notion du façonnage social de la technologie (SST) vise d'une part à héberger des courants d'analyse différents, d'autre part à donner un signal aux acteurs des politiques européennes de R&D. Kling provient d'un centre de recherche en informatique et s'adresse en premier lieu aux professionnels des TIC et aux décideurs dans la conception et la mise en œuvre des TIC. Les recherches en informatique sociale (SI) visent à convaincre ceux-ci de la pertinence de la dimension sociale et de la nécessité d'une approche interdisciplinaire. Deux horizons différents, mais une même préoccupation : montrer la coévolution des TIC et de la société¹⁷⁸. »

3.1.2 Cadre d'analyse : un arrière-plan théorique pour la coévolution

Nous présentons dans cette section deux cadres théoriques qui constituent un arrière-plan théorique à l'origine de divers modèles empiriques favorables à une explication de couplage entre science-technique et société.

3.1.2.1 Le modèle pragmatique de Jürgen Habermas

Nous l'avons évoqué au début de notre cadre théorique, l'école de Francfort dénonce dans son *approche critique* l'utilisation de la technique comme moyen de domination sociale et

¹⁷⁷ Valenduc, G. (2005), p. 116.

¹⁷⁸ Ibid., p. 117.

politique. Dans son ouvrage *La technique et la science comme « idéologie »* (1968), Habermas, représentant de la deuxième génération de l'école de Francfort, dénonce « une rationalisation du cadre institutionnel » et propose de repenser la relation les trois pôles science-nature-culture. Il déclare à ce sujet : « L'alternative proposée à la technique existante, c'est-à-dire le projet de la nature comme partenaire et non comme objet, renvoie à l'alternative d'une autre structure d'action : elle renvoie à l'interaction médiatisée par des symboles, par opposition à l'activité rationnelle par rapport à une fin. Mais cela veut dire que ces deux projets sont des projections du travail et du langage, des projets de l'espèce humaine dans son ensemble et non d'une époque particulière d'une classe déterminée, d'une situation susceptible d'être dépassée¹⁷⁹ ». Pour y parvenir, Habermas propose le modèle pragmatique comme une alternative aux deux modèles qui sont le *modèle décisionniste* et le *modèle technocratique*.

D'abord, le *modèle décisionniste*¹⁸⁰ consiste à situer la politique en amont de la chaîne décisionnelle et la science en aval. Plus précisément, le pouvoir politique aura pour tâche d'effectuer un choix entre un certain nombre de valeurs tandis que le rôle de la science sera celui de déterminer les mesures concrètes permettant la réalisation des objectifs fixés. Habermas reproche à ce modèle son despotisme, qu'il considère en contradiction avec une démarche démocratique. Dans le *modèle technocratique*, les rôles entre techniciens (ou scientifiques) et politiciens sont inversés. Ainsi, « le politique devient l'organe d'exécution d'une intelligentsia scientifique qui dégage, en fonction des conditions concrètes, les contraintes émanant des ressources et des techniques disponibles, ainsi que les stratégies et les programmes optimaux¹⁸¹ ».

Le *modèle pragmatique* de Habermas analyse l'interaction critique entre les fonctions d'expertise scientifique ou technique et les fonctions politiques. Outre ces deux dimensions, le modèle pragmatique fait appel à une troisième composante : opinion publique. « D'après le modèle pragmatique, annonce Habermas, la recommandation technique et stratégique, ne peut s'appliquer efficacement à la pratique qu'en passant par la médiation politique de

¹⁷⁹ Habermas, J. (1991). *La technique et la science comme idéologie*. Paris: Gallimard, p. 15-16.

¹⁸⁰ Weber, M. (2001). *Le savant et le politique*. Coll. «Classiques des sciences sociales». Paris: Plon, 71 p.

¹⁸¹ Habermas, J. (1991), p. 100.

l'opinion publique. En effet, le dialogue qui s'établit entre les experts spécialisés et les instances de la décision politique détermine la direction du progrès technique à partir de l'idée qu'on se fait de ses besoins pratiques, en fonction d'une certaine tradition, tout autant qu'il critique et mesure cette idée aux chances que la technique lui donne de voir ses besoins satisfaits; et ce dialogue doit justement être en prise directe sur les intérêts sociaux et les orientations d'un monde vécu social donné par rapport à certaines valeurs¹⁸² ». Habermas met en lumière la substitution de techniques à l'action démocratique de citoyen – le remplacement de la démocratie par une technocratie – s'exerçant par une idéologie technocratique.

Ainsi, le modèle pragmatique de Habermas tente de tracer les contours d'une nouvelle conception des rapports entre science, technique et politique et intègre une condition, selon lui essentielle : le débat public, condition nécessaire à la démocratisation des choix technologiques. De ce fait, Habermas peut être considéré comme le précurseur du concept d'évaluation des choix technologiques (TA). Un modèle d'analyse empirique adapté par plusieurs institutions nord-américaine et européenne que nous présentons dans le cadre de la prochaine section (« modèle empirique de la coévolution »).

La théorie de la structuration d'Anthony Giddens

La présentation que nous faisons ici de la théorie de Giddens ne rend évidemment pas compte de l'ampleur et de la complexité de la théorie de la structuration. Cela dit, nous espérons par le biais d'une schématisation expliquer pourquoi les concepts mobilisés par Giddens peuvent être considérés comme un arrière plan théorique de l'approche coévolutionniste.

Très brièvement, dans la théorie de la structuration, Giddens tente d'appréhender les structures sociales sous l'angle du mouvement (dimension spatio-temporelle). Le concept de la structuration est, selon lui, un « procès des relations sociales qui se structurent dans le temps et dans l'espace via la dualité du structurel ». Deux principes fondamentaux traversent l'analyse de Giddens et nous intéressent particulièrement dans le cadre de cette synthèse : *la réflexivité et la dualité du structurel*.

¹⁸² Ibid., p. 109.

Giddens définit la réflexivité comme étant « l'usage systémique et régularisé d'information pour orienter et contrôler la reproduction des systèmes sociaux » (Giddens, 1987, p.19). La réflexivité, appelée aussi contrôle réflexif, traduit la relation répétitive, circulaire et indissociable entre l'acteur et son action : l'acteur oriente et contrôle son action, l'action orientée est une source d'information (ou une nouvelle information) qui façonne le type et la nature de l'action. Le deuxième principe, celui de la *dualité du structurel*, est central dans la thèse de Giddens et s'exprime de différentes manières. D'abord, la vision circulaire de la construction sociale. Autrement dit, Giddens estime que « les propriétés structurelles des systèmes sociaux sont à la fois des conditions et des résultats des activités accomplies par les agents qui font partie de ce système¹⁸³. » La dualité du structurel renvoie aussi à la notion de contrainte et de compétence, c'est-à-dire que « le structurel est toujours à la fois contraignant et habilitant ». À travers cette interaction entre les structures et les acteurs, la théorie de la structuration tente de faire cohabiter les perspectives objectives et subjectives de la réalité sociale.

Ainsi, la théorie de la structuration propose un cadre théorique intéressant pour analyser les relations entre l'impératif technologique et l'impératif organisationnel. Nous retrouvons dans cette problématique (relation entre technique et organisation) les principes fondateurs de la théorie de Giddens, c'est-à-dire : les acteurs, la relation entre l'acteur et l'action (le contrôle réflexif), l'action orientée qui se traduit par un choix, les choix en tant qu'action, l'action qui induit des propriétés structurelles ainsi que les propriétés structurelles qui contraignent et facilitent l'action (la dualité du structurel). C'est dans cette mesure que les travaux de Giddens ont été mobilisés pour rendre compte du lien entre technique, action humaine et structure sociale. En effet, la théorie de la structuration a été largement mobilisée dans les sciences de la gestion pour expliquer l'émergence et l'implication des systèmes techniques dans le milieu organisationnel et institutionnel (Barley (1986), Orlikowski (1992), DeSanctis et Poole (1994) et Swanson et Ramiller (1997), etc.). Le *Modèle de la structuration de la technologie* de Wanda Orlikowski (1992) sera débattu dans la section II.

¹⁸³ Giddens, A. (1987), p. 15.

3.2 Modèles empiriques de la coévolution

Nous présentons dans ce qui suit quatre modèles empiriques qui intègrent les acquis des études de la sociologie des sciences et des techniques et envisagent les influences réciproques de la science et de la société : Le Technology Assessment, le modèle de la structuration de la technologie (MST), le modèle Mode1-Mode2 et le modèle de la Triple Hélice.

3.2.1 Le technology assessment (TA)

Les institutions d'évaluation des choix technologiques (TA) ont été mises en place au début des années 80. Elles avaient pour rôle de guider les débats parlementaires et les décisions politiques dans le domaine de la science et de la politique¹⁸⁴. Le TA est défini comme « l'identification systémique, l'analyse et l'évaluation des effets secondaires potentiels (qu'ils soient bénéfiques ou négatifs) de la technologie, en termes d'impacts sur les systèmes et processus sociaux, culturels, politiques, économiques et environnementaux. L'objectif du TA est de fournir des données neutres et factuelles pour le processus de prise de décision¹⁸⁵ ». Nous estimons que le TA s'appuie dans une grande partie sur les travaux antérieurs du philosophe Jürgen Habermas.

Le concept de TA apparaît aujourd'hui comme « une appellation non contrôlée » qui prend des formes aussi multiples que variées selon les pays et la manière avec lesquelles sont appliqués¹⁸⁶. Le TA s'inscrit dans une longue évolution qui se concrétise au début des années 80 par une reconnaissance institutionnelle. Au centre de l'évolution du TA un concept, celui de risque technologique. Un concept qui évoluera, manifestant une transformation progressive des préoccupations publiques en termes d'évolution des

¹⁸⁴ Valenduc, G. (2000). Un renouveau du technology assessment en Europe, la lettre EMERIT, n 24.

¹⁸⁵ Coates, membre de l'OTA américain, cité dans Lobet-Maris, C. et Kusters, B. (1992). Technology Assessment : un concept et des pratiques en évolution. *Technologies l'information et société*, vol 4, n 4, p435-455.

¹⁸⁶ Aux É.-U. l'Office of Technology Assessment (1972) ; en France l'Office Parlementaire pour l'Evaluation des Choix Scientifiques et Techniques (1985) ; en Grande Bretagne le Parliamentary Office of Science and Technology (1989) ; en Allemagne le Technikfolgenabschätzung Büro (1989) ; en Norvège le Teknologirådet, Norwegian Board of Technology (1999) ; en Finlande le *Finnish Committee for the Future* (1986) ; en Union Européenne le *Science and Technology Options Assessment* (1987).

technologies¹⁸⁷. Un regard sur l'histoire de cette évolution nous permet de distinguer trois phases du développement du TA¹⁸⁸.

La première phase, qui se caractérise par un débat entre scientifiques et politiques autour de la question nucléaire, marque l'émergence de la notion de « risque sociétal ». Comme le soulignent très clairement Druet et al., « La contestation autour du nucléaire a été le premier vrai débat à la fois scientifique et politique sur une technologie. Pourquoi ? Tout d'abord, parce que l'industrie nucléaire rassemble tous les caractères méga technologiques : l'origine et l'application militaire, le gigantisme manifeste des installations, la nécessité d'interconnexions multiples de la centralisation [...] »¹⁸⁹. Ainsi, la contestation autour du nucléaire dessine, semble-t-il, les contours d'un modèle qui s'interroge sur les choix du développement technologique et leur contrôle démocratique, donc politique.

La deuxième phase se caractérise quant à elle par des éléments de réponses à des interrogations fondamentales des principales critiques de la science et de la technologie. Fargani explique ce passage par deux éléments : (1) une diminution de l'intensité du débat sur les technologies. Un constat que l'auteur met en relation directe avec la crise économique au milieu des années 70 ; (2) l'émergence d'études théoriques et empiriques étoffées qui mettent l'emphasis sur les « risques technologiques ». Ainsi, cette phase marque une prise de conscience effective du risque technologique qui désormais va être pris en charge par des pratiques qui vont se structurer autour de la notion du « *Risk assessment* ».

Le passage à la troisième phase, à la fin des années 70, se réalise par une institutionnalisation progressive – d'abord aux États-Unis (avec l'*Office of Technology assessment*), puis en Europe – d'organismes de TA visant à aider les décideurs publics et privés dans leurs décisions de développement technologique et scientifique. À titre d'exemple, dans le cas de la Suisse, le choix technologique est inscrit dans les lois : « l'évaluation des choix technologiques est ancrée dans la loi fédérale sur la recherche. Dans la version de la loi sur la

¹⁸⁷ Lobet-Maris, C. et Kusters, B. (1992). Technology Assessment : un concept et des pratiques en évolution. *Technologies l'information et société*, vol 4, n 4, p435-455.

¹⁸⁸ Dans ce qui suit, nous allons nous baser largement sur l'analyse réalisée par Lobet-Maris et Kusters (1992).

¹⁸⁹ Druet, P., Ph., Kemp, P. et Thill, G. (1980). *Technique et société*, Galilée, Bruxelles.

recherche du 5 octobre 2007, l'article 9 intitulé Académies suisses des sciences [...] Dans la convention sur les prestations entre la Confédération suisse, représentée par le Secrétariat d'État à l'éducation et à la recherche (SER), et les Académies suisses des sciences, qui se fonde sur les programmes pluriannuels 2008-2011¹⁹⁰ ». La collaboration avec le TA-SWISS est définie dans plusieurs articles de la convention sur les prestations¹⁹¹.

3.2.2 Le modèle de la structuration de la technologie (MST)

La théorie de la structuration a été largement mobilisée pour expliquer la relation entre technique et société dans une logique intégrative. Une des tentatives les plus remarquables et significatives est celle de Wanda Orlikowski. Professeur à la Sloan School of Management du MIT, Orlikowski se base sur la théorie de la structuration de Giddens pour élaborer un modèle qui explique les interactions dans le couple technique-organisation : le modèle de la structuration de technologie.

Orlikowski mobilise le concept de dualité¹⁹² pour élaborer une réflexion spécifique et adaptée au domaine du management des systèmes d'information. Ainsi, elle met en évidence les limites des deux approches extrêmes (déterminisme et constructivisme) et propose de les combiner et de prendre en considération, d'une part, l'aspect structurant de la technique et d'autre part, le rôle de l'acteur dans la production de l'action et de la connaissance. À ce propos, Orlikowski déclare: « La technologie est construite physiquement par des acteurs qui agissent dans un contexte social donné; elle est construite socialement par les acteurs qui lui attachent différentes significations et qui utilisent de manière préférentielle certaines de ses propriétés. Cependant, une fois qu'elle est développée et déployée, la technologie se réifie et s'institutionnalise, elle se déconnecte des auteurs qui l'ont construite ou lui ont donné du

¹⁹⁰ L'OTA est un organe du congrès américain instauré en 1972 par la volonté chez une majorité de parlementaires de disposer, en matière de recherche et développement, d'un potentiel d'évaluation des décisions qui soit indépendant de décideurs industriels et gouvernementaux.

¹⁹¹ <http://www.ta-swiss.ch/fr/ta-swiss/mission/bases-legales/>

¹⁹² Ainsi que d'autres éléments de la théorie de Giddens tel que la conscience pratique et la conscience discursive des acteurs dans la production de l'action.

sens, et elle fait partie des propriétés objectives et structurelles de l'organisation. L'action et la structure ne sont pas indépendantes¹⁹³ ».

Par ailleurs, en plus de la théorie de la structuration, Orlikowski se base sur le modèle de la construction sociale de la technologie, proposé par Bijker. À celui-ci, elle emprunte la notion de la flexibilité interprétative. Ce concept signifie que chaque chercheur doit, au début de processus d'innovation, identifier et comprendre comment chaque groupe social développe sa propre grille d'interprétation face à une technique ou à une controverse. Afin de se différencier de Bijker, l'auteur additionne à ce concept deux nouvelles caractéristiques : 1) la discontinuité dans le temps; c'est-à-dire qu'il y a souvent un décalage temporaire entre la création et l'usage de la technique et 2) la discontinuité dans l'espace; dans le sens que le développement et l'usage s'effectuent dans des organisations différentes. La flexibilité interprétative doit, selon elle, prendre en considération ces deux éléments.

Schématiquement, le modèle de la structuration de la technologie se présente comme suit :

-La dualité de la technologie.

-La flexibilité interprétative :

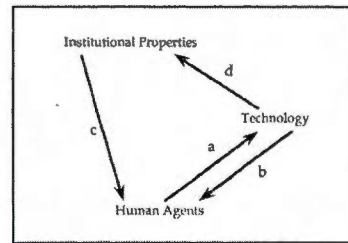
La discontinuité dans le temps et dans l'espace.

La distinction entre mode de conception et mode d'usage.

Le modèle d'Orlikowski met en scène trois sphères : la technique, la propriété institutionnelle de l'organisation et les acteurs humains. Ces dernières entretiennent quatre formes de relation :

- (a) la technologie comme produit de l'action humaine
- (b) la technologie est le moyen de l'action humaine
- (c) les acteurs humains sont influencés par les propriétés institutionnelles dans leur rapport avec la technologie
- (d) la technologie oriente les propriétés institutionnelles de l'organisation.

¹⁹³Orlikowski, W. (1992). Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *Organization Science*, vol. 3, no. 3, p. 409.



Source : Orlikowski, W. 1992, p. 410.

Le tableau suivant explique le *type* et la *nature de l'influence* entre l'objet technique, les acteurs humains et les propriétés institutionnelles qui sont, selon Orlikowski, les trois éléments qui permettent de comprendre la logique *de la structuration de la technologie*.

ARROW	TYPE OF INFLUENCE	NATURE OF INFLUENCE
a	Technology as a Product of Human Action	Technology is an outcome of such human action as design, development, appropriation, and modification
b	Technology as a Medium of Human Action	Technology facilitates and constrains human action through the provision of interpretive schemes, facilities, and norms
c	Institutional Conditions of Interaction with Technology	Institutional Properties influence humans in their interaction with technology, for example, intentions, professional norms, state of the art in materials and knowledge, design standards, and available resources (time, money, skills)
d	Institutional Consequences of Interaction with Technology	Interaction with technology influences the institutional properties of an organization, through reinforcing or transforming structures of signification, domination, and legitimation

Figure 3.1 Le modèle de la structuration de la technologie (MST)

Source : Orlikowski, W. 1992, p. 410.

Le modèle de la structuration de la technique est largement mobilisé dans diverses études empiriques qui portent sur les TIC dans les organisations. Selon une étude de Sanctis et Poole (2002), ce modèle a été utilisé 116 fois dans des revues scientifiques de prestige entre 1990 et 2000. Cela étant, plusieurs critiques ont été adressées au modèle de structuration de la technologie (voir section IV). Orlikowski de son côté estime que ce modèle possède quelques limites dans la mesure où il ne traite pas, par exemple, de la question du transfert technologique entre les organisations, le rôle des entreprises lors de l'adoption et le déploiement de technologies spécifiques, etc.

3.2.3 Le Mode 1 et le Mode 2

Les modèles *Mode 1* et *Mode 2* sont une initiative d'Helga Nowotny, présidente du conseil consultatif européen de la science et Michel Gibbons, secrétaire général de l'association des universités du Commonwealth. Dans leurs deux ouvrages *La nouvelle production des connaissances* et *Repenser la science*, parus respectivement en 1994 et 2003, les deux auteurs proposent un cadre théorique susceptible d'analyser les modes de production de la science et de la technologie dans les sociétés modernes¹⁹⁴. Deux modèles sont identifiés. Le premier modèle, intitulé *Mode 1*, projette la lumière sur le rôle central joué par les instances académiques et scientifiques dans la production des connaissances. Néanmoins, même si la communauté scientifique se présente comme une entité autonome dans le cadre de ce modèle, Helga et Nowotny insistent sur le fait que le fonctionnement des académies et des universités s'avère en fin de compte fortement dépendant des financements publics en matière de recherche et développement. Le *Mode 1* reste valable, selon eux, jusqu'aux années 1960.

Le *Mode 2*, qui se substitue au *Mode 1*, décrit quant à lui les relations qu'entretiennent les universités, les pouvoirs publics et l'industrie. La production des connaissances se fait, estiment Nowotny et Gibbons, sous l'impulsion de la société civile, mais surtout sous celle de l'industrie (les lobbyings science/industrie). Dans le *Mode 2*, les instances académiques et les universités perdent leur prépondérance dans la production des connaissances et des innovations au profit des laboratoires des grandes firmes multinationales, des cabinets de consultants et des entreprises expertes. Les auteurs font le diagnostic suivant : « L'expansion de l'industrie de la 'matière grise' n'a pas seulement conduit à un accroissement des effectifs de travailleurs de la 'connaissance' et à une prolifération de ses sites de production, mais elle a aussi effacé les frontières entre les institutions traditionnelles, comme les universités, les établissements de recherche et autres types d'organisations. De nouveaux acteurs apparaissent en ce domaine, par exemple les petites et moyennes entreprises de hautes technologies, ou les conseils en gestion et les groupes de réflexion¹⁹⁵ ». Le *Mode 2* de production de la connaissance correspond à un *Mode 2* de société profondément transformée.

¹⁹⁴ « La science et la modernité sont devenues inséparables » notent les deux auteurs dès les premiers paragraphes de leur ouvrage. (Nowotny et Gibbons, 2003, p. 13)

¹⁹⁵ Nowotny, H., Scott, P. et Gibbons, M. (2003). *Repenser la science*, Débats BELIN, p. 34.

Ainsi, la pluridisciplinarité des parties prenantes, les différents rôles qu'elles jouent et la confrontation d'objectifs souvent opposés font du processus d'innovation un projet complexe et hétéroclite. À ce sujet, Salomon déclare que « le *Mode 2* désormais prépondérant révèle des flux croisés entre la science et la société, qui associent l'université, l'industrie et les gouvernements dans les projets, où la pression sociale conditionne l'orientation des programmes scientifiques, tout autant que les résultats de ceux-ci pèsent directement sur l'évolution économique et sociale¹⁹⁶. »

À partir de cette description, le *Mode 2* acquiert chez ses initiateurs trois caractéristiques. Nowotny les introduit de la manière suivante : « La première caractéristique du *Mode 2* tient au fait que la recherche contemporaine est de plus en plus effectuée dans le contexte de son application. Par là nous voulons dire que, dès le tout début, les problèmes et leurs perspectives sont formulés en concertation avec un grand nombre d'acteurs différents. Le contexte est mis en place par un processus de communication entre des participants variés. [...] La deuxième caractéristique tient au fait que multiples acteurs portent une hétérogénéité de talent et d'expertise essentielle au processus de résolution des problèmes. Dans le *Mode 2* nous voyons également émerger des structures organisationnelles lâches, des hiérarchies non structurées et des procédures de décisions ouvertes. ...]. La troisième caractéristique du *Mode 2* est la transdisciplinarité. Si nous avions voulu utiliser le terme multidisciplinarité ou pluridisciplinarité, nous l'aurions fait. Nous avons préféré choisir le terme transdisciplinarité pour une raison. En fait, ce que nous essayons de transmettre dans cette notion de transdisciplinarité est que dans le *Mode 2*, un forum ou une plateforme est mis en place et fournit une référence précise pour le projet intellectuel; cela constitue quelque chose d'assez différent de la structure disciplinaire traditionnelle¹⁹⁷ ».

Enfin, les modes de production de la science sont aussi décrits dans les travaux de Nowotny et Gibbons sous le terme de « science contextualisée ». Cette terminologie traduit le développement de la science et de la société dans une logique de coévolution¹⁹⁸. Les auteurs

¹⁹⁶ Salomon, J.J., Préface de l'ouvrage *Repenser la science*, Nowotny, H., Scott, P. et Gibbons, M. (2003), p. 7.

¹⁹⁷ Nowotny et al. Cités dans Valenduc (2005). Nowotny, H. (2000). Le potentiel de la transdisciplinarité, dans le journal électronique *Inter-disciplines*, Montréal.

¹⁹⁸ Titre du chapitre 3 de l'ouvrage « la science et la société en co-évolution », p. 54.

l'expriment ainsi: « Notre thèse est que la société de Mode 2 crée les conditions qui lui permettent de 'répondre' à la science, et que ce retour de communication transforme la science. La contextualisation envahit l'espace privé de la science, de ces racines épistémologiques à ses pratiques quotidiennes, en modifiant les circonstances dans lesquelles l'objectivité se manifeste et en ajustant le mode d'évaluation de sa fiabilité. L'affirmation selon laquelle le Mode 2 est une nouvelle forme de production de la connaissance renvoie essentiellement à cette action transformatrice de la contextualisation. Dire que la société 'répond' à la science ne revient cependant pas à affirmer que la science ne 'parle' plus à la société¹⁹⁹ ».

3.2.4 Le modèle de la triple hélice

Le modèle de la triple hélice, proposé par Loet Leydesdorff de l'université d'Amsterdam et Henry Etzkowitz de l'université de l'État de NY à Purchase, analyse à son tour la relation entre technique et société. La terminologie « triple hélice » fait référence à la structure de la double hélice de l'ADN qui se caractérise par deux spirales entrelacées et reliées par des ponts. Dans le cas du présent modèle, les auteurs proposent trois hélices enchevêtrées : le monde universitaire, le monde industriel et les autorités publiques.

Dans le modèle de la Triple hélice, Leydesdorff et Etzkowitz (1998; 2000) estiment que l'interaction entre les trois pôles, université-industrie-gouvernement, vise à « créer un environnement innovateur dans lequel on retrouve des entreprises dérivées de l'université, des initiatives trilatérales de développement économique fondé sur la connaissance ainsi que des alliances entre des entreprises (petites et grandes) œuvrant dans des secteurs distincts et à des niveaux technologiques différents, des laboratoires gouvernementaux et de groupe de recherche universitaire²⁰⁰ ».

¹⁹⁹ Nowotny, H., Scott, P. et Gibbons, M. (2003), p.p. 82-83.

²⁰⁰ Leydesdorff, L., et Etzkowitz, E. (2000). Le « Mode 2 » et la globalisation des systèmes d'innovation « nationaux » : le modèle à triple hélice des relations entre université, industrie et gouvernement», *Sociologie et sociétés*, vol. 32, n° 1, 2000, p. 139

Le modèle de la triple hélice possède quelques ressemblances avec le modèle *Mode 2*. Ces similitudes sont d'ailleurs revendiquées par Leydesdorff et Etzkowitz (2000) qui notent dans un récent article : « Comme le modèle 'Mode 2', la triple hélice se concentre sur la couverture dynamique formée par les négociations et les alliances entre les porteurs institutionnels ». En effet, les deux cadres d'analyse mettent en avant les sphères profondément ancrées dans un schéma de coévolution science-société. La différence entre le *Mode 2* et le modèle de la triple hélice apparaît par contre niveau de la suppression des frontières qui séparent les différentes sphères. Autrement dit, au moment où le premier modèle prescrit un effacement des frontières entre les différentes sphères (universités, pouvoir public et société civile), le deuxième identifie trois spirales distinctes qui forment par la suite trois « sous dynamiques ». Les trois spirales sont : l'université, l'industrie et le gouvernement. Les trois paires d'hélices sont : science et industrie, science et gouvernement, industrie et gouvernement. Les ponts qui relient les trois spirales traduisent les flux d'information et de connaissance, ils sont nécessaires pour le bon fonctionnement du processus.

Aussi, contrairement au *Mode 2*, le modèle de la triple hélice accorde un rôle majeur à la recherche universitaire. À ce sujet, Etzkowitz et Leydesdorff soulignent : « Selon le principe de la *Triple hélice*, dans une économie fondée sur la connaissance, l'université est en mesure de jouer un rôle élargi en matière d'innovation. Du point de vue analytique, le modèle est différent du modèle des systèmes nationaux d'innovation, qui considère que l'entreprise joue le premier rôle en innovation²⁰¹ ». Dans leur analyse, les auteurs démontrent que le système universitaire s'adapte aux transformations sociétales et combine recherche et enseignement. Ils attestent qu'il existe une tension entre les deux activités mais leur coexistence s'avère en fin de compte productive et rentable.

Selon Etzkowitz et Leydesdorff (1996, 1998, 2000), l'interaction entre les hélices passe par quatre grandes étapes qui expliquent la production des connaissances fondamentales ou empiriques. Première étape, les transformations structurelles (guerre, crise, effondrement d'une idéologie) qui touchent chacune des sphères. Les trois hélices ne sont pas impactées de

²⁰¹ Ibid., p. 136.

la même manière. En effet, les auteurs estiment qu'il y a souvent un décalage entre les trois sphères (spirales); entre la recherche universitaire, le gouvernement et la science. Toutefois, l'ensemble des flux de communications et de connaissances, qui constituent les moteurs du changement, font en sorte que les trois hélices évoluent ensemble vers une structure éco-socio-cognitive et institutionnelle dans la plupart des cas inédite. C'est le début de la deuxième étape. Il s'agit ici des alliances, négociations et des jeux de pouvoir qui se nouent et déterminent de ce fait la spirale de la triple hélice. Les auteurs présentent cette relation entre les sphères comme un processus de nature de *co-évolution* (Etzkowitz et Leydesdorff, 1996, p.281). La troisième étape traduit l'émergence de nouvelles structures d'innovation scientifique et technique. Ainsi, les flux d'information et de connaissances qui circulent entre les trois hélices génèrent une instabilité permanente dont l'aboutissement est à chaque fois un nouveau mode et une innovation. « Dans une configuration à triple hélice, on ne peut plus penser que les sources d'innovation sont synchronisées *a priori*. Elles ne s'imbriquent plus les unes dans les autres selon un ordre préétabli, mais elles génèrent des casses tête que les participants, les analystes et les décideurs politiques doivent résoudre. Ce réseau de relations a un effet rétroactif sur les stratégies, les intentions et les projets²⁰² ». La quatrième et dernière étape de la triple hélice projette la lumière sur le caractère instable de la nouvelle structure mise en place qui, dans une logique de recombinaison permanente et perpétuelle, sera à son tour remise en cause.

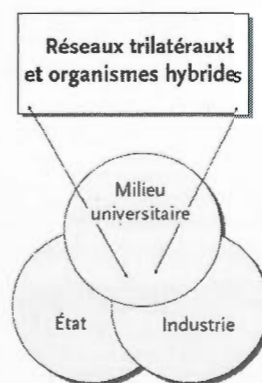


Figure 3.2 Modèle de triple hélice entre l'université, l'industrie et le gouvernement

Source : Etzkowitz et Leydesdorff, 2000, p. 156.

²⁰² Ibid., p.139.

3.3 La coévolution dans la sociologie du travail

Les travaux pionniers de l'école française et anglo-saxonne de la sociologie du travail, présentés ci-haut, ont posé de manière *concrète et pragmatique* les prémices de la thèse de la coévolution. Cette vague de réflexion a été suivie au début des années 80 et des années 90 par quelques tentatives de cadres conceptuels adéquats dont l'ambition est celle de traduire le domaine de la coévolution. Il est à noter que ces cadres sont liés de manière directe ou indirecte à des concepts théoriques qui tracent les contours d'une nouvelle représentation de la relation entre la sphère technique et la sphère sociale.

Le rapport analytique de l'OCDE intitulé *Technologie, productivité et création d'emplois* (Paris, 1996) examine de nombreux travaux de recherche qui montrent que le progrès technologique et le changement dans l'organisation sont étroitement liés. Le rapport indique clairement que le progrès technologique est à la fois l'un des facteurs qui incitent au changement institutionnel et organisationnel et l'une des conséquences de ce changement²⁰³. Cette inter-détermination est très bien décrite par Baudrillard dans une critique des approches extrêmes : « L'homme télématique est assigné à l'appareil comme l'appareil lui est assigné, par une involution de l'un dans l'autre, une réfraction de l'un par l'autre. La machine fait ce que l'homme veut qu'elle fasse, mais celui-ci n'exécute en retour que ce que la machine est programmée pour faire²⁰⁴ ».

Dans *Misère de la philosophie*, la position qu'adopte Karl Marx au sujet du couple technique-organisation traduit parfaitement la querelle qui oppose, plusieurs années plus tard, les sociologues du travail. Dans un discours engorgé de nuances, il écrit : « En acquérant de nouvelles forces productives, les hommes changent leur mode de production, et en changeant le mode de production, la manière de gagner leur vie, ils changent tous les rapports sociaux. Le moulin à bras vous donnera la société avec le suzerain; le moulin à vapeur, la société avec le capitaliste industriel²⁰⁵ ». Toutefois, quelques pages plus loin, il précise que « le moulin à

²⁰³ Manuel d'OSLO. (1996), p. 97

²⁰⁴ Baudrillard, J. (1990). *La transparence du mal : essai sur les phénomènes extrêmes*, Paris, Hémès, p. 63

²⁰⁵ Marx, K. (1965) *Misère de la philosophie*, in *Œuvres*, Gallimard, Paris, p. 79.

bras suppose une autre vision du travail que le moulin à vapeur²⁰⁶». Ainsi, Marx ne tranche pas sur la question du couple technique-travail, comme s'il avait une volonté de légitimer les deux formes de déterminisme.

Avec la crise économique des années 70²⁰⁷, les approches déterministes ont eu un regain considérable. Selon Maurice, ces années « marqueront une sorte de renversement ou de déplacement du paradigme du progrès technique. Le déterminisme technologique qu'il impliquait (au moins tendanciellement) et l'évolutionnisme qui le sous-tendait tendent à disparaître du discours des sociologues²⁰⁸. » Valenduc (2005) fait lui aussi le même constat quand il écrit: « En situation de crise, il apparaît plus clairement que la technologie n'est pas le facteur le plus déterminant dans les capacités des entreprises à changer leurs modes d'organisation du travail et de la production²⁰⁹. »

La remise en cause des approches déterministes n'a pas radié la problématique du couple travail-technologie des annales de la sociologie du travail. Le changement s'est traduit plutôt dans la manière de traiter le sujet. Selon Maurice, « on serait ainsi passé d'une analyse de la situation de travail limitée souvent à l'atelier, où l'on observe les effets du progrès technique sur le contenu du travail et les qualifications, à une sociologie de l'entreprise et plus précisément et plus récemment à une socio-économie du système productif. Dans cette évolution, des dimensions nouvelles apparaîtront : modes d'organisation, modèles de gestion, formes de rationalisation. Pas de ruptures mais des glissements, qui prendront sens a posteriori²¹⁰ ». Désormais, on ne tient pas compte seulement de la spécificité de l'objet technique mais aussi des contraintes et finalités macros et micros sociales.

Sainsaulieu (1987) fait lui aussi le même constat lorsqu'il estime que la variable technologique doit être pensée dans le cadre d'une structure plus complexe. Selon lui, il y a une étroite interdépendance entre la technologie et l'organisation, ni l'une ni l'autre n'est prédominante. Il note : « Toute l'histoire industrielle semble prouver qu'à long terme il existe

²⁰⁶ Ibid., p 99

²⁰⁷ Crise pétrolière, chômage, grandes grèves et mouvements sociaux surtout en Europe.

²⁰⁸ Maurice cité dans Valenduc, G. (2005), p. 91.

²⁰⁹ Valenduc, G. (2005), p. 91.

²¹⁰ Maurice cité dans Valenduc, G. (2005), p. 92.

effectivement une interdépendance profonde entre la technologie d'une part et l'organisation des professions et des entreprises d'autre part, au point de transformer l'architecture des rapports sociaux du travail [...] la recherche sur le facteur technologique de l'organisation s'est progressivement déplacée d'une étude de déterminisme plurifactoriel vers une compréhension plus approfondie d'ensembles sociotechniques, où la variable technologique doit être réinsérée dans une structure complexe d'influences sur les rapports sociaux de travail²¹¹ ».

Dans un numéro spécial de Sociologie du travail, Éric Alsène (1990) développe un cadre d'analyse qui concerne le travail et technologie. D'abord, il atteste que le déterminisme technique (dans la relation technique et organisation) « est une position qui, fondamentalement, pose problème ». Selon lui, la technologie inclut une vision technique et sociale provenant de ces concepteurs et que cette technologie véhicule un design organisationnel implicite, qui à la fois stimule et limite la variabilité de ses usages. Il l'exprime ainsi: « Il existe des effets spécifiques des technologies sur les organisations, renvoyant au design organisationnel implicite véhiculé par la technologie, ces effets étant engendrés par les contraintes et les opportunités organisationnelles. [...] Ces effets spécifiques ne sont pas nécessairement identiques d'une organisation à l'autre vis-à-vis d'une même technologie [...] Les effets spécifiques sont modelés par le mode de gestion du changement technologique. » Toutefois précise Alsène, « la gestion organisationnelle du changement technologique n'est pas aussi libre, indéterminée, qu'on pourrait le croire : il existe un design organisationnel dont il s'avère ardu de franchir les limites, ces limites renvoyant elles aussi à la logique organisationnelle portée par la technologie²¹². » En conclusion, il déclare que « la technologie et l'organisation apparaissent véritablement comme des sphères stratégiques, à placer sur le même plan et autonomes- et non pas plus l'une résultante de l'autre- comme chacune fait l'objet de changement²¹³ ».

²¹¹ Sainsaulieu, R. (1987). Sociologie de l'organisation et de l'entreprise, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, Dalloz, Paris, p 275 -280.

²¹² Alsène, E. (1990). Les impacts de la technologie sur l'organisation, sociologie du travail, n 3 p. 329-330.

²¹³ Ibid., p. 331

Dans une perspective analogue, les travaux de Veltz et Zarifian (1993) analysent l'imbrication de la structure cognitive- c'est-à-dire à caractère technique- et la structure sociale dans l'organisation. Le point de départ des deux auteurs c'est que les changements rapides qui se produisent aujourd'hui à l'intérieur des entreprises posent des problèmes d'analyse considérables. Ils résument ce postulat par quatre constats :

« -L'organisation du travail se limite de moins en moins à des choix de mise en œuvre, voire de conception, des techniques. Elle est partie intégrante d'options plus larges d'organisation de la production, qui sont elles-mêmes guidées par la définition des principes concrets d'efficacité.

- L'évolution du travail, dans ces conditions, résulte autant, voire plus d'innovations organisationnelles « pures » notamment sur les formes de coordination des activités, que de la modernisation technique, pourtant intense.

- Ces changements ne peuvent pas être analysés comme des changements locaux, spécifiques aux ateliers, ni même comme ayant leurs origines dans des ateliers; leur champ est celui des « systèmes de production », incluant l'entreprise et les réseaux de coopération dans lesquels sont engagés.

- Tout se passe ainsi comme si l'on redécouvrait l'existence au cœur de l'organisation d'une dimension économique, qui avait été en quelque sorte masquée par la stabilité et la simplicité des principes d'efficacité de la production taylorienne²¹⁴ ».

À partir de ces constats, il devient nécessaire, selon eux, de « bâtir un cadre d'analyse » ou plus spécifiquement un « modèle d'organisation » qui permet de rendre compte de ces changements et de « renouer avec une lecture sociologique de l'entreprise et du travail » qui intègre matérialité technique, complexité économique et caractéristique sociale. « [...] Le modèle d'organisation est fondamentalement ce qui réunit les dimensions sociales et les dimensions *cognitives* (c'est l'auteur qui souligne) d'un univers de production. ». Autrement dit, les auteurs estiment que « parler de modèle d'organisation, c'est alors faire l'hypothèse (forte) qu'il n'y a pas d'un côté ces schémas types de nature cognitive, et d'un autre côté, les schémas types d'organisation sociale (structures hiérarchiques, formes d'exercice de pouvoir

²¹⁴ Veltz, P., Zarifian, Ph. (1993). Vers de nouveaux modèles d'organisation?, Sociologie du travail, N. 1/93, p.p. 3-4.

et de l'influence, règles régissant les relations entre acteurs, la coordination et le traitement des conflits, etc.) mais « une structure » qui combine étroitement les deux ensembles, et qui s'incarne non seulement dans des représentations mais dans des réalisations en acte²¹⁵. »

Dans une étude relativement récente (2000) sur la bureautique et les TIC, Valenduc tente de limiter quelque peu l'optimisme organisationnel mais aussi de confirmer le caractère peu déterministe des TIC. En conclusion, il écrit que « la bureautique aujourd'hui n'est ni technologiquement déterminée, ni socialement construite : elle est faite d'un éventail de solutions pragmatiques pour résoudre des problèmes et gérer des contraintes²¹⁶. »

Finalement, nous évoquons les travaux de la sociologie des usages. Cette mouvance s'est construite principalement en opposition au modèle linéaire de l'innovation qui va dans le sens unique de l'offre technique. À l'instar des travaux de Perriault (1990) sur le minitel, de Chambat (1994), Jouët (2000), Bertrand (2002) sur les TIC, nous constatons que l'offre technologique est soumise aussi à une logique d'usage qui l'aménage, la détourne, la modifie et parfois la rejette lorsqu'elle est jugée inadéquate. Les travaux réalisés par la sociologie des usages constituent, ainsi, une manière différente d'appréhender la coévolution : l'objet technique et la demande (ou le besoin) socio-économique se façonnent mutuellement.

3.4 Critiques de l'approche coévolutionniste

Malgré que l'approche de la coévolution s'inscrive dans une démarche éclectique et intermédiaire, elle n'a pas échappé à des critiques qui s'apparentent parfois, en termes de virulence, à celles adressées aux deux approches extrêmes. D'une manière générale, tous les cadres et théories proposés dans le présent chapitre ont fait l'objet de quelques critiques. Nous explicitons quelques-unes :

Tout d'abord, et cela ne surprendra personne, Ellul conjugue une critique très sévère à l'égard du modèle pragmatique de Habermas. Dans ses propres termes, Ellul s'exprime ainsi :

²¹⁵ Velz, P., Zarifian, Ph. (1993), p. 6.

²¹⁶ Valenduc, D. (2005), p. 93.

« Habermas fait une analyse superficielle de la relation entre technique et politique. Il se contente d'arguments comme "l'orientation du progrès technique dépend des investissements publics", donc de la politique [...]. Il reste au souhait élémentaire de "reprendre en main la technique", de la "placer sous le contrôle de l'opinion publique", "de la réintégrer au sein du consensus des citoyens". C'est hélas un petit peu plus complexe [...]. Son exposé du "modèle pragmatique" est de l'ordre des vœux pieux »²¹⁷.

Par ailleurs, bien que la création et l'institutionnalisation du TA soit une réelle avancée, celui-ci ne ramène, selon certains, que des réponses limitées aux interrogations relatives à l'évolution de la technique et de la société et aux risques des nouvelles techniques sur la société. Les principales lacunes peuvent être formulées de la manière suivante :

L'absence de maîtrise des éléments techniques et scientifiques sur lesquels les organes du TA devraient se prononcer. « Le constat posé par les parlementaires, note Maris, est celui d'une impuissance ou d'une absence de maîtrise décisionnelle face à la complexité et à l'incertitude des programmes technologiques et scientifiques sur lesquels ils sont amenés à se prononcer ». En plus, la nature de risque, souvent diffus et imprévisible, rend toutes mesures de contrôle ou de prévention difficile. Le risque n'est pas seulement défini en termes « d'effet négatif pour la santé, la sécurité, l'écosystème naturel », mais il est aussi lié à des « conséquences sociales, économiques et politiques — voire culturelles des développements technologiques et politiques »²¹⁸.

La rationalité de la décision politique. La conception du modèle TA repose, théoriquement, sur la rationalité de la décision politique dans le choix de développement technologique et scientifique. « [...] le congrès a autorisé la création de l'OTA comme son organisme d'information et d'analyse non partisane, experte, objective et anticipative » (OTA, mars 1986). Alors comme le soulignent très habilement Kusters et coll., « chacun sait qu'il n'y a pas de rationalité en dehors de celle des acteurs et que les processus de décision politique sont, dans leurs principes mêmes, animés de logiques d'intérêt, de

²¹⁷ Ellul, J. (2004), p. 139.

²¹⁸ Lobet-Maris, C. et Kusters, B. (1992). « Technology assessment : un concept et des pratiques en évolution ». *Technologies l'information et société*, vol 4, n 4, p435-455.

subtils jeux d'alliance, de conflits et de compromis s'écartant de manière assez radicale de l'illusion scientifique que semble poursuivre le TA ».

Sur les méthodes d'analyses qui structurent le TA, Roqueplo (1986) et Moatti (1989) dénoncent « une science qui interroge la science ». Selon Roqueplo on est face à « l'une des questions les plus difficiles posées par l'« assessment » : que faut-il savoir pour prendre une bonne décision en matière de science ou de technologie, et pour évaluer les choix en ce domaine ? Réponse difficile, mais dont un aspect au moins est sûr : ce savoir ne se réduit pas à ce que savent les scientifiques en tant que tels dans les domaines considérés »²¹⁹.

De son côté, le modèle de la structuration de la technologie a été fortement attaqué sur la justesse de ses fondements théoriques. Ainsi, les détracteurs d'Orlikowski soulignent que « la théorie de la structuration concerne la nature des systèmes sociaux et ne contient aucune considération particulière sur la technologie ni sur l'influence de la technologie sur la vie sociale. Néanmoins, son attractivité pour la recherche sur les systèmes d'information réside dans sa focalisation sur les structures et sur les processus par lesquels les structures sont utilisées et modifiées au fil des temps. Le champ « système d'information » a un intérêt profond pour la conception et l'analyse des structures de prise de décision et d'interaction entre l'être humain et l'ordinateur. (...) La technologie peut être considérée comme un contributeur potentiel au processus de structuration des interactions humaines²²⁰. ».

Enfin, les critiques adressées au modèle de la triple hélice portent, entre autres, sur le vocabulaire utilisé pour expliciter les principes de ce modèle. C'est dans ce sens que Shinn note : « Bon nombre de commentateurs se trouvent gênés par les déclarations théoriques relatives à la triple hélice et les trouvent même déconcertantes. Cela pourrait provenir en partie des difficultés rencontrées dans les formulations mathématiques associées à cette théorie. Cela peut venir aussi de qu'il est parfois difficile de bien saisir la terminologie très particulière de cette théorie. [...] Le message théorique qui accompagne la triple hélice doit devenir intelligible, faute de quoi le concept de coévolution risque d'être considéré comme

²¹⁹ Roqueplo cité dans Moatti, J.P. (1989). *Des sociétés vulnérables*. Economica, Paris, p. 247.

²²⁰ Valenduc, G. (2005), p. 130.

inapproprié ou faux et détaché des composantes empiriques de diagnostic ou de pronostic de la triple hélice²²¹ ».

3.5 Conclusion

Nous avons exposé, dans le cadre de ce chapitre, l'approche de la coévolution de la technique et de la société. Pour ce faire, nous avons jugé intéressant de décrire cette mouvance sous les trois champs suivants. Premièrement, la coévolution sous l'angle de vue de la sociologie du travail. Au-delà des approches déterministes qui ont marqué le début de la sociologie du travail, nous avons essayé de montrer l'étroite interdépendance entre la technologie et l'organisation. Deuxièmement, la coévolution sous un angle concret et pragmatique et cela à travers divers cadres d'analyse qui traduisent le façonnage mutuel du couple technique société. Nous nous sommes limités, dans le présent document, à expliciter les tentatives les plus significatives et pertinentes : le SST, le SI, le TA et le MST. Enfin, dans un troisième temps, nous nous sommes intéressés à quelques travaux récents appartenant à de multiples courants qui ont pour ambition d'appréhender la nature de la relation entre la technique et la société en dépassant le dilemme de la causalité.

Par ailleurs, sur la base de la description réalisée dans les trois premiers chapitres, nos interrogations portent désormais sur l'exemple bien précis des technologies convergentes. Ces dernières sont considérées par les institutions les plus prestigieuses (NSF, CE) comme « la révolution technologique du XXI^e siècle » au sens Kuhnien du terme. En effet, de par leurs caractéristiques; complexité et mariage entre plusieurs technologies d'une part, leur proximité du corps humain, devenu leur terrain d'application d'autre part, ses nouvelles technologies présentent des possibilités d'application impressionnantes qui changent et changeront la face actuelle du monde. C'est dans le cadre de ce paysage que nous envisageons de comprendre et d'analyser les processus de création, de diffusion et de fusion technologies convergentes, d'étudier leurs enjeux et leurs implications, notamment dans le milieu de travail.

²²¹ Ibid., p. 142.

DEUXIÈME PARTIE : CADRE CONCEPTUEL

CHAPITRE IV :

PROBLÉMATIQUE, MODÈLE CONCEPTUEL ET MÉTHODOLOGIQUE

CHAPITRE IV

PROBLÉMATIQUE, MODÈLE CONCEPTUEL ET MÉTHODOLOGIQUE

Dans le présent chapitre, nous annonçons, dans un premier temps, la problématique et les objectifs de notre thèse doctorale. Dans un deuxième temps, nous décrivons le cadre conceptuel en nous basant sur la revue de la littérature réalisée dans les chapitres précédents. En dernier temps, nous exposons notre cadre méthodologique : méthode de collecte des données, échantillon et méthodes d'analyse.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous estimons nécessaire d'introduire trois considérations que nous jugeons indispensables à l'avancement de la discussion.

Premièrement, *l'absurdité de l'affirmation*. Nous sommes profondément convaincus que les trois approches, présentées ci-dessus s'avèrent toutes valables. Autrement dit, les analyses selon lesquelles « la technique détermine la société », « la société détermine la technique » et « la coévolution de la technique et de la société » sont susceptibles d'expliquer, chacune de son côté (et dans certains cas les trois ensembles), l'interaction du couple technique-société. La robustesse de l'analyse dépend seulement du cas ou de l'exemple de la technique retenue. De ce fait, et si nous estimons que toutes les tentatives (sociologiques) qui ont analysé le phénomène technique sont vraies, nous sommes dès lors en mesure d'affirmer qu'elles sont toutes fausses. Car, comme l'explique magistralement Aristote, « en affirmant que tout est vrai, nous affirmons la vérité de l'affirmation opposée et par conséquent la fausseté de notre propre thèse (car l'affirmation opposée n'admet pas qu'elle puisse être vraie). Et si l'on dit

que tout est faux, cette affirmation se trouve fautive, elle aussi. Si l'on déclare que seule est fautive l'affirmation opposée à la nôtre ou bien que seule la nôtre n'est pas fautive, on se voit néanmoins obligé d'admettre un nombre infini de jugements vrais ou faux. Car celui qui émet une affirmation vraie prononce en même temps qu'elle est vraie, et ainsi de suite jusqu'à l'infini²²² ». Décidément, la « vérité » est une question de style, de rhétorique, d'argumentation...

Deuxièmement, *la futilité du choix*. La première considération pose un véritable problème. Nous sommes censés, dans la présente thèse, se positionner par rapport aux trois théories. Or, nous sommes entièrement d'accord avec K. Popper qui rejoint, d'une manière ou d'une autre, l'analyse Aristotélicienne lorsqu'il affirme dans son *Complément à la critique du relativisme* (1982) que « tout choix entre des théories rivales est arbitraire : soit parce que la vérité objective n'existe pas; soit parce que même si l'on admet qu'elle existe, il n'y a pas en tous cas de théorie qui soit vraie, ou (sans être vraie) plus proche de la vérité qu'une autre; soit parce que, dans le cas où il y a deux théories ou plus, il n'existe aucun moyen de décider si l'une est supérieure à l'autre²²³ ».

Troisièmement, *la stérilité de la causalité*. Pour planter la dernière pièce de notre tableau, nous considérons que le débat sur le point de savoir si l'homme doit s'adapter à la technique ou si la technique doit s'adapter à la nature de l'homme ne peut être que stérile. « Si la condition humaine, explique Arendt, consiste en ce que l'homme est un être conditionné pour qui toute chose, donnée ou fabriquée, devient immédiatement condition de notre existence ultérieure, l'homme s'est « adapté » à un milieu de machines dès le moment où il les a inventées²²⁴. À l'instar d'Arendt, nous pensons qu'« il ne s'agit donc pas tellement de savoir si nous sommes esclaves ou les maîtres de nos machines, mais si les machines servent encore le monde et ses objets ou au contraire avec le mouvement automatique de leurs processus elles n'ont commencé à dominer, voire détruire le monde et les objets »²²⁵. Notre

²²² Aristote cité dans Camus, A. (1985). *Le mythe de Sisyphe*, p. 33.

²²³ Popper cité dans Dubois, M (2001), p. 141.

²²⁴ Arendt, H. (2005). *Condition de l'homme moderne*, Presses Pocket, Paris, p. 199.

²²⁵ Ibid., p. 204.

but consiste à dépasser la logique de causalité dans l'explication de la construction du fait scientifique et technique.

4.1 Problématique et objectifs de recherche

Nous avons vu précédemment que les analyses sociologiques, en l'occurrence les trois approches, ont traité la question des sciences et des techniques dans une logique de cause à effet. D'un côté, le déterminisme technique présume que le développement de la technologie se situe dans une logique inévitable du progrès, que son avancement est autonome et qu'il crée un effet important sur le façonnage de la société. De l'autre, le déterminisme social - point de vue opposé - prétend que la technologie n'a pas d'existence autonome et qu'elle reste la matérialisation des rapports sociaux. Enfin, l'approche de la coévolution estime qu'il est impossible d'établir une relation de cause à effet dans l'un ou l'autre sens et insiste de ce fait sur le façonnage mutuel du couple technique-société.

D'emblée, précisons que l'objet de notre recherche est des plus modestes. Nous n'avons pas l'ambition de procéder à une mise au point d'une nouvelle conception des rapports science-société. Pas davantage, nous n'entendons pas discuter du bien-fondé des théories préalablement exposées, de leurs représentations ou de leur évolution. À ce sujet, nous avons déjà énuméré les critiques adressées à chacune des mouvances. Les critiques sélectionnées révèlent, dans une certaine mesure, une part de subjectivité et traduisent donc indirectement notre position. Nous n'avons d'autre ambition que de mobiliser l'ensemble des concepts et des arguments, des classifications et des conclusions pour analyser le processus d'innovation des technologies convergentes. De ce fait, nous nous inscrivons dans *une approche purement éclectique*. Autrement dit, nous envisageons de choisir ce qui nous paraît « bon » dans les diverses opinions. Il s'agit d'une approche flexible qui respecte les arguments des uns et des autres et qui nous laisse une large marge de manœuvre pour développer notre propre point de vue, c'est-à-dire notre cadre conceptuel.

PROBLÉMATIQUE

La perspective de cette recherche est de partir de cette réflexion générale sur le déterminisme technique, le constructivisme social et la coévolution, pour réfléchir un domaine spécifique des innovations technologiques, celui des technologies convergentes. Plus spécifiquement, notre ambition est de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs enjeux et leurs implications notamment en milieu de travail.

Ainsi, la question à laquelle nous tâcherons de répondre est la suivante :

Dans quelle mesure l'intégration des acquis théoriques des trois approches classiques qui ont pensé le phénomène technique permet-elle de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs enjeux et leurs implications, notamment en milieu de travail ?

OBJECTIFS

Notre thèse doctorale a pour objectifs d'analyser et de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs enjeux et leurs implications, notamment en milieu de travail. Pour y parvenir, nous envisageons :

- d'étudier le processus de création, de fusion et de diffusion des TC;
- d'identifier les acteurs et les sphères qui participent à l'élaboration du processus d'innovation des TC;
- d'examiner les règles d'interactions qui caractérisent les rapports entre les différentes sphères;
- d'analyser la politique actuelle d'évaluation et de gouvernance, ainsi que les visions et les orientations en matière de TC;
- d'appréhender les enjeux et les implications : sociétales, éthiques et légales;
- d'examiner les enjeux et les implications en milieu de travail.

4.2 Cadre conceptuel

Dans le domaine de la recherche scientifique, il est convenu qu'il existe au moins trois façons pour comprendre et expliquer un phénomène, ses propriétés, ses conditions d'apparition et ses aboutissements²²⁶. La première approche, dite des « constituants », estime que les formes existantes sont toutes composées de plusieurs éléments ou matériaux qui sont reliés entre eux. Ainsi, l'étude d'un phénomène quelconque passe par la description de ses constituants (par exemple, les explications d'inspiration biologique et moléculo-mécanique). La deuxième approche est celle qui considère le matériau comme un réseau de substances. Contrairement à l'approche « constituant », l'approche « réseau » s'intéresse aux propriétés globales des réseaux et non aux propriétés des éléments qui les constituent (par exemple, la physique non causale). Enfin, il y a l'approche « environnement » qui, comme son nom l'indique, s'intéresse aux conditions externes de l'évolution (par exemple, les explications d'inspiration darwinienne).

Chacun de ces trois modes d'explication permet d'analyser le phénomène étudié de manière différente, mais ils s'avèrent, en fin du compte, complémentaires (Morin, 2005; 2008). Par ailleurs, il peut arriver qu'un des niveaux ait une influence majeure qui relativise l'importance des autres modes d'explication (par exemple l'environnement au détriment des contenants). Comme l'explique Cornu, « cette difficulté à appréhender trois types de causes simultanément, chacune permettant d'expliquer certaines facettes du résultat observé, est à l'origine de nombreuses querelles dans les différents domaines scientifiques²²⁷ ». Les travaux d'Edgar Morin sur *la complexité générale* sont d'un grand enseignement à ce sujet. Selon Morin, l'analyse des phénomènes et des connaissances engage un double mouvement de *distinction* et de *conjonction*. Autrement dit, *la pensée complexe* imposerait à la fois une étude des parties constituantes, mais en même temps une analyse globalisante qui permet d'établir des relations entre les parties constituantes et de les introduire dans un ensemble organisé. Le double mouvement de la complexité générale a le mérite, selon Edgar Morin, de « distinguer ce qui est confondu et relier ce qui est séparé » (Morin, 2005).

²²⁶ Nous nous sommes inspirés des analyses réalisées par Edgar Morin sur les notions de « la complexité » et de « la méthode » (2005; 2008) et qui sont reprises en partie dans le travail de Cornu (2008).

²²⁷ Cornu, J.M. (2008). *ProspecTic : Nouvelles technologies, nouvelles pensées?*, Éditions FYP.

Ainsi, l'application des acquis théoriques des approches classiques aux trois modes d'explication, *séparés et confondus*, nous amène à proposer un cadre conceptuel qui nous permettra d'appréhender le processus d'innovation sous un angle différent. Dans la mesure où nous envisageons la recherche scientifique et technique comme un processus complexe qui s'effectue à la jonction de plusieurs dimensions, nous affirmons que la compréhension du processus d'innovation des technologies convergentes passe indubitablement par la combinaison des *trois dimensions* suivantes²²⁸ :

- *L'objet technique.* Il renvoie à la structure interne de l'œuvre technique : disciplines préexistantes, enchaînement interne des concepts et des théories, caractéologie de l'objet technique (caractéristiques intrinsèques et extrinsèques).
- *Le contexte.* Le terme contexte est utilisé dans les travaux de Nowotny, Scott et Gibbons (2001) pour désigner la configuration générale de production des savoirs. Le contexte concerne les sphères et les « mécanismes environnementaux » (Ben-David et Collins, 1997) qui influencent ou déterminent l'activité scientifique et technique. Nous estimons que le contexte général du processus d'innovation est composé de six (6) sphères : scientifique/technique, sociale, économique, politique, biologique et éthique.
- *Les règles d'interaction.* Il s'agit des règles d'interaction qui caractérisent la relation entre les différentes sphères. Les interactions sont de nature double : 1) *internes*; les interactions entre les composantes d'une même dimension et 2) *externes*; les interactions inter dimensions.

L'analyse du processus d'innovation des technologies convergentes engage d'abord une discussion autour des trois dimensions : objet technique, contexte et règles d'interaction. De plus, dans les sillages de la pensée complexe (Morin, 2005), notre modèle conceptuel prendra en considération l'imbrication et l'implication mutuelle des trois dimensions dans la construction du processus d'innovation. Revenons d'abord en détail sur chacune de ces trois dimensions.

²²⁸ Nous expliciterons pour chacune des dimensions les références théoriques et les postulats (évoqués dans notre cadre théorique) qui ont inspiré cette typologie.

4.2.1 L'objet technique

L'œuvre technique doit être décrite et analysée comme un fait. On ne peut pas nier le sens des découvertes d'un Newton (gravité), d'un Maxwell (électromagnétique) ou d'un Einstein (relativité générale) et les réduire uniquement à un contexte quelconque.

Dans un article intitulé « Une philosophie des sciences non sociologique est elle possible ? », Gilles Granger (1994), professeur honoraire au collège de France, tente de démontrer que la constitution et le développement d'une science ont *un sens intrinsèque*. Selon lui, l'analyse suppose « une interprétation de la production des œuvres et des concepts scientifiques, c'est-à-dire donner un sens [aux] travaux et [aux] productions de l'esprit humain²²⁹ ». C'est dans cette perspective qu'à l'intérieur de la dimension « objet technique », nous nous interrogeons sur le sens et la signification de la structure interne de l'œuvre technique, en l'occurrence les technologies convergentes.

Concrètement, nous estimons que l'étude de *la structure intrinsèque de l'objet technique* doit prendre en considération trois éléments²³⁰ :

Premièrement, les *domaines préexistants*. En effet, une nouvelle spécialité n'est jamais une création ex nihilo. Celle-ci est fréquemment la conséquence directe ou indirecte de l'hybridation de plusieurs disciplines ou sous disciplines préexistantes. Le concept « domaines préexistants » permet d'identifier l'ensemble des disciplines scientifiques et techniques déjà en place et qui participent activement à la fabrication d'un nouvel objet technique. Dans le cas des technologies convergentes, cela correspond a priori aux quatre domaines qui sous-tendent la convergence : les nanotechnologies, les biotechnologies, les technologies d'information et de communication et les sciences cognitives.

²²⁹ Granger dans Boudon, R et Clavelin, M. (1994). *Le relativisme est-il résistible ?* Regard sur la sociologie des sciences, Actes du Colloques international, p. 84.

²³⁰ Pour l'analyse de l'objet technique, nous nous sommes inspirés de la caractérologie réalisée par Ellul (1957) dans son ouvrage « La technique ou l'enjeu du siècle » et de l'article de Granger « Une philosophie des sciences non sociologique est elle possible ? » dans R. Boudon (1994), « Le relativisme est-il résistible? Regards sur la sociologie des sciences ».

Deuxièmement, *l'enchaînement interne des concepts et des théories*. Il s'agit ici de la succession, non accidentelle, des faits et des concepts scientifiques. Dans le cas des technologies convergentes, on pense à la convergence elle-même. Autrement dit, le processus de fusion des quatre domaines préexistants qui sous-tendent la convergence et la rendent possible. La convergence est avant tout une idée²³¹. Elle naît dans l'imaginaire des personnes avant de se transformer en concept. Par la suite, elle se concrétise par la combinaison et l'intégration intelligente de différentes fonctions et par la fusion de divers domaines qui s'avèrent, a priori, hétéroclites et qui finissent par se renforcer mutuellement. Au cœur du mécanisme de la convergence, il existe souvent un savoir scientifique qui permet l'incorporation et la diffusion de la technologie. Dans le cas des technologies convergentes, les nanotechnologies se situent, apparemment, au cœur du processus de fusion. La majorité des analyses est d'accord sur le rôle « générique » des nanosciences et nanotechnologies dans l'actuelle convergence.

Enfin, *la caractérologie de l'œuvre technique*. Il s'agit des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques de l'objet technique lui-même, une caractérologie au sens Ellulien du terme (voir Chapitre premier). Dans le cas des technologies convergentes, une première lecture des rapports institutionnels et de la littérature scientifique nous permet d'identifier trois caractéristiques non exhaustives qui soulignent les spécificités des TC :

- Au cœur du mécanisme de la convergence, il existe un savoir scientifique générique, qui permet *la diffusion illimitée et l'application invisible* de la technologie (Rapport d'expert, Commission européenne, 2004) ;
- L'intégration des quatre domaines entraîne la dissolution des disciplines et l'effacement des frontières (Dupuy, 2004; Bernold, 2004). En effet, selon Fuller, « les lignées autrefois distinctes viennent perdre une partie, sinon la totalité, de leurs différences dans

²³¹ Le rapport de la conférence de la commission européenne envisage que les deux personnages qui illustrent le mieux la convergence sont : Alexander Von Humboldt et Thomas Alva Edison. « Le premier, note le rapporteur, est peut-être le dernier des philosophes naturalistes universels du 19^e siècle qui ont essayé de voir et de comprendre le monde comme un tout, intrinsèquement interconnecté. Le second est un brillant ingénieur et un astucieux homme d'affaires, dont le génie fut de créer un système commercial complet intégrant des dimensions techniques telles que la production, le transport, l'utilisation et le comptage de l'électricité, pour faire de cette dernière un produit de base. La convergence, en théorie et en pratique, est d'abord un idéal scientifique très ancien et ensuite un concept totalement nouveau ouvrant la voie des sociétés technologiques du 20^e siècle. » (CE, 2004, p.8).

un moment de synthèse. Cela est beaucoup plus fort que la simple idée que les différentes disciplines partagent certains aspects en commun. » (Fuller, 2009, p.13) ;

- Les implications des TC posent un triple défi: des incertitudes sur les faits, des incertitudes sur les normes et un *bouleversement de l'ordre symbolique* (Swierstra et al., 2009a; 2009b; Giorgi, 2009; Ferrari, 2008; Kjolberg et al., 2008).

Dans le tableau suivant, nous rendons compte de notre grille de lecture et d'analyse. Vous y trouverez une cartographie (non exhaustive) des principales œuvres et références qui ont inspiré la première dimension de notre cadre conceptuel : *La structure interne de l'objet technique*.

Tableau 4.1 Grille de références « Structure interne de l'objet technique »

Domaines
<ul style="list-style-type: none"> • L'œuvre scientifique et technique entant qu'objet d'étude. • Selon Ellul (2004), pour comprendre ce qu'est le phénomène Technique et le système technicien, il ne faut pas <i>partir</i> des effets de la Technique sur l'homme ou sur la société [...] Il faut considérer l'objet technique en lui même, et ses interrelations (Ellul, 2004, p.41). • Heidegger (2006) prétend que « L'essence de la technique n'est rien de technique ». Selon lui, la conception superficielle, anthropocentrique et instrumentaliste ne permet pas de penser le phénomène technique (Heidegger, 2006, p. 47). • La constitution et le développement d'une science ont <i>un sens intrinsèque</i> (Granger, 1993, p. 84). • La relation entre le domaine scientifique et le domaine technique : la technologie est la technique qui passe par la science (Salomon, 1990, p.70); la scientification de la technique et la technicisation de la science donnent lieu, selon Hottois, à la notion de technoscience (Hottois, 1978; 2006). • Ellul attribue à l'informatique un rôle déterminant dans la structuration du système technicien. Le rôle des nanotechnologies dans l'intégration des quatre domaines est semblable (centrale ou/et générique) à celui joué par TIC dans le système technicien tel que présenté par Ellul. • L'émergence de nouveaux domaines de savoir scientifique (Latour, 1989; Vinck, 2007, p. 70). • Les disciplines en tant qu'arrangement socio-épistémologique fluides (Mulkay, 1975). • L'élargissement du cercle des domaines. Ben-David et Collins (1997) estiment qu'il convient de s'intéresser aux « mécanismes environnementaux » qui déterminent la structuration et l'institutionnalisation de nouvelles disciplines. • La relation entre le domaine technoscientifique et le domaine social (le programme « fort » et le programme dur de la sociologie des sciences et des techniques, l'approche socioconstructiviste). Une analyse (partielle) de la structure interne de l'objet technique : La fabrication d'un fait scientifique (Latour et Woolgar, 1988, « Le cas du TRF(H) »).

Enchaînement

- L'unicité de la technique : les parties du phénomène technique sont ontologiquement liées (Ellul, 1990, p. 88; 91).
- L'auto-accroissement : « Ce ne sont plus les conditions économiques ou sociales, ni la formation intellectuelle; ce n'est plus le facteur humain qui est déterminant, mais essentiellement la situation technique antérieure. *Lorsque telle découverte technique a lieu, il s'ensuit presque par nécessité telles autres découvertes* » (Ellul, 1990, p.81).
- Heidegger présente la technique comme un dispositif, une forme particulière de disposer les choses et d'organiser la matière (voir page 44 chapitre I de la présente thèse).
- La technoscience souligne les dimensions opératoires- technique et mathématique- des sciences contemporaines (Hottois, 1978; 2006).
- La science comme action résultant des « puzzles », « puzzles successifs » (Kuhn, 1989).
- La technique est un ensemble de cohérences aux différents niveaux de toutes les structures de tous les ensembles et toutes les filières (Gilles, 1979).
- La production des connaissances est marquée par de multiples interactions [...] les réseaux de la science sont hétérogènes; ils sont composés de chercheurs de différentes spécialités (Knorr-Cetina, 1982; Vinck, 2007).
- La construction d'un réseau formé d'acteurs et d'actants. Les cartes de relations entre les domaines, les collaborations, les personnes ressources, etc. (Callon et al 1991; 1993).

Caractérogies

- La différence entre la technique traditionnelle et celle issue de la science appliquée (Ellul, 1990, p.58).
- Faire la distinction entre l'outil et la machine. Degré d'indépendance par rapport à l'utilisateur (Mumford, 1963; Arendt, 1958).
- La technique comme système : la technologie se développe selon sa propre logique systémique et s'impose à l'ensemble de la société (Ellul, 1990; 2004).
- Selon Ellul, les caractéristiques extrinsèques de la technique moderne sont : l'Automatisme du choix technique, l'Autonomie, l'Auto-accroissement, l'Ambivalence, l'Unité et l'Universalité.
- La technique est partout (Heidegger, 1958).
- La technique met plus décisivement son empreinte et règne plus exclusivement sur les phénomènes de l'univers et sur la place qu'y occupe l'homme (Heidegger, 1976, p.16).
- La technique n'est pas la même chose que l'essence de la technique (Heidegger, 1958, p. 9).
- La technique moderne en tant que mode de dévoilement provoquant et d'interpellation est un arraisonement (Heidegger, 1958, p. 27).
- Le lien entre l'activité cognitive et le contexte socioculturel : le programme fort de la sociologie des sciences.
- La technique en tant que construction sociale : le programme « dur » de la sociologie des sciences.
- La connaissance faiblement contextualisée et la connaissance fortement contextualisée (Nowotny et al., 2003).

Dans le cadre de la présente thèse, nous interrogerons sur la portée et l'exactitude de ces trois éléments (domaines, enchaînement et caractérologies).

L'influence de la structure interne de l'objet technique sur le processus d'innovation des technologies convergentes :

- Comment les quatre domaines techniques et scientifiques participent à la fabrication de l'objet technique en question ?
- Quel est le rôle des technologies dites « génériques » dans le processus de convergence des quatre domaines scientifiques et techniques ?
- Dans quelles mesures et de quelles manières les propriétés des quatre domaines favorisent-elles l'enchaînement et la fusion ?
- Quelles sont les caractéristiques et spécificités des technologies convergentes ?
- Pourquoi ces spécificités justifient-elles un regard particulier sur les relations entre technologie et société, mais aussi entre l'ensemble des sphères ?

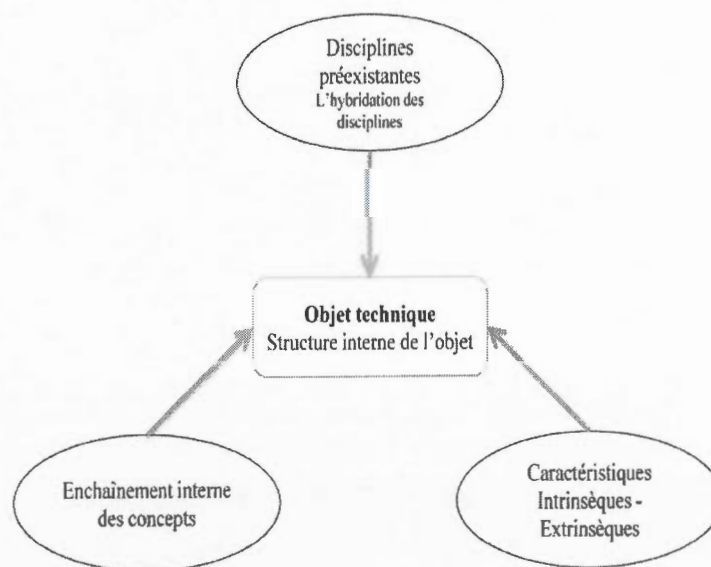


Figure 4.1 Structure interne de l'objet technique

4.2.2 Le contexte

Dans cette dimension, nous considérons le rôle du contexte dans la production des œuvres. L'étude de l'objet technique doit se faire en rapport avec le contexte- société et époque- dans lequel le « fait » émerge. La contextualisation sociale des sciences et des techniques- logique de causalité pour les « forts » et logique de fusion pour les « durs »- n'est pas suffisante pour comprendre le processus d'innovation. D'une manière générale, la sociologie des sciences, dans sa pluralité interne, prend en considération le contexte socioculturel du développement scientifique et néglige partiellement les autres variables qui définissent le contexte.

Les approches classiques que nous avons présentées dans les trois premiers chapitres révèlent, chacune de son côté, le rôle et la place des acteurs et instances impliqués dans les différentes phases du processus d'innovation. Ellul, par exemple, met en scène l'autonomie de la sphère technique à l'égard des sphères politique, économique, et éthique (dans le système technicien, 2004, p. 137;145;152). Les protagonistes des programmes « fort » et « dur » de la sociologie des sciences et des techniques mettent en avant la dimension socioculturelle pour démontrer la construction sociale de la connaissance scientifique. Enfin, l'approche de la coévolution insiste sur les interactions qui existent entre l'industrie, les instances politiques et les milieux scientifiques (M1-M2, Triple Hélice, etc). À l'instar de ces travaux, il nous semble que le processus d'innovation des TC révèle l'influence conjuguée de plusieurs sphères qui dans la réalité sont imbriquées, mais que nous identifions schématiquement en six (6) catégories:

- *La sphère sociale* : Elle est principalement composée de l'opinion publique (le citoyen) et de la « société civile ». Dominique Pestre (2001) affirme que le rôle joué par la société civile dans la construction de l'imaginaire technique et social est assez flou (Pestre, 2001, p. 137). Selon le Livre Blanc de la commission européenne, la société civile « regroupe notamment les organisations syndicales et patronales (les « partenaires sociaux »), les organisations non gouvernementales (ONG), les associations professionnelles, les organisations caritatives, les

organisations de base, les organisations qui impliquent les citoyens dans la vie locale et municipale, avec une contribution spécifique des Églises et communautés religieuses²³² ».

- *La sphère technique/scientifique* : Dans le chapitre préliminaire, nous avons proposé de définir les domaines scientifiques et techniques. Nous reprenons l'ensemble de ces précisions pour définir la sphère scientifique et technique. Par sphère technique et scientifique, nous renvoyons à l'ensemble des acteurs et des objets (« actants ») qui composent ce domaine à savoir : les scientifiques, les ingénieurs, les techniciens, les groupe et laboratoires de recherche privés et publics ainsi que les objets et domaines technico-scientifiques préexistants.

- *La sphère politique* : Dans *Le savant et le politique*, Weber (2006) définit le concept politique comme étant « l'ensemble des efforts que l'on fait en vue de participer au pouvoir ou d'influencer la répartition du pouvoir, soit entre les États, soit entre les divers groupes à l'intérieur d'un même État ». Cette définition générale sera complétée par celle d'Ellul qui écrit dans *l'Illusion politique* (2004) : « Pour moi le politique est le domaine, la sphère des intérêts publics gérés et représentés par l'État. La politique est l'action relative à ce domaine, la direction du groupement politique, l'influence que l'on exerce sur cette direction. J'englobe ainsi dans ce dernier terme la direction de la « chose publique » comme la compétition entre les groupes prétendant apporter des solutions aux questions soulevées dans la société²³³ ». À la lumière de ces deux définitions, nous considérons que l'action politique s'exerce concrètement sous l'égide des autorités législative, exécutive et judiciaire en lien avec l'orientation, l'évaluation et la gouvernance des domaines scientifiques et techniques.

- *La sphère économique* : Il ressort dans l'ensemble des analyses que la sphère économique joue un rôle central dans la construction et le développement des sciences et des techniques. Il est très difficile de délimiter le champ d'application du domaine économique vu les relations qu'entretiennent les acteurs économiques avec les autres sphères, notamment la sphère scientifique. À ce sujet, Vinck (2007) montre bien de quelle manière et dans quelle mesure l'activité scientifique se présente comme une organisation, une organisation

²³² Le Livre Blanc sur la gouvernance de l'union européenne, Bruxelles, 2001, p.17.

²³³ Ellul, J. (2004). p. 29

marchande, nationale et internationale (Vinck, 2007, p.91-105). Cela étant dit, nous proposons de délimiter les contours de la sphère scientifique à l'ensemble de personnes et instances qui se consacrent aux activités de financement, de production et de commercialisation de la connaissance scientifique et technique, privée et publique.

- *La sphère biologique* : Que voulons-nous dire par « biologique » ? Pour ce terme, le dictionnaire propose la définition suivante : « relatif à la biologie qui a rapport à la vie, de la vie spontanée, naturelle ». Notre conception de la sphère biologique est en rapport étroit avec cette définition. Néanmoins, il existe une double difficulté théorique à ce sujet. D'abord qu'est-ce que la vie ? La notion de la vie est une notion dynamique, en mouvement constant. Elle évolue en fonction de nos connaissances et de notre perception du monde. Il devient donc difficile de cerner l'aspect biologique sans qu'il soit perpétuellement remis en cause. Ensuite, deuxième difficulté, la sphère biologique acquiert, d'un point de vue juridique, un statut « objet » en opposition au statut « sujet ». Autrement dit, l'homme en tant que sujet a le *droit* d'agir sur la nature-objet. Dans son ouvrage, Michel Serres (1987) appelle à un nouveau « contrat naturel » dans lequel « le monde, objet d'expérimentation pour les sciences, objet d'exploitation pour les techniques, doit devenir sujet de droit ». En tant que « sujet », la sphère biologique acquiert un statut juridique semblable à celui de l'homme²³⁴.

- *La sphère éthique* : Nous nous questionnons dans le cadre de notre étude sur la nécessité d'identifier une « sphère éthique » à part entière, ou bien s'il faut intégrer cette dimension à l'intérieur des cinq sphères déjà désignées. En fait, acter la naissance de la sphère éthique consiste à identifier les protagonistes, le rôle qu'on leur accorde et leurs champs d'action. Aussi, l'identification d'une sphère éthique permet peut-être de sortir ce concept de sa dimension abstraite et parfois spéculative pour lui octroyer une dimension pragmatique, une éthique applicable conçue à partir de « connaissance adéquate ». Mais d'abord, que voulons-nous dire par « éthique » ? Le terme éthique vient du grec *éthos*, « science de la morale et art de diriger la conduite ». Généralement, l'éthique permet de répondre à la question « comment agir vers le mieux, faire un choix de comportement dans le respect de soi-même et

²³⁴ À ce sujet, voir Hermitte, M.A. *L'Homme, la Nature et le Droit* (1988); *Les limites juridiques de la liberté de la recherche* (2001).

d'autrui ? ». À l'instar de Spinoza (1993), nous détachons le terme éthique de toute connotation « morale » et nous l'envisageons dans le sens « d'une réflexion théorique portant sur la valeur des pratiques et sur les conditions de ces pratiques ».

Chacune de ces sphères semble influencer, dans des proportions variables et selon des modalités différentes, le cours du développement du processus d'innovation des TC ainsi que son rythme et son orientation. Cette présentation schématique des différentes sphères néglige sûrement la dynamique complexe du contexte général de la construction de l'objet scientifique et technique. Dans la réalité, les frontières sont souvent minces et parfois inexistantes. Les sphères s'entremêlent et les objectifs des uns se confondent, ou plutôt, dissimulent ceux des autres. Cet enchevêtrement des sphères entraîne un brouillage dans les droits et les obligations des acteurs engagés dans la construction sociale de la réalité technoscientifique et rend les interactions nébuleuses et la reconnaissance des responsabilités très difficile.

Dans le tableau suivant, nous rendons compte de notre grille de lecture et d'analyse. Vous y trouverez une cartographie (non exhaustive) des principales œuvres et références qui ont inspiré la deuxième dimension de notre cadre conceptuel : *Le contexte général*.

Tableau 4.2 Grille de références « Contexte général du processus d'innovation »

Scientifique/Technique et Technoscience
<ul style="list-style-type: none"> • L'homme n'est pas libre de choisir entre les procédés, les machines et les organisations; celles-ci s'imposent à lui en fonction de leur efficacité (Ellul, 1990, p.74). • Enchevêtrement entre science et technique (Hottis, 1978; 2006). • La technique est un arraisonnement (Heidegger, 1958). • Selon Hayek (1953), l'ingénieur est complètement coupé du processus social. Son entreprise technoscientifique est « indépendante d'une situation humaine particulière ». • Le concept de <i>paradigme</i> définit un état d'une discipline scientifique particulière à un moment de son histoire. Le concept de <i>révolution scientifique</i> selon lequel la science progresse de manière fondamentalement discontinue, c'est-à-dire non par accumulation mais par rupture (Kuhn, 1989). • Étude de l'objet technique selon des angles de vue qui ne correspondent pas nécessairement à ceux des commanditaires ou des concepteurs des projets, en mettant l'accent sur la diversité des usages, sur les écarts entre les attentes idéalisées et les pratiques observées, sur les échecs et les problèmes de qualité (Kling, 2001).

Économique

- La technique ne prend son ampleur qu'avec l'effondrement du compromis entre marché et espace de socialité réalisé dans la nation (Latouche, 1995, p. 43).
- Mulkay fait valoir l'étendue et la diversité des utilisations rhétoriques et politiques des normes standard, lorsqu'il s'agit d'obtenir la légitimation scientifique ou de financement » (Mulkay, 1991).
- Edge et Williams (1997) prennent en considération les mécanismes du pouvoir, les intérêts économiques, les mécanismes du marché, qui influencent selon eux l'évolution des choix technologiques.
- Le *Mode 2* révèle des flux croisés entre la science et la société, qui associent l'université, l'industrie et les gouvernements dans les projets, où la pression sociale conditionne l'orientation des programmes scientifiques, tout autant que les résultats de ceux-ci pèsent directement sur l'évolution économique et sociale (Salomon, préface « Repenser la science, 2003, p.7).
- Le modèle de la Triple hélice décrit l'interaction entre les trois pôles, université-industrie-gouvernement (Leydesdorff et Etzkowitz, 1998; 2000).

Politique

- La science est une institution qui repose sur un « ensemble de valeurs et de normes teintées d'affectivité censé exercer une influence contraignante sur l'homme de science (Merton, 1938 ; 1942).
- La recherche en SST étudie comment les facteurs sociaux institutionnels façonnent la direction, le rythme de l'innovation et la forme de la technologie (Edge, 1997).
- Edge et Williams (1997) s'intéressent à la structure politique, au cadre institutionnel et aux systèmes juridiques, et tentent d'appréhender comment ces derniers orientent les choix techniques. Ils considèrent que leur initiative est « susceptible d'éclairer les décideurs dans le domaine des politiques de recherche et d'innovation, dans la mesure où elle fournit une alternative crédible au modèle linéaire de conception et de diffusion des innovations. »
- Le modèle pragmatique : la recommandation technique et stratégique ne peut s'appliquer efficacement à la pratique qu'en passant par la médiation politique de l'opinion publique (Habermas, 1973, p. 109).
- Les relations qu'entretiennent les universités, les pouvoirs publics et l'industrie (Nowotny & Gibbons, 1994; 2003).

Sociale

- La technologie n'a pas d'existence autonome et elle reste la matérialisation des rapports sociaux.
- Dans son analyse de l'activité scientifique, Merton (1938) confère « un sens religieux à l'investigation scientifique ». Il estime que le puritanisme ne crée pas la science mais contribue à accélérer son développement de façon spectaculaire et donc « facilite » son institutionnalisation.
- « On ne choisit pas une technologie parce qu'elle est plus efficace, mais c'est parce qu'on la choisit qu'elle devient plus efficace (Foray, 1989, p. 16).
- Une innovation ne vaut jamais qu'en fonction de la poussée sociale qui la soutient et l'impose (Braudel, 1979, p. 378).
- Processus social de production de la technique (Perrin, 1988, p.35).
- La technique n'est pas faite que de matière : elle est faite d'un ensemble de matière et de

personnes dont la géométrie change selon que cela fonctionne ou pas (Latour, 1994, p. 176).

- L'étude des systèmes de récompenses scientifiques (Zuckerman, 1977).
- La relation indirecte qui existe entre l'institution scientifique et le cadre social dans lequel elle évolue (Ben-David, 1955 ; 1971).
- « Le choix entre des paradigmes concurrents pose régulièrement des questions qui ne peuvent être résolues par les critères de la science normale » (Kuhn, 1989, p. 155).
- Les laboratoires de recherche développent des *interprétations locales* des règles méthodologiques (Kmor-Cetina, 1981).
- L'informatique sociale est l'étude interdisciplinaire systématique de la conception, des usages et des conséquences des technologies de l'information, de façon à prendre en compte leur interaction avec les contextes institutionnels et culturels (Kling, 2001).
- « Les propriétés structurelles des systèmes sociaux sont à la fois des conditions et des résultats des activités accomplies par les agents qui font partie de ce système » (Giddens, 1987, p. 15).
- « Une fois qu'elle est développée et déployée, la technologie se réifie et s'institutionnalise, elle se déconnecte des auteurs qui l'ont construite ou lui ont donné du sens, et elle fait partie des propriétés objectives et structurelles de l'organisation. L'action et la structure ne sont pas indépendantes » (Orlikowski, 1992).

Biologique

- La frontière entre naturel et artificiel : « Le concept de *technonature*, associant volontairement le mot de nature (le milieu où, tout « naturellement », nous naissons, vivons et mourons) et celui de technique. Force est de constater que notre environnement « naturel » [...] est quasi intégralement le produit de l'activité technicienne. » (Roqueplo, 1983, p. 18).
- « Comprise et maîtrisée par la science, la nature apparaît dans l'appareil technique de destruction qui assure et facilite l'existence des individus et qui en même temps les assujettit à ceux qui sont les maîtres de l'appareil. Ainsi se mêlent la hiérarchie rationnelle et la hiérarchie sociale. » (Marcuse, 1968, p.189).
- Guy Dénéliou (1980) présente l'ensemble des produits techniques comme une nouvelle division de la nature. Selon lui, le « règne machinal » succéderait au règne humain, après le règne minéral, le règne végétal et le règne animal. Il s'agit d'un véritable stade d'évolution.
- Les produits techniques comme une nouvelle division de la nature. Le « règne machinal » succéderait au règne humain, après le règne minéral, le règne végétal et le règne animal (Séris, 1994, 383).
- Habermas (1973) : « L'alternative proposée à la technique existante, c'est-à-dire le projet de la nature comme partenaire et non comme objet, renvoie à l'alternative d'une autre structure d'action : elle renvoie à l'interaction médiatisée par des symboles, par opposition à l'activité rationnelle par rapport à une fin. » (Habermas, 1973, p. 15-16)

Éthique

- La technique ne supporte pas de jugement éthique, n'accepte aucune limitation (Ellul, 1990).
- La technique paralyse toute action éthique (Latouche, 1995, p.47).
- La Loi de Gabor : « Tout ce qui est possible sera nécessairement réalisé » et par la suite « toutes les combinaisons possibles seront exhaustivement tentées. » (Cité dans Lecourt, 2003, p.82).

L'influence du contexte sur le processus d'innovation des technologies convergentes :

- Quel est l'impact des différentes sphères sur le processus d'innovation ?
- Comment les sphères influencent-elles, dans des *proportions variables* et selon des *modalités différentes*, le cours du développement du processus d'innovation, c'est-à-dire son rythme et son orientation ? Quels sont la nature et le rôle du contexte dans la production des œuvres scientifiques et techniques ?

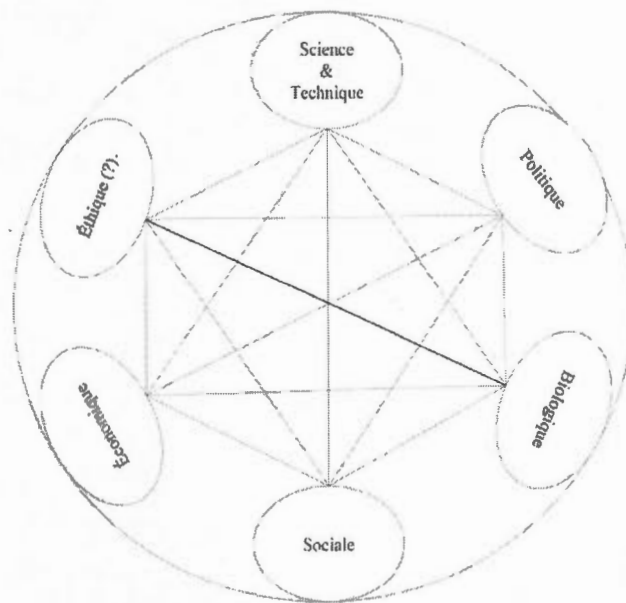


Figure 4.2 Contexte général du processus d'innovation

4.2.3 Les règles d'interaction

Il s'agit ici de la nature des relations entre les différentes particules élémentaires - acteurs et actants - qui interagissent et alimentent le processus d'innovation des TC. Quelle est la nature des interactions entre les différentes sphères ? Quel est le niveau d'autonomie et/ou de coopération entre les sphères impliquées dans le processus ? Comment influencent-elles la construction, potentielle et/ou réelle, des TC ? Pour répondre à ces questions, nous proposons d'analyser l'activité scientifique en tant qu'organisation avec des ancrages institutionnels (Shinn, 2005; Vinck, 2007 ; Nowotny et Gibbons, 2003). Nos objectifs sont d'examiner les activités de fabrication, de manipulation des nouvelles connaissances et de saisir les articulations entre les différentes sphères (acteurs) à savoir scientifiques, politiques économiques et sociales qui participent au processus d'invention et d'innovation. Mais également d'identifier les mécanismes de coordination et la nature des interactions entre ces différentes dimensions. Il nous semble évident que les travaux de la sociologie des organisations seront d'un grand apport pour la compréhension des règles d'interaction (comment les acteurs construisent et coordonnent leurs activités organisées). Cela étant dit, dans ce qui suit, ces travaux serviront uniquement de toile de fond à notre réflexion et permettront de dégager certains postulats jugés essentiels²³⁵.

De prime à bord, il nous est possible de reconnaître certains aspects de la nature des règles d'interaction que nous révélons sous deux postulats complémentaires: 1) les *marqueurs* des règles d'interaction et 2) le *fonctionnement* des sphères.

1) *Les marqueurs des règles d'interaction*. D'emblée, trois marqueurs sont mis en avant :

- D'abord, le marqueur « conflit » dans la construction de l'action collective. Les travaux d'Hebert Simon et de Michel Crozier sur l'organisation montrent bien que toute entreprise collective repose sur un minimum d'intégration des comportements des individus ou groupes qui poursuivent chacun des objectifs divergents, voire contradictoires (Simon, 1957; 1974;

²³⁵ Même si nous estimons essentiel d'évoquer les enseignements suggérés par la sociologie des organisations, il n'est pas question de pousser la réflexion dans ce sens. Nous nous limitons à certains éléments qui, à notre sens, apporteront quelques repères théoriques nécessaires à la présente analyse.

Crozier et Friedberg, 1977). Il sera question dans la présente recherche de la relation entre les différentes sphères. Il ressort d'emblée qu'un langage disparate, des intérêts divergents et des mandats incompatibles font en sorte que les sphères s'entrechoquent et que le dialogue débouche sur des relations conflictuelles. Par ailleurs, le marqueur conflit intervient dans les relations entre les différents acteurs d'une même sphère. De ce fait, deux sortes de conflits seront mises en exergue : 1) les conflits internes (entre les acteurs d'une même sphère, les divergences intellectuelles dans la sphère scientifique par exemple) et 2) les conflits externes (entre deux sphères : la sphère économique et la sphère scientifique).

- Ensuite, le marqueur « pouvoir » en tant que « dimension inéluctable de toute réalisation sociale » (Crozier et Friedberg, 1977; March, 1991 ; March et Cyert, 1992). À l'instar des travaux de Crozier et Friedberg (1977), nous estimons indispensable d'analyser le marqueur pouvoir du point de vue des acteurs. Le pouvoir « en tant que mécanisme fondamental stabilisateur du comportement humain ». Autrement dit, nous insistons sur le caractère relationnel du pouvoir : « le pouvoir implique toujours la possibilité pour certains individus d'agir sur d'autres individus ou groupes » (Crozier et Friedberg, 1977, p. 65). Cela étant dit, tout en gardant à l'esprit ce caractère relationnel du pouvoir, il nous semble important de réfléchir ce concept dans une perspective globalisante. Nous estimons que les relations de pouvoir sont en lien direct avec l'idéologie dominante d'une société et/ou d'une époque (le capitalisme industriel, financier et cognitif dans le cas des sociétés occidentales contemporaines). Celle-ci (l'idéologie) impose une répartition particulière des pouvoirs, des rapports de force et dicte, de ce fait, la prééminence d'une partie (sphère) sur une autre.

- Enfin, « la décision » comme finalité de tout processus. Elle s'avère un élément central et commun à l'ensemble des acteurs et des sphères. La décision collective est loin d'être un processus naturel qui surgit spontanément (Crozier et Friedberg, 1977). Elle nécessite au contraire des efforts de négociation, d'échange et de concession pour que les parties prenantes parviennent à trouver une solution mutuellement acceptable malgré les orientations divergentes. La nature et l'ampleur des conflits d'intérêts, le degré d'ouverture aux négociations et la répartition des pouvoirs entre les différents acteurs sont au cœur de tout processus décisionnel.

2) *Le fonctionnement des sphères*. Les règles d'interaction, en l'occurrence les trois marqueurs présentés ci-dessus, définissent les modes de fonctionnement des sphères dans le processus d'innovation. Le fonctionnement des sphères concerne les relations réciproques, la nature de l'échange, les possibilités d'action, les ressources matérielles et immatérielles dont disposent chacune des sphères ainsi que leur marge de manœuvre.

Dans le tableau suivant, nous rendons compte de notre grille de lecture et d'analyse. Vous y trouverez une cartographie (non exhaustive) des principales œuvres et références qui ont inspiré la troisième dimension de notre cadre conceptuel: les règles d'interaction.

Tableau 4.3 Grille de références « Règles d'interaction »

Conflit, intérêt et conflit d'intérêt
<ul style="list-style-type: none"> • L'anonymat généralisé de la mégamachine techno-sociétale démoralise les rapports sociaux et politiques des collectivités humaines (Latouche, 1995, p.47). • « Les intérêts, motivations et comportements sociaux établis dans une sphère institutionnelle- disons celle de la religion ou de l'économie- entretiennent une relation d'interdépendance avec les intérêts, motivations et comportements sociaux établis dans d'autres sphères institutionnelles- notamment celle de la science » (Merton, 1970). • Hagstrom (1965) estime qu'il existe un besoin de reconnaissance et même de notoriété qui peut être analysé comme un moteur de la production scientifique. • Querelles scientifiques (Merton, 1957); Controverses dans l'activité scientifique (Bijker et Pinch, 1987; Latour, 1989; Shinn, 2005). • Les cadres technologiques permettent d'identifier la position d'un groupe social pertinent, les problèmes qu'il dénonce et les solutions qu'il ramène (Bijker et Pinch, 1987). • La création de connaissances fait surgir des causes nouvelles d'incertitude et d'instabilité (Nowotny et al, 2003, p. 15). • Le modèle de la Triple hélice décrit la divergence d'intérêt qui peut exister entre les trois pôles : université-industrie-gouvernement (Leydesdorff et Etzkowitz, 1998; 2000).
Pouvoir
<ul style="list-style-type: none"> • Autonomie de la technique à l'égard de la sphère politique, économique, sociale et éthique (Ellul, 1990, p.77, p. 121, p.122). • La technique s'étend à toutes les sphères; économique, politique et sociale. La technique conditionne et provoque les changements sociaux, politiques et économiques. (Ellul, 1990, p. 122). • Selon Merton, en grande partie, la science constitue un monde autonome avec ses propres règles de fonctionnement (interne). • La compréhension du processus à l'origine des inégalités sociales au sein de la communauté scientifique permet de mieux comprendre la façon dont la science fonctionne en tant qu'institution

sociale (Cole & Cole, 1967).

- Collaboration et communautarisme entre Lauréat du prix Nobel (Zuckerman, 1977).
- Les formulations en termes d'évaluation de l'activité scientifique sont destinées à faire aboutir une « négociation sociale » (Latour et Woolgar, 1988, p.155).
- Les auteurs prennent en considération les mécanismes du pouvoir, les intérêts économiques et les mécanismes du marché qui influencent selon eux l'évolution des choix technologiques (Williams et Edge, 1997).
- Nowotny et al. estiment que dans le *Mode 2*, les instances académiques et les universités perdent leur prépondérance dans la production des connaissances et des innovations au profit des laboratoires des grandes firmes multinationales, des cabinets de consultants et des entreprises expertes (Nowotny et al, 2003, p. 34).
- Selon le principe de la *Triple hélice*, dans une économie fondée sur la connaissance, l'université est en mesure de jouer un rôle élargi en matière d'innovation. Du point de vue analytique, le modèle est différent du modèle des systèmes nationaux d'innovation, qui considère que l'entreprise joue le premier rôle en innovation (Leydesdorff & Etzkowitz, 2000, p. 139).

Décision

- Dans son ouvrage *Le système technicien* (2004), Ellul note au sujet de l'autonomie de la technique à l'égard de la sphère politique : « Je nierai certes pas l'existence du célèbre 'complexe militaro-industriel' [...] L'état ne peut pas ne pas intervenir [...] En revanche, il faut se demander qui dans l'état intervient, et comment cet État intervient-il, c'est-à-dire comment la décision est prise [...] » (Ellul, 2004, p. 137)
- L'anonymat généralisé de la mégamachine techno-sociétale démoralise les rapports sociaux et politiques des collectivités humaines (Latouche, 1995, p.47).
- L'invention n'est pas tout. Encore faut-il que la collectivité l'accepte et la propage. Ici plus que jamais, la technique cesse d'être la seule maîtresse de son propre destin (Bloch, 1963). La position de Fernand Braudel est assez voisine; « une innovation, déclare-t-il, ne vaut jamais qu'en fonction de la poussée sociale qui la soutient et l'impose » (Braudel, 1979).
- Loi de Gabor (1964) qui dit que « tout ce qui est possible sera nécessairement réalisé » et par la suite « toutes les combinaisons possibles seront exhaustivement tentées ». (dans Lecourt, 2003, p.82)
- L'éthos de la science (Merton, 1957) encadre l'activité des membres de la communauté scientifique et oriente la décision en termes de création de connaissances.
- La « résistance » des chercheurs à l'égard de certaines trouvailles scientifiques (Barber, 1958).
- L'influence des « facteurs externes » sur le processus de découverte scientifique (Kuhn, 1989).
- L'explication entière est une conjecture, même si c'est une conjecture à propos d'autres conjectures (Bloor, 1982).
- Les deux propriétés qui caractérisent le fait scientifique- la capacité de résister à la critique et la faculté d'intéresser d'autres acteurs (collègues, utilisateurs)- ne lui appartiennent pas en propre (Callon, 1998, p.46).
- Le progrès technologique est le résultat d'un processus qui commence par une controverse, passe par une sélection et débouche sur une stabilisation (Bijker et Pinch, 1987).
- L'objectif du TA est de fournir des données neutres et factuelles pour le processus de prise de décision (Geurts, 1987).
- Selon Nowotny et al. (2003), la science et la recherche n'ont plus le dernier mot et n'exerce plus l'autorité finale (Nowotny et al, 2003, p. 15).

Concrètement, nous nous intéressons aux rapports entre :

- Les différentes sphères qui constituent le contexte général;
 - Les composants de la structure interne de l'œuvre technique;
 - Le contexte, l'objet technique et les règles d'interaction;
 - Le processus d'innovation finalisé (qui débouche sur une nouvelle œuvre technique)
- sur les trois dimensions du modèle.

Dans les deux premiers cas, il est question d'interaction *endogène*, alors dans que les deux derniers, l'interaction est de nature *exogène*. À ce sujet, nous formulons nos interrogations sous la forme suivante :

L'influence des règles d'interaction sur le processus d'innovation des TC;

- Quelle est la nature des interactions entre les différentes sphères qui composent le contexte général (technique, social, politique, économique, biologique) et comment influencent-elles le processus d'innovation des TC ?
- Quelle est la nature des interactions entre trois éléments de la structure interne de l'objet technique? Comment influencent-elles le processus d'innovation des TC ?
- Quelle est la nature des interactions entre le contexte et l'objet technique ? Autrement dit, quel est le *rôle* du contexte dans la production du *fait* scientifique ?

Les enjeux et les implications des technologies convergentes

- Quels sont les enjeux et les implications des technologies convergentes sur :
 - Le contexte; l'impact des technologies convergentes sur le contexte général du processus d'innovation (les cinq sphères) ?
 - L'objet technique; les technologies convergentes deviennent *domaine préexistant* pour la construction de nouveaux concepts ?
 - Les règles d'interaction; l'avènement des technologies convergentes induit une redéfinition de la nature des règles d'interaction ? Plus spécifiquement, la mise en œuvre des technologies convergentes provoque-t-elle de nouveaux conflits, une redéfinition des rapports de pouvoir, de nouveaux choix en matière de décision ?

L'intégration des trois dimensions et leur impact sur le processus d'innovation des technologies convergentes représentent ce que nous appellerons *le tétraèdre de l'innovation*. Notre modèle conceptuel se présente comme suit :

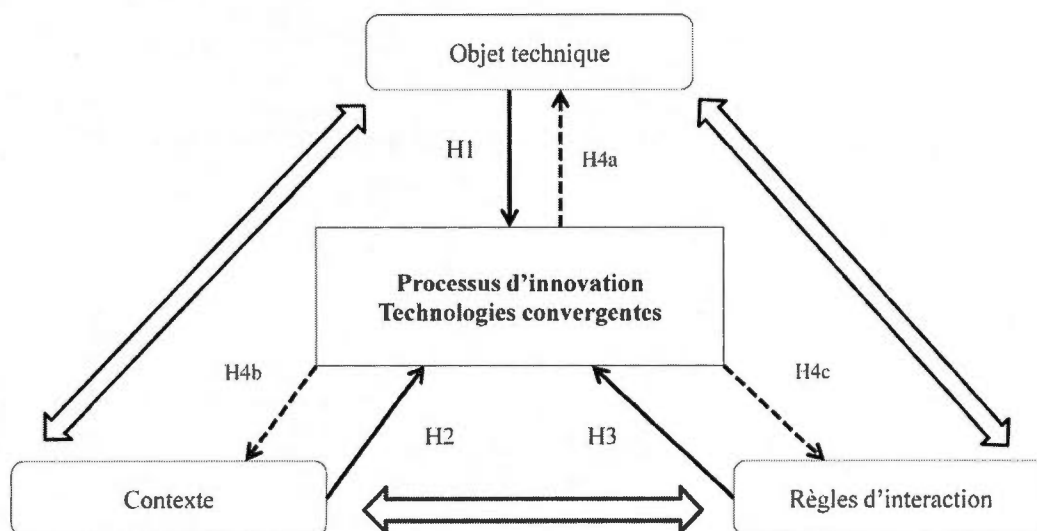


Figure 4.3 Le tétraèdre de l'innovation

4.3 Hypothèses de recherche

L'hypothèse principale de la recherche est la suivante : *les trois dimensions influencent le processus d'innovation*. Plus précisément, les vérifications empiriques seront orientées vers les sous-hypothèses suivantes :

H 1 : La structure interne de l'objet technique influence le processus d'innovation des technologies convergentes.

Chacune de ces sphères est susceptible d'influencer, dans des *proportions variables* et selon des *modalités différentes*, le cours du développement du processus d'innovation, c'est-à-dire son rythme et son orientation.

H 2 : Le contexte global - les cinq sphères - influence le processus d'innovation des technologies convergentes.

H 3 : Les règles d'interaction - endogènes et exogènes - influencent le processus d'innovation des technologies convergentes.

H 4 : Le processus d'innovation, l'objet technique, construit notamment les technologies convergentes, influence en retour les trois dimensions. Une fois en place, les technologies convergentes deviennent à la fois le médium et le résultat des trois composantes de notre modèle:

H 4a : Les technologies convergentes ont un impact sur le contexte.

H 4b : Les technologies convergentes ont un impact sur l'objet technique.

H 4c : Les technologies convergentes ont un impact sur les règles d'interaction.

Ces hypothèses nous permettront de répondre à la question auparavant posée lors de la problématique de recherche et donc de comprendre le processus d'innovation des technologies convergentes et d'appréhender leurs implications.

4.4 Cadre méthodologique

Pour répondre à notre problématique de recherche, la méthodologie proposée est la méthode qualitative. Concrètement, nous avons procédé par triangulation des sources et des méthodes :

1. Une analyse comparative de la documentation officielle dite aussi littérature technique.
2. Une méta-analyse de la littérature scientifique.
3. Des entrevues semi-dirigées avec des chercheurs, des décideurs politiques et des éthiciens.

L'étude empirique s'est déroulée sur deux étapes et dans l'ordre suivant :

1. La collecte des données : 1) analyse de la documentation technique; 2) méta-analyse de la littérature scientifique; 3) entrevues semi-dirigées.
2. L'analyse des données : une *analyse thématique* selon la *méthode enracinée* a été effectuée sur les informations recueillies (Paillé et Mucchielli, 2003; Strauss et Corbin, 2004).

4.4.1 Méthodes de collecte des données

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre préliminaire, les technologies convergentes ont été révélées par la NSF dans un rapport publié en 2002. La multiplication des réactions internationales (Canada, Europe et autres), institutionnelles (gouvernementales et non gouvernementales) et universitaires (toutes les disciplines confondues) nous procure aujourd'hui une documentation extraordinairement riche qui traduit le discours des principaux acteurs concernés par la fusion des NBIC. Suite à l'analyse de ce discours²³⁶, nous avons identifié certains thèmes récurrents et pertinents à partir desquels nous avons pu développer une panoplie de questions. Dans ce qui suit, nous présentons les différentes méthodes de collectes de données mobilisées dans le cadre de notre recherche doctorale.

²³⁶ Voir Chaari, N., Harrisson, D. (2011). Les technologies convergentes : une méta-analyse de la littérature scientifique, IV^{ème} congrès de l'Association Française de Sociologie, « Création et Innovation », du 5 au 8 juillet 2011, Grenoble, France.

4.4.1.1 Analyse documentaire

Notre premier outil de collecte des données est l'analyse de contenu de la littérature technique. Par « littérature technique », nous suggérons « les rapports de recherche et les documents théoriques ou philosophiques caractéristiques de l'écriture professionnelle et disciplinaires qui peuvent servir de matériaux de base à comparer avec les conclusions provenant de ses propres données²³⁷ ». Concrètement, nous envisageons une analyse théorique des documents officiels de référence. Nous nous référerons à des rapports institutionnels d'actualité portant sur la construction, l'usage, les orientations, les enjeux et les implications des technologies convergentes dans les sociétés occidentales. Dans l'analyse de contenu, nous réalisons « un examen méthodique, systématique et objectif des textes en vue d'en classer et d'en interpréter les éléments constitutifs, qui ne sont pas totalement accessibles à la lecture naïve²³⁸ ». Trois rapports institutionnels sont minutieusement étudiés :

a) Le rapport de la *National Science Foundation* (NSF) publié en 2002 et intitulé «*Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*» ET M.C. Roco and W.S. Bainbridge (2002). Un résumé du rapport a été publié dans une revue scientifique sous le titre «*Converging technologies for improving human performance: Integrating from the nanoscale*», *Journal of Nanoparticle Research* 4: 281–295, 2002.

b) Le rapport du *Conseil National de Recherches Canada* (CNRC) publié en 2003 et intitulé «*Bio-Systemics Synthesis- Science and Technology Foresight Pilot Project*». Aussi, le document Chhatbar, Arvind (2003), «*Rapport de la VIIIe table ronde : convergence des technologies et développement de marchés pour de nouveaux produits : changement climatique, santé et sécurité* », Ottawa: *Conseil national de recherches Canada*.

c) Le rapport de la *commission européenne* (CE) publié en 2004 sous le titre «*Technologies convergentes- façonner l'avenir des sociétés européennes* », précédé par le rapport de la

²³⁷Strauss, A Corbin, J. (2004). Les fondements de la recherche qualitative. Techniques et procédures de développement de la théorie enracinée, Fribourg Suisse : Academic Press Fribourg, p. 59.

²³⁸ Ibid., p. 75.

conférence ; Thomas Bernold. (2004). « Technologies convergentes- pour une Europe plurielle », *rapport de la conférence*, 14-15 septembre, Bruxelles.

Les trois rapports marquent officiellement la naissance du débat sur les technologies convergentes et constituent des références élémentaires et indispensables pour appréhender la problématique des technologies convergentes. L'analyse de contenu de ces rapports nous permet :

- D'avoir une connaissance approfondie- quasi complète- sur les origines et les questions qui concernent les enjeux ainsi que les implications des technologies convergentes en tant que concept abstrait (la convergence en tant qu'idée, processus, les conséquences et les défis).
- D'appréhender le discours officiel, du moins celui qui engage les trois institutions en question, en rapport avec la convergence des quatre disciplines scientifiques et techniques.
- De définir les thèmes récurrents et pertinents. Il s'agit d'une première étape pour dégager les thèmes significatifs permettant de construire une posture analytique et intellectuelle préliminaire.

Par ailleurs, nous envisageons de compléter notre analyse des rapports officiels par une analyse de certains documents de recherche qui concernent les quatre domaines de la convergence et qui apportent des éclaircissements sur la manière avec laquelle la convergence des technologies impacte et impactera notre quotidien, notamment en milieu de travail. Ainsi, notre regard se dirige vers certains travaux de la *Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail* (CSST, Québec) et son organe *l'Institut de recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail* (IRSST, Québec). Aussi, nous consultons certains travaux de *l'institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles* (INRS, France) et de *l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail* (AFSSET, France). Les études réalisées sous l'égide de ces quatre institutions seront d'un grand apport pour un examen sérieux des implications des technologies convergentes en milieu de travail.

4.4.1.2 La méta-analyse

Notre deuxième outil de collecte des données est la méta-analyse. Il s'agit de combiner « les résultats d'une série d'études indépendantes sur un problème donné ». Les bases de données que nous avons consultées sont: *ABI/Inform*²³⁹ et *Business Source Complete*²⁴⁰. Ces dernières sont considérées comme « incontournables » dans notre discipline et particulièrement dans les trois catégories suivantes: Gestion, Gestion des ressources humaines et management et technologies.

Quarante-six articles (46), révisés par des pairs, publiés entre 1991 et décembre 2010, ont été répertoriés à partir des termes « converging technology » or « converging technologies » or « technologies convergentes ».

L'analyse des articles s'est déroulée sur deux étapes. Dans un premier temps, il fallait parcourir l'ensemble des articles pour s'assurer qu'ils avaient un lien direct avec notre sujet, c'est-à-dire qu'ils traitent réellement de la question des TC telle qu'envisagée dans les rapports de la NSF et/ou de la CE. Après triage, trente-trois (33) articles ont été retenus.

La deuxième étape consistait à analyser le contenu des 33 articles. Tel que mentionné ci-dessus, nous proposons une méta-analyse de la littérature savante²⁴¹ portant sur les TC. Cela passe, à notre sens, par une analyse de contenu des cadres méthodologiques (échantillons, techniques de collecte et d'analyse de données), des cadres théoriques/conceptuels et des résultats/discussions des articles retenus.

La méta-analyse apportera des clarifications sur les discours, les thèmes, les acteurs, les orientations ainsi que sur l'ampleur des travaux scientifiques traitant cette problématique. L'intérêt de la méta-analyse de la littérature scientifique est triple. Premièrement, identifier

²³⁹ ABI/Inform comprend des « données bibliographiques d'environ 3000 périodiques et journaux et couvre de nombreux aspects de la gestion et des affaires : conjoncture, théorie et techniques de gestion, portrait et stratégie d'entreprises ».

²⁴⁰ Business Source Complete « contient des revues scientifiques et professionnelles, des monographies, des textes de conférences, des profils d'entreprises des 10,000 plus grandes compagnies dans le monde, des profils sectoriels, des rapports d'études de marché, des analyses SWOT en texte intégral. Mise à jour quotidienne ».

²⁴¹ Dans le but d'alléger notre propos, nous signalons que les termes « littérature scientifique », « littérature savante » et « discours savant » seront considérés comme synonymes, donc interchangeables et indifféremment utilisables.

une cartographie des grands axes thématiques du discours savant concernant la problématique récente et épineuse des TC (les thèmes pertinents qui sont en rapport direct avec nos objectifs de recherche). Deuxièmement, comprendre les liens qui existent entre les différentes thématiques telles que présentées dans le cadre de la littérature scientifique examinée. Aussi, insérer le discours de la littérature savante dans un cadre théorique global. Troisièmement, appréhender l'incidence du discours savant sur l'évolution, la gouvernance et les orientations en termes de TC.

Enfin, nous avons remarqué que certains auteurs des articles sélectionnés sont impliqués dans la réalisation des ateliers de travail, que ce soit celui de la NSF (Wolbring, 2008) ou celui de la CE (Arnaldi, 2008; Ringland, 2005). Il est aussi intéressant de mentionner que leur position personnelle (de ces auteurs) ne correspond pas toujours aux recommandations finales communiquées dans le cadre des rapports officiels. C'est ainsi que Wolbring (2008), membre d'un atelier organisé en 2001 par la NSF, fait une critique virulente à l'encontre du programme NBIC tel que présenté dans le document de la NSF (2002).

L'ensemble des documents mentionnés ci-dessus, littérature technique et scientifique, a été minutieusement examiné pour les fins de cette étude. À titre d'illustration, nous pouvons dire que notre recherche a nécessité la consultation d'une centaine de documents pour un total de près de 10 000 pages.

4.4.1.3 Les entrevues

Notre troisième et dernier outil de collecte des données est l'entrevue semi-dirigée. Nous sommes profondément convaincus que la complexité du processus nécessite un travail d'investigation qui dépasse la démarche de documentation.

La validation des entrevues. Dans la mesure où la grille d'entrevue a été réalisée pour les fins de cette étude, nous avons prévu de réaliser un pré-test sur un nombre restreint de répondants. L'objectif de ces pré-tests est de s'assurer de la clarté des concepts et de voir s'ils permettent de répondre aux interrogations qui sont sous-jacentes à la problématique (validité et fidélité).

La grille d'entrevue. L'étude du processus d'innovation des technologies convergentes a nécessité l'élaboration d'une grille d'entrevue adaptée à la problématique et à la population étudiée. La grille d'entrevue est composée de quatre sections. Nous avons procédé, dans une première section, à une description générale du poste occupé par la personne interviewée (I). Par la suite, nous nous sommes interrogés, dans les trois sections suivantes sur : l'objet technique (II), le contexte et les règles d'interaction (III) et, enfin, les enjeux et les implications des TC (IV) :

- I- La description générale et présentation de la personne interviewée (son poste, les implications de ce poste, depuis combien de temps, autres postes occupés dans cet établissement ou dans d'autres établissements, etc.).
- II- L'influence de l'objet technique - la structure interne des technologies convergentes - sur le processus d'innovation des TC.
- III- Le fonctionnement des sphères, la nature des interactions et l'impact sur le processus d'innovation des TC.
- IV- Les enjeux et implications des technologies convergentes, c'est-à-dire l'impact du résultat final du processus- en l'occurrence les technologies convergentes- sur les trois dimensions initiales : objet technique, contexte général (sphères) et la nature des règles d'interaction.

L'échantillonnage. Dans la présente recherche, nous procédons selon un échantillon par convenance jusqu'à saturation. Les informations sont recueillies auprès d'acteurs concernés par la convergence et les domaines de la convergence. C'est dans cette mesure que nous avons sollicité la participation des académiciens-universitaires, des professionnels de la recherche scientifique et technique, des décideurs politiques et des éthiciens membres de comité d'évaluation.

Nous avons d'abord identifié les principaux chercheurs dans les domaines des TC sur les sites Web des universités québécoises et européennes (Belgique et France). Nous les avons contactés pour solliciter leur participation.

Plusieurs personnes, de niveaux hiérarchiques différents, ont répondu favorablement à notre invitation : directeur de centre de recherche, directeur de département (physique, chimie, environnement, neurologie), titulaire de chaire de recherche, professeur universitaire, professionnel de la recherche, technicien de la recherche, décideurs politiques dans des organismes publics subventionnaires et experts éthiques qui siègent sur des comités de recherche. Au total, nous avons contacté 128 personnes et seulement 29 d'entre elles ont accepté de nous rencontrer, ce qui fait un taux de réponse qui tend vers les 23 %.

Il nous semble que la nature de cet échantillonnage nous permet de mieux comprendre la structure interne de l'objet technique, les relations qu'entretiennent les chercheurs et scientifiques avec l'ensemble des acteurs qui participent à l'élaboration du processus d'innovation des technologies convergentes ainsi que la question des implications socio-économico-éthique. Nous avons réalisé des entrevues semi-dirigées entre février 2010 et septembre 2010. La durée des entrevues est d'une heure trente.

Les entretiens se sont révélés pertinents au regard de notre problématique de recherche. Cela dit, nous avons été confrontés à diverses contraintes : l'originalité et l'actualité des travaux sur la convergence des quatre domaines, l'utilisation d'un jargon spécifique à certaines institutions (le terme « technologies convergentes » proposé par la NSF) ou la complexité technique de notre objet de recherche, en l'occurrence les technologies convergentes. Ce sont là plusieurs éléments qu'il fallait prendre en considération lors des entrevues et sur lesquels nous reviendrons dans les analyses ci-après.

Tableau 4.4 La signalétique des personnes rencontrées

Institution		Discipline principale		Fonction	
Canada (la Province du Québec)					
UQAM	2	Physique	5	Professeur	4
INRS	3	Chimie	3	Associé de recherche	2
UdeM	1	Génie électrique/informatique	1	Chef de projet	2
U. Laval	4	Génie physique	2	Responsable/Directeur de programme	2
ETS	1	Génie mécanique	1	Titulaire d'une chaire de recherche	5
Polytechnique	1	Génie chimique/biotechnologie	1	Responsable de groupe ou de centre de recherche	2
U. Sherbrooke	4	Infectiologie	2	FQRNT	3
McGill	1	Neurosciences	1		
FQRNT	3	Philosophie et éthique appliquée	1		
		FQRNT	3		
Europe (France et Belgique)					
FUNDP-Namur	4	Physique	3	Professeur	3
U. Pierre et Marie-Curie Paris	1	Chimie	3	Maître de conférences	1
INSA-Lyon	2	Sciences, philosophies et sociétés	1	Responsable de département	1
EC-Lyon	1	Photonique	1	Directeur de laboratoire ou de groupe de recherche	4
U. Grenoble	1	Micro-électronique	1		
TOTAL : 29 personnes interviewées					

4.4.2 Méthodes d'analyse des données

Notre principale méthode d'analyse de donnée est l'analyse thématique. La nature des données collectées et notre problématique de recherche justifient le choix de cette méthode d'analyse. L'analyse thématique traduit, selon Paillé et Mucchielli (2003), « la transposition d'un corpus donné en un certain nombre de thèmes représentatifs du contenu analysé et ce, en rapport, avec l'orientation de recherche (problématique). L'analyse thématique consiste, dans

ce sens, à procéder systématiquement au repérage, au regroupement et, subsidiairement, à l'examen discursif des thèmes abordés dans un corpus, qu'il s'agisse d'un verbatim d'entretien, d'un document organisationnel ou de notes d'observation²⁴². » Concrètement, le processus d'analyse de données est composé de trois grandes étapes. D'abord la *transcription* des témoignages. Ceci concerne principalement les entretiens semi-dirigés malgré qu'une interprétation de la documentation technique et scientifique ait été réalisée. Ensuite, la *thématisation*. La thématization touche à la fois le repérage et le choix des thèmes pertinents en lien direct avec notre question de recherche. Une étude attentive des thèmes retenus est aussi réalisée dans le cadre cette étape. Enfin, la *conceptualisation* ou la construction d'un arbre thématique. Il s'agit ici d'une tentative qui vise à mettre en commun l'ensemble des thèmes pertinents retenus et ceci dans le but de construire une logique globale organisée. À noter que dans l'exercice réel de notre analyse, la thématization et la conceptualisation se croisent et les deux étapes évoluent parfois de manière simultanée et parallèle.

4.4.2.1 Transcription

Les entretiens ont été enregistrés dans leur intégralité sur une bande sonore permettant ainsi d'éliminer, au mieux, certains biais d'interprétation où l'on ne retient que les informations les plus évidentes. Chacune des entretiens a fait l'objet d'une transcription complète et littérale.

Dans le souci de respecter les normes universitaires de présentation, les témoignages ont été partiellement adaptés à la langue écrite. Bien évidemment, aucune transformation de nature ou de fond n'a été effectuée sur le contenu des témoignages. De plus, afin de préserver l'anonymat de nos interlocuteurs, nous avons accordé un code pour chacun des participants. Tel que mentionné dans le protocole de recherche, leur identité demeure confidentielle. Nous évitons aussi de faire un parallèle direct entre les participants, leurs institutions, leurs disciplines et leurs fonctions. Un rapprochement de ce genre risque de révéler l'identité des personnes participantes. Cela dit, pour illustrer l'étendue et les frontières de notre recherche,

²⁴² Paillé, P et Mucchielli, A. (2003). L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales. Coll. «Collection U». Paris: A. Colin, p.p. 123-124.

nous avons tenu à présenter dans un tableau signalétique (voir ci-dessus) les principales caractéristiques de notre échantillonnage (institutions, disciplines principales et fonctions).

4.4.2.2 Thématisation

Les personnes que nous avons rencontrées présentent des caractéristiques très variées : fonctions, niveaux hiérarchiques, disciplines, cultures. De par son hétérogénéité, notre groupe de répondants produit un discours extrêmement riche et varié. Afin d'éviter une multiplication des thèmes, les propriétés discursives de nos thèmes sont encadrées par la structure de notre grille d'entrevue.

Dans la présente recherche doctorale, nous réalisons une analyse thématique du discours sur les technologies convergentes. Une étude attentive des données nous permet de dégager les thèmes pertinents et récurrents qui alimentent notre sujet de recherche. D'un point de vue technique, nous avons procédé par une thématisation en continu. Autrement dit, nous poursuivons « une démarche ininterrompue d'attribution de thèmes [...] Les thèmes sont identifiés et notés au fur et à mesure de la lecture du texte, puis regroupés et fusionnés au besoin [parfois modifiés], et finalement hiérarchisés sous forme de thèmes centraux regroupant des thèmes associés [...] »²⁴³.

Le choix et/ou la création des thèmes pertinents suivent une double logique : subjective et objective. Subjective, il est convenu, en recherche qualitative, que le choix des thèmes pertinents se fait, entre autres, sur la base de « la sensibilité théorique et expérientielle du chercheur²⁴⁴ ». En effet, au fil des lectures, nous avons développé une connaissance assez large et pointue des principes théoriques sous-jacents aux technologies convergentes. Connaissance objective, dans la mesure où nous avons mobilisé l'ensemble des concepts présentés dans le cadre des trois chapitres, pour analyser les données collectées. Nous gardons à l'esprit que notre question de recherche consiste à voir dans quelle mesure

²⁴³ Ibid., p.127.

²⁴⁴ Ibid., p.129.

l'intégration des acquis théoriques des trois approches classiques nous permet de comprendre et d'analyser le processus d'innovation des TC.

Dans le cadre de cette étape, la thématisation consiste à proposer une formulation adéquate des thèmes qui sont identifiés, de procéder à une fusion de deux ou plusieurs thèmes et/ou d'envisager, dans certains cas, une subdivision de thématiques principales en sous-thématiques. Une analyse de contenu est réalisée pour dégager et regrouper les unités de réponses autour de ces thèmes. La convergence des thèmes abordés par les répondants de même que la redondance de l'information obtenue au fur et à mesure de la progression de notre collecte d'information nous laisse croire que la saturation du sujet a été atteinte (Glaser et Strauss, 1967).

4.4.2.3 Conceptualisation

Une fois que le choix final des thèmes pertinents a été réalisé, nous avons tenté de les mettre en relation et de construire « un arbre thématique ». La réalisation d'un arbre thématique passe par « la construction d'une représentation synthétique et structurée du contenu analysé ». Pour y parvenir, nous réalisons des allers-retours entre la conception théorique initiale et les données collectées et thématisées. Ce travail d'analyse nous permet de conforter certains thèmes, d'en rejeter d'autres et d'insérer de nouveaux thèmes.

C'est à ce stade de l'analyse que commence la conceptualisation et théorisation des phénomènes étudiés. Nous tenons à préciser qu'il n'est pas question dans le cadre de ce travail doctoral de présenter une théorie complétée avec un ensemble de concepts inter reliés pouvant être utilisés pour expliquer ou prédire un phénomène (Strauss et Corbin, 2004, p. 35). Dans notre cas, la conceptualisation vise à traduire (convertir) les données en idées abstraites (créer de l'abstraction pour reprendre l'expression de Strauss et Corbin, 2004, p. 137). En effet, proposer une représentation abstraite des données, des événements ou des phénomènes et tenter, par le biais de ce processus, de les inscrire dans une ou plusieurs classifications. Notre objectif final est de donner une signification aux données collectées, de déboucher sur la construction d'une représentation synthétique et structurée du contenu

analysé (Paillé et Mucchielli, 2003, p. 138). C'est en ce sens que la mise en place d'une typologie explicative et généralisable devient possible.

4.4.3 Considérations d'ordre éthique

Notre projet d'étude respecte les conventions nationales et internationales selon lesquelles est régie la recherche avec des êtres humains. Notre protocole de recherche est conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies dans les cadres normatifs pour l'éthique de la recherche. De plus, une lettre de consentement est rédigée pour les fins de cette étude. Nous y précisons, dans un langage vulgarisé, le résumé du projet, l'objet de l'investigation et le cadre théorique. Enfin, la lettre de consentement précise que :

- La participation est volontaire et ne devrait compter aucun risque connu ;
- La personne interviewée peut interrompre l'entretien ou se retirer sans préavis et sans donner d'explication ;
- Les informations sont confidentielles et aucune information sur l'identité de la personne interviewée ne sera divulguée.

Évidemment, notre protocole de recherche a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche sur des êtres humains de l'UQAM.

TROISIÈME PARTIE : CADRE D'ANALYSE

CHAPITRE V :

DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNÉES

Nous abordons dans la troisième et dernière partie de la présente thèse doctorale la description et l'analyse des données collectées. Pour y parvenir, nous allons reprendre l'ensemble des dimensions énoncées dans notre conceptuel -le tétraèdre de l'innovation- pour les confronter aux données collectées lors de notre recherche qualitative. Notre analyse et description de données sera suivie d'une discussion générale.

CHAPITRE V

DESCRIPTION ET ANALYSE DES DONNÉES

5.1 Structure interne de l'objet technique

Récapitulons très brièvement notre conception initiale de l'objet technique. Pour examiner la structure interne de l'objet technique, nous estimons qu'il est nécessaire de prendre en considération les trois éléments suivants :

- Les domaines préexistants : dans le cas des TC, cela correspond aux quatre domaines scientifiques et techniques qui sous-tendent la convergence, c'est-à-dire les Nano, Bio, Info et Cognitive (NBIC).
- L'enchaînement interne des concepts : il s'agit ici de la succession, non accidentelle, des faits et des concepts et de la finalité de leur application. Nous suggérons que les quatre domaines sont liés dans une logique cohérente d'échange et d'interaction.
- La caractérologie de l'œuvre technique : c'est-à-dire les caractéristiques intrinsèques-extrinsèques et les spécificités physiques de l'objet technique en question.

Ces trois éléments reflètent la nature complexe et diffuse de la structure interne de l'objet technique (voir cadre conceptuel). Ici, le défi consiste à dévoiler les concepts et les axes thématiques récurrents qui permettent d'appréhender concrètement les trois éléments de la structure interne de l'objet technique, en l'occurrence les TC. Nous avons tenté de

déconstruire la notion de la convergence en proposant plusieurs dimensions et thématiques. Nous identifions cinq axes thématiques que nous intitulons : terminologies, spécificités, domaines, interdisciplinarités et État de l'art.

5.1.1 Terminologies

La fusion de plusieurs domaines scientifiques et techniques existait déjà, mais les recherches ne faisaient pas explicitement référence à la notion de convergence (Beckert et al., 2007). C'est à partir de 2002, date de la publication du rapport de la NSF, que l'expression « technologies convergentes » acquiert une signification particulière et qu'elle se rattache désormais à la fusion des quatre domaines désignés (Loveridge et al., 2008; Fuller, 2009).

Sur la forme, la consultation des scientifiques de divers pays (Canada, Belgique et France) montre clairement que l'expression « technologies convergentes » n'est pas très répandue dans le milieu scientifique (chercheurs universitaires, techniciens de laboratoire, etc.). À la question « Connaissez-vous la terminologie *technologies convergentes* ? », une majorité de chercheurs déclarent :

« C'est un mot que j'ai entendu. Pour dire la vérité, je ne me suis jamais trop intéressé à ce qu'il sous-entendait » (MGP, Professeur et chercheur).

« Pas la terminologie exacte, mais le concept, oui! » (AJS, Chercheur).

« Non ! On n'a pas bien, en Europe, à mon avis, adopté cette terminologie, mais les quatre domaines qui la composent, oui, sans problème » (JBG, Professeure et chercheuse).

Plus spécifiquement, nous constatons que 55 % des répondants (16 personnes sur un total de 29 personnes) ne connaissent pas l'expression « technologies convergentes ». L'expression est partiellement méconnue dans le milieu scientifique bien que la pratique soit bien réelle. Il est donc clair que les commentateurs de la science, d'une part, et les acteurs de la recherche, d'autre part, n'utilisent pas le même langage pour diagnostiquer un phénomène semblable. C'est dans cette mesure que la convergence apparaît comme une formule discursive portée

davantage par des politiques scientifiques. Aussi, nous constatons qu'il n'existe pas de consensus autour de la terminologie assignée à la fusion des domaines qui sous-tendent les TC. Les commentateurs de l'activité scientifique (sociologues, anthropologues, épistémologues, etc.) optent pour différentes formules. Nous observons dans les rapports ainsi que dans la littérature savante l'utilisation d'expressions variées telles que la « synthèse bio-systémique » (CNRC, 2003), « Méta-convergence » (Dupuy, 2004) ou l'acronyme « TCSCE²⁴⁵ » (CE, 2004). L'ensemble de ces appellations acquiert paradoxalement des définitions relativement semblables (voir chapitre préliminaire) ce qui nous amène à les considérer dans ce qui suit comme synonymes, donc interchangeable et indifféremment utilisables.

Sur le fond, on remarque davantage de discordances. D'un côté, certains auteurs accordent à l'expression « technologies convergentes » une grande crédibilité sur la base de la singularité ontologique et des particularités physiques de l'objet technique (nous reviendrons en détail sur la spécificité des TC dans la rubrique suivante). D'un autre côté, divers chercheurs n'hésitent pas à dénoncer « une opération marketing » et décrivent l'expression « technologies convergentes » comme un « geste calculé » qui a pour objectif d'attirer les financements privés et publics. De même, dans un article intitulé « Pourquoi les NBIC ? Pourquoi l'amélioration de la performance humaine ? », Wolbring²⁴⁶ (2008) affirme que l'initiative américaine a pour but d'accroître l'importance du programme et de lui accorder « une plus grande visibilité ». Il s'agit, selon l'auteur, d'« une stratégie pour noyer le débat sur les nanotechnologies dans les NBIC, avancer la recherche dans ce domaine et contourner le débat sur les risques ». Wolbring (2008) ajoute en guise de conclusion : « [...] introduire les concepts de convergence NBIC et la convergence à l'échelle nanométrique ne suffit pas pour avoir accès au financement et à la haute visibilité. Le financement et la visibilité sont liés à des produits promis et à la réalisation des objectifs » (Wolbring, p.29, 2008). Il renvoie par cela à l'objectif annoncé dans le titre du rapport de la NSF à savoir « l'amélioration de la performance humaine ». Cette dimension économique est explicitement évoquée par la

²⁴⁵ Technologies convergentes pour la société de la connaissance européenne.

²⁴⁶ Professeur, chercheur et membre de l'atelier de la NSF en 2001.

commission européenne (CE, 2004, p. 12; Conférence CE, 2004, p. 5) ainsi que dans le rapport canadien (CNRC, 2003, p. 8).

Dans l'extrait qui suit, la réponse d'un responsable politique confirme prudemment ce qui est annoncé sous la plume de Wolbring (2007) :

Le terme TC est plus attrayant ? « Oui, ben oui, ça captive l'imagination. Oui, oui bien sûr il y a un but de communication ». *En tant que décideur politique, accordez-vous davantage d'importance à cette dimension (dans le cadre des demandes de recherche ?* « C'est une question amusante, à deux tranchants. Il faut d'une part, en tant que société scientifique au Québec, au Canada, on doit s'assurer qu'on s'inscrit dans les grands courants, les tendances qui émergent dans le monde (la science est globale aujourd'hui). Quand il y a un bon potentiel de connaissance ou de développement technologique ou économique, il faut en faire partie. Il faut capter les vagues, mais il faut faire attention de ne pas être dans la vague juste pour être dans la vague. Dans les dix dernières années, il y a eu une explosion de projets qui utilisent le mot « nano » dans la description, dans le titre. Il faut s'assurer que nos scientifiques, notre communauté captent les innovations et vont s'approprier les aspects qui sont importants. On ne peut pas éviter ces développements, il faut en faire partie. Mais en bout de ligne, pour répondre directement à votre question, ce sont des experts, l'évaluation se fait par des pairs, ils sont capables de détecter ce qui est une avancée scientifique » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

Enfin, les associations militantes critiquent et discréditent le sens et la forme qu'on accorde à la terminologie. Le groupe d'activistes français *Pièce et main d'œuvre* (PMO) avance la formule « Nécro technologies » ou « les technologies mortifères » pour exprimer la menace que présente une telle application technique (Laurent, 2007). De même, l'organisation non gouvernementale canadienne, *ETC Groupe*, remplace l'acronyme « NBIC » par « BANG » afin d'alarmer l'opinion publique sur les conséquences imprévisibles de l'actuelle convergence. Nous pouvons lire dans leur rapport :

« ETC Group qualifie la convergence de BANG. Bits, atomes, neurones et gènes s'additionnent pour former une théorie du petit BANG – la quête technologique du contrôle sur toute matière, toute vie, tout savoir. Selon la théorie du petit BANG, on manipulera les neurones afin que l'esprit puisse parler directement à des ordinateurs ou des membres artificiels; les virus seront programmés pour servir de machines, voire d'armes; la fusion des réseaux informatiques et biologiques produira une intelligence artificielle ou des systèmes de surveillance. Au dire du gouvernement des États-Unis, la

convergence « améliorera le rendement de la personne » au travail, dans les sports, à l'école et sur le champ de bataille » (ETC Groupe, 2005, p.p. 9.8).

Nous avons soumis cette question aux scientifiques et nous les avons interrogés sur la nature et le fondement scientifique derrière cette terminologie : « l'intégration de plusieurs domaines scientifiques et techniques est une pratique courante, pourquoi donc souligner l'actuelle fusion sous l'expression « TC » ? Pourquoi, la NSF a-t-elle opté pour cette terminologie ? »

« Première chose, il me semble qu'historiquement on est d'abord partie d'une science qui est intrinsèquement convergente; des scientifiques comme Laplace par exemple. À une époque où la science était en plein développement, les scientifiques touchaient à énormément de choses au même temps. Puis ont eu une spécialisation de plus en plus accrue parce qu'il y a eu un approfondissement de chaque discipline ce qui a amené une forme de cloisonnement des spécialités et j'ai l'impression qu'on est en train de revenir là-dessus. Moi, je vois un nouveau retour au concept de convergence. Des gens qui sont issus de spécialités se disent qu'ils ont beaucoup de choses à trouver en discutant avec des gens d'autres spécialités (trouver un vocabulaire commun et essayer de comprendre ce que raconte le voisin). C'est là où je vois une forme de spécificité. Ce retour historique à quelque chose qui converge. C'est aussi parce qu'on fabrique des objets qui sont intrinsèquement de plus en plus hybrides » (JPCL, Chercheur et maître de conférences).

« Bon, il y a sûrement des raisons économiques » (MCM, Professeur agrégé et responsable de groupe de recherche).

« Je dirais qu'il y a deux ordres. Il y a d'une part une base sérieuse scientifique, mais il y a également beaucoup d'éléments de vente. La convergence est abusivement utilisée parce qu'elle est plus « sexy ». On le voit ailleurs autre que dans la science et ça se vend bien le fait de parler de convergence, de multidisciplinarité » (MCM1, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

« La convergence d'un si grand nombre de domaines, je ne suis pas tout à fait certain que s'est arrivé souvent dans le passé. Il y a eu des convergences, des convergences partielles entre divers domaines, plus au moins proches l'un de l'autre. C'est clair ! [...] Une convergence qui regroupe tous ces secteurs-là, je pense qu'elle existe effectivement présentement, je pense qu'elle est assez nouvelle aussi, c'est quelque chose qui apparaît [...] c'est incontournable » (SCS, Professeur et directeur de centre de recherche)

La majorité des personnes interviewées estiment qu'il existe effectivement une dimension économique derrière l'initiative américaine. Il ressort ainsi que le choix de l'expression

« technologies convergentes » s’article, en partie, autour d’une nouvelle stratégie de communication et de financement du programme de la recherche scientifique. La convergence est un récit qui révèle une politique de communication orientée vers les décideurs et les investisseurs (Caune, 2012, p. 26). Cela dit, la convergence apparaît aussi une pratique scientifique et technique réelle. Les NBIC possèdent une particularité qui repose sur la singularité ontologique et physique de la structure interne de l’objet technique.

5.1.2 Spécificités

Nous revenons ici sur les spécificités scientifiques et techniques des TC. En quoi la convergence des NBIC est-elle particulière ? Pour quelles raisons l’agence NSF a-t-elle opté pour l’expression « TC » ? Pourquoi existe-t-il un « engouement » et/ou une « crainte » autour de l’actuelle convergence ? L’analyse des données permet de dégager quelques éléments de réponse que nous déclinons en trois points :

1) *Les TC révèlent une structure interne spécifique.* Au cœur du mécanisme de la convergence, il existe un savoir scientifique générique, soit les nanosciences et nanotechnologies, qui permet la *diffusion illimitée* et l’*application invisible* de la technologie (CE, 2004; Swierstra et al., 2009). Selon nous, ces deux caractéristiques sont complémentaires et indissociables. Le rapporteur de la commission européenne note à ce sujet :

« La nouveauté évidente de la nouvelle vague technologique réside dans le rôle générique et diffusant fondamental des nanotechnologies, qui promet une révolution technique à l’échelle moléculaire. Cela permettrait à une technologie quasiment invisible de s’intégrer sans difficulté dans le corps et l’environnement, en faisant disparaître toutes les frontières intermédiaires » (Bernold, Conférence CE, 2004, p. 8).

« [...] La nouveauté c’est de pouvoir effectivement rapprocher divers types d’application sur des volumes extrêmement petits. C’est-à-dire la possibilité de rajouter par exemple à une puce électronique, qui a été utilisée jusqu’à présent dans des systèmes de communication, maintenant on va lui rajouter une fonction biologique, on va lui rajouter une fonction thermique, on va lui rajouter une fonction chimique ou biochimique et donc le fait effectivement de rapprocher diverses disciplines sur des tout petits objets. Le rapprochement des disciplines a toujours existé, mais on n’a jamais pu imaginer mettre

autant de choses diverses dans de si petits systèmes » (ASL, Professeur et responsable de département).

Il s'agit aussi d'un savoir scientifique générique qui change, de manière radicale, notre rapport physique avec la technique. Les TC sont à l'origine d'interface technique invisible pour l'action humaine :

« [...] C'est-à-dire qu'effectivement comme c'est petit, on le perd de vue, on n'y prête plus attention. C'est-à-dire que ça fait partie de notre quotidien et donc on ne se rend plus compte qu'on entretient un rapport avec la technique. Ça, ça serait sans doute une nouveauté » (BHN, Professeur et philosophe).

Les TC révèlent des spécificités scientifiques et techniques inédites et un potentiel de transformation exceptionnel. En effet, les scientifiques confirment que la nouvelle vague des sciences et des techniques permet : la diffusion illimitée et l'application invisible, la manipulation de la matière, la synthétisation des produits à l'échelle atomique et la construction de nouveaux matériaux atome par atome. Il est à noter que la manipulation de la matière et/ou la modification de ses propriétés physiques constituent une nouveauté des nanosciences et des nanotechnologies. L'ensemble de ces pratiques ne concerne pas uniquement le domaine de la recherche. Elles touchent aussi la production ainsi que la mise en marché de produits de grande consommation et représentent des objectifs stratégiques de développement économique.

2) *L'intégration des quatre domaines entraîne la dissolution des disciplines et l'effacement des frontières.* Selon le philosophe et sociologue des sciences et des technologies Steve Fuller, « les lignées autrefois distinctes viennent perdre une partie, sinon la totalité, de leurs différences dans un moment de synthèse. Cela est beaucoup plus fort que la simple idée que les différentes disciplines partagent certains aspects en commun » (Fuller, 2009, p. 13). Dans le même sens, l'épistémologue et philosophe français Jean-Pierre Dupuy souligne cette fusion des domaines qu'il considère comme contreproductive. Selon lui, « la problématique de la convergence est traditionnelle dans le domaine des technologies [...] Les combinaisons dont il est question ici (en référence aux TC) sont nettement plus « contre-intuitives » dans la mesure où elles transcendent dorénavant des filières scientifiques et technologiques

traditionnellement fortement cloisonnées, de la conception à la mise sur le marché » (Dupuy, 2004, p. 30).

D'une manière générale, les scientifiques que nous avons interrogés ne partagent pas cette analyse et se montrent un peu perplexes à ce sujet. Ils confirment « la convergence » des domaines tout en réfutant leur « dissolution ». L'extrait suivant concerne « la dissolution des disciplines et l'effacement des frontières des quatre domaines » :

« [...] Il y a une chose dont on est sûr en tout cas, nous, notre institut, quand on rentre dans un domaine qui relève du nano, les séparations entre physique, chimie et biologie deviennent faibles [...] Je ne sais pas, je ne sais pas s'il y a fusion. La mise en commun des savoirs de chaque discipline finalement est très importante, mais il est important aussi que chacun garde réellement son propre savoir-faire. Le savoir-faire des biologistes, c'est d'être capable de manipuler des objets très petits. Ils ont développé des aspects très techniques pour être capables de manipuler des petites molécules que finalement ne savent pas faire les physiciens qui ont par contre une capacité d'analyse des systèmes de manière très synthétique » (MGP, Professeur et chercheur).

Les scientifiques sont divisés sur le processus de la convergence des NBIC et la dissolution des quatre disciplines dans un seul domaine. Toutefois, ils attestent tous que, d'un point de vue technique et scientifique, les TC provoquent et provoqueront une autre forme de fusion, celle de la matière organique et de la matière inerte (dissolution de l'inerte dans l'organique et inversement).

3) *Les implications des TC posent un triple défi* : (a) des incertitudes sur les faits, (b) des incertitudes sur les normes et (c) un bouleversement de l'ordre symbolique; vie/mort, naturel/artificiel, visible/invisible, interne/externe, légal/illégal, etc. (Swierstra et al., 2009). Dans la présente rubrique, nous nous limitons au troisième défi qui concerne directement la structure interne de l'objet technique, soit *le bouleversement de l'ordre symbolique*.

Contrairement aux pratiques scientifiques et techniques précédentes, qui consistaient à superposer la substance organique et la substance non-organique²⁴⁷, l'application des TC permet une modification et/ou une manipulation des propriétés physiques de la matière et des

²⁴⁷ Par exemple, une prothèse dentaire pour remplacer les dents absentes ou détériorées.

organismes vivants²⁴⁸. En effet, grâce à une technologie de pointe, le microscope à effet Tunnel (*Scanning Tunneling Microscope*, STM) et le microscope à force atomique (*Atomic Force Microscope*, AFM), il est désormais possible, depuis 1981 et 1984, d'*observer* la matière atome par atome et de *déplacer* les atomes à l'aide de nano-manipulateur (la pointe de microscope à force atomique). Par conséquent, il est envisageable de modifier l'architecture des organismes vivants. La capacité de manipuler la matière est une nouveauté des Nanos.

Cependant, la manipulation des propriétés physiques de la matière demeure limitée. Jusqu'à présent, son application ne peut être exercée qu'à petite échelle. Les scientifiques interrogés affirment qu'ils ne sont pas en mesure de construire des grandes unités organiques ou de proposer des unités organiquement reconstituées :

« [...] à partir du STM on est capable de construire, de manipuler des objets à des échelles qui sont de l'ordre de quelques ångström et de les positionner sur des surfaces. Et là effectivement ça été quelque chose d'important, très important. Et en même temps, la difficulté de faire ça à grande échelle. C'est-à-dire on sait très bien faire ça sur quelques nanomètres carrés, quelques dizaines de nanomètres carrés et puis après il y a une difficulté à faire ça sur des grandes surfaces. Alors là ça devient trop long et on ne peut pas avoir un opérateur qui nous permet de faire ça sur des grandes surfaces» (MGP, Professeur et chercheur).

[...] (le STM) C'était l'une des meilleures manières de manipuler (atome par atome) et faire des structures justes à partir de certains atomes. Sauf que ce genre d'appareil ne sert pas à reproduire ou faire des centaines et des centaines de dispositifs ou d'arrangements à partir de cet appareil. On peut voir les atomes uniques, manipuler un peu, mais pas les reproduire » (MCM, Professeur agrégé et responsable de groupe de recherche).

Toujours en lien avec « la modification des propriétés physiques de la matière », le discours des chercheurs est parfois opaque. Dans l'extrait suivant, le chercheur fait un étrange amalgame entre les nanoparticules *naturelles* et les nanoparticules *modifiées (artificielles)* :

« Manipuler oui puis non [...] Il ne faut pas que ça fasse peur. Dire manipuler la matière pour mieux la ranger, l'organiser, pour mieux la structurer, pour lui donner une certaine propriété. [...] Ce que je ne comprends pas, c'est quand on dit des nanoparticules, à mon

²⁴⁸ C'est-à-dire une modification des propriétés organiques pour faire repousser les dents absentes (exemple fictif pour illustration).

avis ça toujours existé... nano, c'est la dimension [...] De toute façon ce qu'on respire toute la journée dans la rue, c'est des nano particules aussi, d'accord ». Mais ce ne sont pas nanoparticules modifiées! « Qui sont modifiées ou pas, mais ça reste des nanoparticules que l'on respire [...] c'est aussi des nanoparticules [...] moi à mon avis c'est du fantasme, on fait beaucoup de tralala autour des nanosciences, des nanotechnologies » (MLL, Professeur et chercheur).

Loin d'être anodin, cet extrait montre que certains scientifiques détiennent un double langage en fonction des situations et du public. Le discours sur les enjeux et les implications des nouvelles technologies navigue entre perspectives « grandioses » et science « modeste ». Dans ce cas, le chercheur essaie, à travers une explication ambiguë, de banaliser l'aura de la nouvelle vague et par ce fait de minimiser leurs implications (sociétales).

D'une manière générale, les TC présentent des particularités scientifiques et techniques inédites. Ces spécificités sont tantôt mises en avant, tantôt reléguées en arrière plan, et ce en fonction des circonstances. Par ailleurs, la frontière entre les aspects naturels (la réalité technique) et les aspects artificiels (la réalité technologique) est difficile à tracer. Même si elle demeure une référence fondamentale pour les chercheurs, la notion de la « nature » est insaisissable dans leurs discours. Il existe une confusion d'ordre physique et métaphysique entre ce qui est naturel et ce qui construit et/ou modifié. L'ensemble de ces éléments ajoute davantage d'ambiguïté autour des enjeux, des perspectives et des implications des TC. Nous reviendrons en détail sur la frontière naturelle/artificielle plus loin dans l'analyse.

5.1.3 Domaines

5.1.3.1 Les quatre domaines désignés

Les contours de la convergence et les domaines qui la sous-tendent suscitent diverses interrogations. Il y a un besoin évident de clarifier ce qui est entendu par convergence et déterminer les domaines concrets de celle-ci.

La définition de la NSF limite la convergence à quatre domaines scientifiques et techniques à savoir les nano, info, bio et cognitive²⁴⁹ :

1) Les nano « englobent une série de techniques utilisées pour manipuler la matière à l'échelle des atomes et des molécules. Le nanomètre équivaut à un milliardième de mètre ». À titre d'exemple, un cheveu humain a environ 80 000 nanomètres d'épaisseur (ETC Group, 2005).

2) Les biotechnologies représentent « l'application des principes scientifiques et de l'ingénierie à la transformation de matériaux par des agents biologiques pour produire des biens et services » (OCDE, 2009).

3) Les techniques des informations et des communications englobent les techniques utilisées dans le traitement et la transmission des informations. Elle concerne les techniques de l'informatique, de l'Internet et des télécommunications.

4) Les sciences cognitives « regroupent un ensemble de disciplines scientifiques dédiées à l'étude et la compréhension des mécanismes de la pensée humaine, animale ou artificielle, et plus généralement de tout système cognitif, c'est-à-dire tout système complexe de traitement de l'information capable d'acquérir, conserver, utiliser et transmettre des connaissances » (Lecourt, 1999).

5.1.3.2 Pourquoi ces quatre domaines ?

La NSF n'avance pas d'explication en ce qui concerne le choix des disciplines et prétend vaguement que les quatre domaines avancent vers un seul point (voir le schéma ici-bas²⁵⁰). Dès les premières pages du document, les rapporteurs s'empressent d'introduire le concept « technologies convergentes » pour exprimer la synergie et l'unification de la science et de la

²⁴⁹ Il s'agit ici d'une présentation très sommaire des quatre domaines de la convergence. Celle-ci ne permet en aucun cas de cerner le sens et l'étendue de ces techniques. Un recensement théorique complet de ces quatre domaines s'avère une entreprise gigantesque qui dépasse largement l'objectif et la capacité de cette thèse.

²⁵⁰ On retrouve une figure semblable à celle-ci dans le rapport CRNC (Bouchard, 2003)

technique. Le rapport indique seulement que « la nouvelle renaissance doit être fondée sur une vision holistique de la science et de la technologie ». Un argument qui vise à signaler l'aspect naturel, indispensable et peut-être obligatoire de cette intégration.

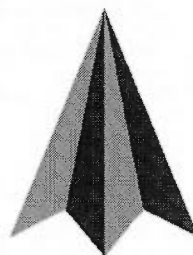


Figure 5.1 NBIC «arrow»
« Cette image suggère l'avancement des technologies convergentes²⁵¹ »

Le rapport de la NSF estime que « les sciences progresseront mieux dès lors que l'on reconnaît les connexions qu'elles entretiennent entre elles ». Les rapporteurs résument cette logique d'unification dans la formule suivante :

« Si les cognitivistes peuvent le penser
Les spécialistes de la nano peuvent le construire
Les biologistes peuvent le développer
Les informaticiens peuvent le surveiller et le contrôler²⁵² ».

Le rapport canadien n'apporte pas davantage d'information à ce sujet. Le rapporteur note avec beaucoup de prudence que :

« La convergence de ces technologies n'est pas une coïncidence. Elle se produit comme le résultat de notre capacité d'élargir, d'observer et de comprendre les phénomènes naturels. L'expansion se place aux deux extrémités de l'échelle de mesure, de la très petite à la plus grande » (CNRC, 2003, p. 11).

²⁵¹ Roco et Bainbridge. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*, Arlington, National science foundation, p.Vii, p. 13

²⁵² Le slogan rappelle celui de l'exposition universelle de Chicago 1933 : « la science trouve, l'industrie applique et l'homme se conforme ».

Contrairement aux deux rapports précédents, le document européen soulève explicitement l'opacité et la vacuité du concept convergence tel que présenté dans l'initiative américaine. Le rapporteur de la CE annonce à juste titre que :

« Le terme « convergence » est suffisamment vague et engageant pour être appliqué dans des sens très variés à la science et à la technologie. La biochimie, la biologie moléculaire, la médecine évolutionniste, la linguistique computationnelle, la psychologie cognitive, la mécatronique sont autant de domaines qui peuvent être considérés comme le résultat de la convergence de disciplines autrefois séparées. » (CE, 2004, p.14).

Enfin, dans une analyse analogue à celle de la CE, Fuller (2009) déclare :

« Il ne faut pas penser les disciplines impliquées dans l'ordre du jour de la convergence comme en quelque sorte poussées par leurs paradigmes distincts vers la convergence, qui, une fois entièrement réalisée, pourrait alors être appliquée au profit de la société. Au contraire, les domaines scientifiques poursuivent plusieurs objectifs différents » (Fuller, 2009, p.30).

Aucune des explications précédentes ne permet de tirer des conclusions définitives et convaincantes au sujet du choix des quatre domaines de la convergence. Force est de constater que le spectre de la logique économique resurgit souvent lorsque, ni les instances à l'origine du projet, ni les chercheurs eux-mêmes ne sont en mesure de présenter des arguments scientifiques précis justifiant la convergence des quatre domaines NBIC.

5.1.3.3 Le rôle « générique » des nanosciences et des nanotechnologies (NTS)

« La connaissance peut être organisée sous la forme d'une hiérarchie des sciences, avec la physique en base, puis montant vers la chimie et la biologie, jusqu'à la psychologie et l'économie » (NSF, 2002, p. 13). Quelques lignes plus loin, le rapporteur ajoute que « certains partisans de l'interdépendance de la biologie, de la psychologie et des sciences sociales récusent un tel « réductionnisme », affirmant que leurs divers champs de recherche avaient mis en lumière des vérités autonomes qui ne peuvent pas être réduites aux lois issues des autres sciences. Mais une telle attitude centrée sur chaque discipline est autodestructrice, parce que toutes les sciences progressent mieux dès que l'on reconnaît les connexions qu'elles entretiennent entre elles » (NSF, 2002, p. 13).

Il ressort de la documentation officielle et de la littérature scientifique que les nanosciences et les nanotechnologies jouent un rôle « central », « clé », « générique », dans l'intégration des quatre domaines (NSF, 2002; CE, 2004; Dupuy, 2004; Bernold, 2004; Laurent, 2007). Le rapport de la CE rejoint l'analyse de la NSF :

« Pour évoquer le potentiel des nanotechnologies, on parlera plutôt de technologie-clé ou de *technologie générique*. Une technologie générique permet un développement technologique sur un large front. Elle n'est pas limitée à un objectif spécifique ou à un ensemble particulier d'applications » (CE, 2004, p.14).

Dans le même ordre d'idée, Bernold (2004) indique que :

« La nouveauté évidente de la nouvelle vague technologique réside dans le rôle générique et diffusant des nanotechnologies, qui promet une révolution technique à l'échelle moléculaire. Cela permettrait à une technologie quasiment invisible de s'intégrer sans difficulté dans le corps et l'environnement, en faisant disparaître toutes les frontières intermédiaires » (Bernold, Conférence CE, 2004, p.8).

Ce postulat est largement partagé dans le milieu scientifique et technique : « les nanotechnologies sont-ils au centre de la convergence ? » :

« En fait, si on reprend juste la terminologie, que veut dire convergence. C'est des choses qui vont à un même point. Alors quand on parlait à l'époque de multidisciplinarité, ça part de rapprochement de discipline par exemple deux à deux ou de trois disciplines, mais il pouvait être « étendues » dans l'espace. Là, on rapproche des sciences sur un même pôle, qui est le pôle de la convergence. Et le rapprochement des disciplines n'est pas celui de deux disciplines, à la limite on peut dire on va rapprocher toutes les disciplines dans une seule discipline qu'on appellera après les nanosciences » (ASL, Professeur et responsable de département).

« Au niveau scientifique, au niveau de la nano, c'est à peu près la première fois où les physiciens, les ingénieurs, les chimistes, les biologistes, tout le monde est rendu à travailler à la même échelle, avec le même genre de problème et ont besoin des autres pour continuer à progresser. Je le dis, ce n'est pas par hasard que les « nano » continuent d'être là, c'est parce que dans le fond ça fait l'affaire de tout le monde, tout le monde est rendu là dedans. Ce n'est pas une question d'engouement. Ce phénomène là, il est vrai à plusieurs endroits en ce qui concerne la nano et ça va être vrai dans les autres domaines aussi et plusieurs disciplines convergent vers le même objet scientifique » (PDM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

Néanmoins, le postulat selon lequel « les nanotechnologies sont au centre de la convergence, et/ou facteur indispensable à l'intégration des domaines scientifiques et techniques », est contesté par une fraction minoritaire de chercheurs. Certains d'entre eux déclarent :

« On n'a pas attendu les nanotechnologies pour faire de la convergence. Donc, je ne suis pas convaincu que les nanotechnologies soient un déclencheur de ça c'est simplement ce qui est le plus visible [...] C'est aussi des manières de travailler. De mon point de vue, la convergence est quelque chose qui est au-delà même des objets nano technologiques qu'on peut fabriquer avec, c'est quelque chose qui est stimulant intellectuellement [...] Je ne qualifierais pas les nanotechnologies comme étant l'unique catalyseur de cette convergence » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

« C'est difficile de faire la différence entre les origines et la conséquence. Les nanotechnologies sont elles-mêmes la fusion de plusieurs disciplines (tous ce qui macro biologie, biologie moléculaire, nano biologie aujourd'hui). Ce n'est pas quelque chose qui a été développé du jour au lendemain » (ARM, Professeur et chercheur).

Les nanosciences et nanotechnologies, domaine clé dans la convergence, cristallisent une grande partie des spécificités inédites de la structure interne des TC (diffusion illimitée et application invisible). C'est ainsi que dans un récent ouvrage, Bainbridge²⁵³ (2007) pousse la logique pour prétendre qu'il s'agit fondamentalement d'une *nanconvergence*. Cela étant dit, les autres domaines, tels que les technologies d'information et de communication, sont considérés dans certains rapports comme des variables élémentaires d'un « système de connaissances génériques » qui permettent un développement technologique sur un large front (CE, 2004, p.14).

5.1.3.4 Les frontières de la convergence

Le programme de la NSF limite la convergence aux disciplines scientifiques et techniques et présente les NBIC comme un objet technique universel et intemporel qui se détache de toute interprétation et construction sociale. Cette vision « objet » de la convergence est sévèrement critiquée dans la littérature scientifique. Cela dit, depuis 2002, le discours sur les TC évolue et dépasse les frontières des NBIC (Ferrari, 2008). Le groupe d'experts de la CE s'approprie l'expression « TC » et souligne en même temps la nécessité d'incorporer d'autres disciplines,

²⁵³ L'un des acteurs du rapport NSF (2002).

notamment les sciences humaines et sociales et insiste, par ce fait, sur l'idée de la coévolution entre société et technologie (Ferrari, 2008). Dans les premières pages, le rapporteur indique :

« La définition des objectifs des *TCSCE* n'est pas une initiative qui doit partir du sommet, mais une démarche intégrée au processus créatif de développement technologique. Elle s'appuiera sur l'intérêt scientifique et l'expertise technologique pour s'ouvrir vers l'extérieur, en étroite collaboration avec les sciences humaines et sociales et les nombreux acteurs concernés dans le cadre de l'initiative WiCC (Widening the Circles of Convergence – Élargissement des cercles de convergence), proposée dans ce rapport. Pour la même raison, les considérations éthiques et sociales ne seront pas extérieures et purement réactives, mais viseront à éclairer la recherche et le développement en matière de TC à travers le processus EuroSpecs que nous préconisons. » (CE, 2004, p. 8)

La recommandation 7 du rapport conclut :

« La Commission et les États membres doivent reconnaître et encourager les contributions des sciences humaines et sociales en matière de TC, avec une attention toute particulière pour l'anthropologie évolutionniste, l'économie de la recherche et du développement technologique, les méthodologies de prospective et la philosophie » (CE, 2004, p. 48).

Les frontières de la convergence sont instables. L'intégration de nouveaux domaines techniques et scientifiques paraît inéluctable. C'est dans cette perspective que le groupe d'experts de la CE appelle à un élargissement des cercles de la convergence et dessine, dans son approche TCSCE, une vision globale de la convergence.

En outre, l'élargissement des frontières de la convergence est une idée qui revient très souvent dans les propos de la grande majorité des scientifiques interviewés. JPCL (Maître de conférences) propose par exemple « un moratoire sur la convergence des NBIC ». L'objectif de cette initiative est d'accompagner l'évolution des TC par des « études d'impact et un suivi permanent ». Aussi, la discussion qui porte sur les frontières de la convergence soulève la question de multidisciplinarité et/ou l'Interdisciplinarité et/ou transdisciplinarité. Fondées sur un modèle d'intégration, les TC sont aussi un idéal type de l'engagement interdisciplinaire entre les domaines de la science dite « exacte »/« dure » et les sciences humaines et sociales.

Compte tenu de la nature des arguments explicatifs, jugés peu convaincants, proposés par le discours institutionnel à l'origine de la problématique TC, il nous semble intéressant de se diriger vers la question de l'interdisciplinarité pour évaluer la capacité de cette notion à devenir un instrument d'analyse des rapports entre science, technique et société.

5.1.4 Interdisciplinarité

La recherche interdisciplinaire est au cœur du débat sur les TC (Beckert, 2007; Schmidt (2007; 2008). Les expressions interdisciplinarité, multidisciplinarité et transdisciplinarité traversent les rapports de la NSF et celui de la CE²⁵⁴. Nous avons fait le décompte : dans le rapport de la NSF, ces expressions sont citées 77 fois [« Interdisciplinary » (32 fois), « Multidisciplinary » (42 fois), « Multidiscipline » (1 fois), « Transdisciplinary » (2 fois)]. Dans le rapport de la CE, on compte au total 25 fois [« Interdisciplinarité » (12 fois), « Interdisciplinaire » (9 fois), « Multidisciplinaire » (2 fois), Transdisciplinaire » (2 fois)].

L'interdisciplinarité est présentée par les rapporteurs de la NSF comme étant la garante de la « combinaison synergique des quatre domaines NBIC ». Dans les premières pages du rapport, nous pouvons lire :

« La communauté scientifique devrait créer de nouveaux moyens de formation et de communication interdisciplinaire, réduire les obstacles qui empêchent les individus de travailler dans toutes les disciplines, de mettre en évidence et de manière agressive les possibilités de la convergence dans leurs conférences, de développer des liens avec une variété d'autres organismes techniques et de résoudre les problèmes éthiques liés aux développements technologiques. Grâce à des mécanismes tels que les conférences et les publications, les associations professionnelles peuvent semer l'idée des NBIC dans les organisations d'apprentissage, les organismes de financement et la société en général » (NSF, 2002, p.25).

²⁵⁴ Il faut envisager que le premier rapport, c'est-à-dire celui de la NSF s'étend sur 482 pages alors que le rapport de la CE compte seulement 68 pages.

De même, le rapport de la CE insiste sur l'importance de cette dimension et note :

« La Commission propose une approche intégrée et responsable, reconnaissant la transition d'une mono-disciplinarité vers diverses formes de multidisciplinarité et maintenant de transdisciplinarité, où les recherches dans divers domaines sont en effet intégrées autant que possible. » (Bernold, Conférence CE, 2004, p. 25)

Le groupe d'experts de la CE estime en revanche que « la forme habituelle de l'interdisciplinaire n'est pas suffisante ». Le rapport de la CE signale que :

« Le processus de définition d'objectifs pour les *TCSC*E implique une évaluation critique et comparative de la viabilité des propositions. La critique mutuelle par-delà les frontières entre les disciplines intervient surtout lorsqu'il y a lieu de déterminer les limites actuelles ou à moyen terme des recherches sur les TC » (CE, 2004, p. 48).

Dans une perspective analogue, Malsch (2008) souligne l'importance de la dimension interdisciplinaire lorsqu'il note dans son article « Which research in converging technologies should taxpayers fund? Exploring societal aspects » :

« Toute nouvelle activité de recherche interdisciplinaire requiert une approche coordonnée, pour laquelle de nombreux acteurs différents avec leurs propres intérêts et agendas doivent être convaincus de collaborer. Pour que ça fonctionne, une masse critique doit par des groupes de recherche de haute qualité, le financement, les petites et grandes entreprises, les régulateurs, et les utilisateurs. Ce n'est pas nouveau, bien sûr, et a été soutenu et analysées dans de nombreuses publications dans la communauté de recherche interdisciplinaire d'études sociales de science et technologie (STS) » (Malsch, 2008, p.p. 142.143).

On remarque aussi que lors des entrevues les notions « multidisciplinarité », « interdisciplinarité » et « transdisciplinarité » sont très souvent évoquées :

« Je ne suis même pas d'accord avec leur lecture [celle de la NSF] des choses. C'est ce qu'on appelle autrement une interdisciplinarité qui fait le lien entre les disciplines, c'est quelque chose qui existe toujours et c'est le moteur des innovations. On a vu les liens entre la science traditionnelle soit la physique et la chimie, physique et biologie et les nanosciences où les nanotechnologies sont un outil qui sort directement de ce qui était micro fabrication et maintenant avec quelques fonctionnalités qui se présentent de plus, c'est un domaine où la complémentarité, la convergence si vous voulez, est absolument

nécessaire, mais c'est quelque chose qui était évident depuis longtemps » (ARM, Professeur et chercheur).

« Selon moi, les domaines traditionnellement, tel qu'ils étaient enseignés, étaient tous séparés et je pense que cette façon d'appréhender la science limitait les innovations et les technologies. Donc maintenant, on se rend compte, on fait tomber les barrières entre les différentes disciplines ce qui amène les gens à développer des TC ou multidisciplinarité en vue d'avancer la science et les technologies. Individuellement, on est allé loin et je pense que peut avoir d'autre type de connaissance collectivement » (NBS, Professeur adjoint).

« [...] Ce qu'on a vu apparaître ces 20 dernières années c'est le concept de transdisciplinarité. On a commencé à travailler sur la multidisciplinarité, la pluridisciplinarité et maintenant on est rendu à la transdisciplinarité et il me semble que c'est le concept derrière la convergence. On ne réduit plus un problème à un champ disciplinaire, on aborde le problème de manière globale et on fait converger des approches scientifiques, des familles de sciences pour réfléchir ce problème. C'est là qu'il y a convergence » (ALM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

Sur le plan théorique, il existe un accord unanime concernant l'importance et le rôle de l'interdisciplinarité dans la construction et l'évaluation des TC. Cela dit, il ressort clairement que l'interdisciplinarité est difficile à mettre en œuvre.

Concrètement, l'interdisciplinarité intervient de diverses manières dans le débat portant sur la convergence des NBIC. D'abord, on observe un rapprochement fréquent entre la « convergence » et l'« interdisciplinarité » qui amène certains auteurs à soutenir que les deux concepts pourraient être utilisés comme synonymes. Selon Beckert, « la convergence ne décrit pas une nouvelle approche, mais comprend un champ de recherche existant [...] En tant que telle, la convergence doit être comprise comme un processus dynamique et continu qui est accompagné d'une réorganisation continue de sous-champs disciplinaires » (Beckert, 2007 p. 389). Nous retrouvons ce rapprochement dans le discours des scientifiques :

« En fait, je pense, d'une part, c'est pour ce qui est des domaines interdisciplinaires ou multidisciplinaires et puis d'autre part, c'est pour que certains domaines aient des répercussions sur d'autres disciplines par exemple utiliser les nanosciences avec la biologie pour la médecine entre autres, voilà un exemple me semble-t-il de convergence » (MLL, Professeur et chercheur).

Giorgi (2009) apporte quelques nuances indispensables à l'examen de ce concept. D'emblée, elle note que « la discussion actuelle sur la convergence est indicative du fait que la spécialisation au sein de la science diminue ». Elle estime également que « la convergence décrit des tendances semblables, mais elles ne sont pas tout à fait équivalentes, à l'interdisciplinarité ». Plus loin, elle précise que « si la convergence renvoie à une logique 'd'application' ('the applied dimension') en lien étroit avec l'industrie, l'interdisciplinarité est perçue comme étant plus « académique », désignant la coopération au niveau de la recherche fondamentale » (Giorgi, 2009, p. 431).

Schmidt (2007) rappelle, et à juste titre, qu'« aujourd'hui l'interdisciplinarité est partout et nulle part- le terme a de toute évidence perdu son pouvoir critique ». À l'instar de la convergence, il y a un besoin de clarification du concept « inter, multi et transdisciplinarité », non pas d'un point de vue général, mais à l'égard des TC et surtout en ce qui concerne l'espace d'intervention que celle-ci peut occuper concrètement.

Les contours mouvants de la convergence suscitent une réflexion sur le rôle et la nature de la dimension interdisciplinaire. Schmidt (2007, 2008) s'intéresse à ce point et considère qu'il est nécessaire de clarifier les différentes significations de l'interdisciplinarité afin de pouvoir distinguer les différences en terme de politique du savoir (Schmidt, 2007). Selon lui, la politique du savoir de la NSF se base sur une interdisciplinarité « techno-objet ». Il s'agit, d'une logique « techno réductionniste qui se concentre principalement sur les objets technoscientifiques et évite une réflexion critique de la société » (Schmidt, 2008, p. 46). Contrairement à l'approche américaine, le projet de la CE concerne une interdisciplinarité orientée vers « la perception et la résolution des problèmes » et intègre de ce fait « des aspects plus larges de l'innovation sociétale ». L'analyse de Fuller (2009) conforte ce postulat et confirme que l'interdisciplinarité, telle que proposée par la CE, s'inscrit dans une approche holistique qui prend en considération la logique sociétale.

Nous estimons que la notion d'« interdisciplinarité » pose une double difficulté. La première difficulté concerne l'application de l'interdisciplinarité : la nature et le rôle des disciplines impliquées dans le processus d'innovation, les conflits d'intérêts entre les acteurs des

différentes disciplines, la difficulté culturelle à travailler de façon interdisciplinaire, etc. Tous ces éléments constituent des obstacles devant la mise en œuvre d'un travail interdisciplinaire. La deuxième difficulté concerne la collaboration entre les sciences humaines et sociales et les sciences dites dures. Cette intégration est indispensable puisqu'elle permet d'inscrire l'évolution scientifique et technique dans un contexte global qui englobe les composantes sociétale, politique, économique, technique, biologique et éthique.

5.1.5 Vision/État de l'art

Le discours savant sur les TC navigue entre fantasme et pragmatisme. Beckert et al. (2007) estiment que « l'un des problèmes centraux du phénomène TC c'est qu'il n'est pas clair si la convergence est une observation de quelques choses qui se passe déjà ou un signal que quelque chose va se passer » (Beckert et al., 2007, p. 376). Quelle est la part de la réalité et la part de la fiction dans le débat sur les TC ?

5.1.5.1 Les visions

L'impact de l'imaginaire technique sur le développement réel de la recherche et de l'innovation est largement discuté au sein des sciences sociales. Nous retrouvons cette dimension dans la littérature scientifique consultée qui souligne la part du rêve et des images fantasmagiques dans la construction des TC. Les visions sont analysées comme l'une des ressources mobilisées, en amont du processus, pour orienter et façonner le projet technique.

Le meilleur moyen de prédire le futur est de l'inventer, disait Peter Drucker. Les rapporteurs de la NSF proposent la version suivante du futur :

« À ce moment unique dans l'histoire de l'exploit technique, *l'amélioration de la performance humaine* devient possible. Sous l'emprise des conflits sociétaux, politiques, et économiques, le monde oscille entre optimisme et pessimisme. La convergence NBIC peut nous donner les moyens d'affronter avec succès ces défis en renforçant très sensiblement les aptitudes mentales physiques et aptitudes sociales de l'homme. Une meilleure compréhension du corps humain et le développement des outils pour diriger

interaction homme-machine ont ouvert complètement de nouvelles opportunités. Des efforts doivent être axés sur la santé individuelle et collective, en termes d'une conception éclairée au profit de l'homme qui embrasse le changement tout en préservant les valeurs fondamentales » (NSF, 2002, p.3).

Cette vision est fermement critiquée dans les rapports officiels et dans la littérature scientifique (Hunyadi, 2010; Fuller, 2009; Mali, 2009; Ferrari, 2008; Schmidt, 2008; 2007).

Par exemple, la CE estime dans l'introduction de son rapport que :

« [...] Les bénéfiques potentiels de cette convergence s'accompagnent d'un certain nombre de risques. On pourrait citer d'éventuels effets nocifs pour la santé des nouveaux appareils et matériaux, les intrusions dans la vie privée, les troubles sociaux résultant de profondes transformations du monde du travail et des loisirs, la transformation de la nature telle que nous la connaissons par un environnement artificiel ainsi que certains aspects préjudiciables à l'intégrité humaine, à l'autonomie et à la moralité. En conséquence, les premières réactions à une initiative en matière de TC aux États-Unis ont soulevé des inquiétudes face aux ambitions transhumanistes visant à 'améliorer les performances humaines' en transformant les êtres humains en machines » (CE, 2004, p.10).

Ce bras de fer idéologique est commenté par Fuller (2009) lorsqu'il mentionne dans son article : « Il y a une lutte constante entre les États-Unis et l'UE de définir la direction donnée à l'idée de TC [...] tout indique que les États-Unis gagnera cette lutte, du moins sur le plan idéologique » (Fuller, 2009, p.7). Il semble que la confrontation des visions constitue d'ores et déjà un obstacle de taille au développement même des TC.

5.1.5.2 « État de l'art »

D'abord, les TC constituent une réalité dans la mesure où elles ont été « institutionnalisées[s] et transformées[s] en pratiques généralement acceptées par la surveillance ou la réglementation de la production et/ou la diffusion des connaissances nouvelles » (Giorgi, 2009, p.427). Ainsi, le développement des TC s'inscrit dans un cadre institutionnel qui englobe « des paramètres artificiels qui ont été créés de haut en bas par la mise de nouvelles lignes budgétaires pour guider le financement de la recherche » (Giorgi, 2009, p.429).

Actuellement, des cadres de ce genre sont en vigueur dans plusieurs pays dans le monde : États-Unis, Brésil, Canada, Chine, Israël, Japon, Singapour, Inde, Russie et bien d'autres. Outre cela, en juin 2011, L'UNESCO inaugure le *Réseau pour l'Expansion des Technologies Convergentes dans la Région Arabe* (NECTAR) dont le siège social est au Caire. Nous pouvons lire sur le site :

« L'UNESCO désignera une ou plusieurs institution(s) réputée(s) de science ou d'ingénierie des pays suivants : Bahreïn, Égypte, Irak, Jordanie, Maroc, Soudan et Syrie pour devenir les points focaux nationaux du réseau. Chacun d'eux sera chargé de rédiger un programme de normes de qualité s'appliquant à l'éducation, la recherche, l'innovation et la commercialisation des nouveaux produits faisant appel aux technologies convergentes et des sciences fondamentales associées à ces technologies. Chaque institution créera, dans ses murs, un Centre d'innovation sur les technologies convergentes et établira des partenariats entre universités, instituts publics de recherche et industries. Elle devra également organiser des expositions sur les technologies propres afin d'y sensibiliser le public²⁵⁵ ».

La question de « l'état de l'art » concerne aussi la fusion réelle des quatre domaines et les applications qui en résultent. À ce sujet, nous affirmons avec Beckert et al. (2007) que, non seulement l'intégration de deux ou plusieurs disciplines a lieu réellement, mais qu'elle est appliquée aussi dans divers secteurs. De même, l'analyse de Loveridge et al. (2008) montre que la transition de la vision vers la réalité est en phase de concrétisation : « Les TC, ont déjà commencé à frayer avec les entreprises des approches uniques pour le processus de production à petite échelle. Ceux-ci peuvent très bien avoir un potentiel sérieux et évoluer vers une production à volume élevé [...] Avantium, et son réseau de partenaires sont un exemple de ce type de développement qui a commencé et qui pourrait se propager » (Loveridge, 2008, p.38).

Nous avons posé cette question à nos interlocuteurs et leur réponse est claire : la convergence concerne la recherche fondamentale, appliquée et industrielle. BLSN (directeur de département et de groupe de recherche en chimie des nanomatériaux) nous livre à ce sujet une réponse sans ambiguïté :

²⁵⁵ <http://www.unesco.org/new/index.php?id=55922>

« On travaille principalement sur les nanomatériaux. Les nanomatériaux permettent des applications en chimie, dans l'industrie pharmaceutique, et maintenant on attaque de plus en plus avec ces nanomatériaux le domaine du vivant. Ça veut dire qu'on crée des matériaux vivants. Cette fois-ci ce n'est plus des matériaux inanimés, c'est plutôt des matériaux avec des vies ». (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Enfin, nous proposons, dans ce qui suit, quelques exemples de TC. Notre diagnostic se restreint aux exemples évoqués dans la documentation citée dans le cadre méthodologique :

Exemple 1 : « Roland-Garros et IBM : le spectacle des homme- machines. Cette année, l'entreprise Roland-Garros va transformer tous ses clients en homme-machines communicantes pour leur faire profiter au mieux du spectacle offert par d'autres homme-machines. Tous les spectateurs seront équipés de badges RFID nominatifs vendus par IBM. Fruit d'un partenariat technologique de longue date avec la société événementielle, IBM nous donne un avant-goût de sa planète intelligente, de son meilleur des mondes ²⁵⁶ ».

Exemple 2 : « Une discothèque espagnole propose à ses nouveaux clients de choisir entre une carte de membre ordinaire dont ils doivent se munir pour entrer au club ou un implant sous-cutané. La puce VeriChip a la taille d'un grain de riz. Elle est implantée dans le haut du bras par un membre du personnel spécialement formé. La puce est un moyen d'identification, mais elle peut aussi servir pour régler les consommations. Les membres n'ont plus besoin d'avoir de l'argent sur eux. D'autres utilisations sont envisagées. En cas de malaise, la puce pourrait permettre de faire le compte exact des boissons alcoolisées qui ont été commandées. Des limites à la consommation pourraient aussi être imposées. Les membres auraient la possibilité de commander leurs boissons favorites, avec des variantes éventuelles, dès leur arrivée à l'entrée du club. Des contacts pourraient être facilités entre certains membres qui font partie d'un groupe ou qui veulent se faire reconnaître en fonction de caractéristiques qu'ils choisissent. » (CE, 2004, p. 3)

Les exemples que nous avons présentés montrent bien que les TC quittent la sphère de l'imaginaire pour loger dans les replis de la vie quotidienne (il est possible de multiplier les exemples concernant l'utilisation des RFID). De plus, il n'est pas sans importance de noter que des entreprises importantes, de par leurs poids et leurs innovations (IBM si nous reprenons le premier exemple), sont impliquées dans des projets qui concernent les TC. La rapidité avec laquelle ces nouvelles technologies intègrent le marché laisse entrevoir une multiplication des applications, semblable à celles des TIC, et ce dans un futur proche. Selon le CNRC (2003), la démocratisation des TC dans les pays développés est prévue pour 2030.

²⁵⁶ (Source : site PMO). <http://www.piecesetmaindoeuvre.com/IMG/pdf/Roland-Garros-et-IBM-le-spectacle-des-homme-machines.pdf>

5.1.6 Conclusion

Dans la présente section, notre objectif était de réaliser une analyse générale orientée vers le fait technoscientifique. Pour y parvenir, nous avons tenté de déconstruire la structure interne des TC en proposant plusieurs dimensions et thématiques qui ont permis, à note avis, d'appréhender le *sens intrinsèque de l'objet technique*.

D'abord, l'étude de la structure interne des TC montre qu'il existe des lignes de divergences qu'il est important d'identifier pour examiner par la suite la manière avec laquelle ces dernières impactent le processus de construction et de diffusion du phénomène technique. Nous pensons ici aux différents niveaux d'interprétation qui concernent la terminologie, le cercle des domaines de la convergence, l'interdisciplinarité, l'étendue des applications, etc. Aussi, et il s'agit ici d'un constat de premier ordre de notre recherche, la convergence induit une *transformation importante de la nature de la technique*. Les TC permettent une diffusion illimitée et une application invisible des technologies. Enfin, il nous semble important d'affirmer la nécessité d'articuler les deux facettes *-imaginaire et fait* - dans l'analyse des processus d'innovation. En effet, les technologies convergentes s'avèrent à la fois un discours sur les politiques scientifiques et un domaine de connaissance et de savoir qui est en perpétuelle évolution.

D'un autre côté, il ressort de manière évidente que le fait n'est pas autonome du contexte dans lequel il est né. Il est contaminé, orienté et façonné par des facteurs exogènes à la dimension technoscientifique. En ce sens, nous proposons de discerner, dans ce qui suit, la nature et l'importance de ces facteurs. Nous consacrons la section suivante aux deux autres dimensions de notre *tétraèdre d'innovation* : le contexte général et les règles d'interaction. Il importe de dire que les deux dimensions sont loin d'être indépendantes (voir cadre conceptuel). L'ensemble de ces éléments constitue l'environnement explicatif du fait scientifique et technique. Ainsi, après le fait technique et scientifique nous nous interrogeons, dans ce qui suit, sur le contexte général explicatif des faits.

5.2 Les sphères et les règles d'interaction

Serait-il possible de désigner les sphères qui interviennent dans le processus d'innovation des TC ? En d'autres termes, peut-on définir le rôle et la place exacte des sphères - qui décide de quoi - dans le processus d'innovation des technologies convergentes ? De quelles manières et dans quelles mesures les sphères interagissent-elles ?

La documentation officielle consultée ne désigne pas explicitement les sphères qui alimentent le processus d'innovation des TC. Néanmoins, on détecte dans plusieurs cas une volonté de souligner le rôle de certains acteurs dans le processus d'invention et de diffusion. Ces tentatives ne parviennent pas à un consensus, ce qui entraîne davantage d'obscurcissement et de confusion dans le débat au lieu de l'éclaircir. Par contre, il est très évident qu'il existe deux visions opposées dans l'appréhension et l'évaluation de l'actuelle convergence. Selon Dupuy (2004), ces deux visions sont incarnées, d'une part, par l'attitude technocratique et « décisionniste », c'est-à-dire les responsables scientifiques et administratifs et, d'autre part, par l'attitude sociologique incarnée par les militants, les protagonistes de la société civile et les observateurs académiques et/ou vulgarisateurs (Dupuy dans la conférence CE, 2004, p. 11). Laurent (2007) signale que cette confrontation d'opinion n'est pas inédite puisqu'elle est conduite dans un contexte scientifique et politique préalable. Elle est alimentée par les mêmes principes idéologiques et elle soumise aux mêmes grilles d'interprétation et d'évaluation qui sont antérieures à la publication des rapports de la NSF et de la CE.

Nous retrouvons ce constat dans une grande partie de la littérature savante (Fuller, 2009; Kjolberg, 2008; Ferrari, 2008; Laurent, 2007). À ce sujet, Ferrari (2008) note dans son article : «*Is it all about human nature? Ethical challenges of converging technologies beyond a polarized debate*» :

« La discussion sur d'éventuelles modifications technologiques de (certaines) capacités humaines et de la société est rapidement caractérisée par une polarisation des positions. D'un côté, les partisans de la convergence NBIC défendent la réingénierie de la nature humaine par le biais du génie génétique, la décélération et l'arrêt du vieillissement, la cybernétique et l'utilisation des nanotechnologies, et ainsi promouvoir la création

d'êtres humains biologiquement et technologiquement supérieurs et par conséquent l'évolution ou la transformation de la nature humaine (voir Nordmann; Schummer et Schwarz, 2006). Comme déjà dit, la plupart des défenseurs de la convergence des NBIC ont des positions similaires avec les trans-humanistes. D'autre part, la plupart des adversaires de l'utilisation libérale des technologies et défenseurs du caractère naturel comme étant moralement précieux et qui reposent sur des concepts tels que la finitude et l'humilité, c'est-à-dire l'inviolabilité de la nature humaine. Ces positions contradictoires de la défense et de l'attaque frontale sur les nouvelles technologies sont accompagnées, respectivement, par un optimisme et une attitude pessimiste envers eux. Cette polarisation de l'opinion n'est pas du tout une nouveauté du débat sur les NBIC, mais reflète la scission typique entre les « technoprogressistes » (ou « biolibéraux») et « technoconservateurs » (ou « bioconservateurs ») dans le débat bioéthique américain, qui peut dans une certaine mesure également être trouvé dans le contexte européen (voir le débat sur la production et l'utilisation des cellules souches embryonnaires quand il est dominé par la seule question du statut moral de l'embryon humain) » (Ferrari, 2008, p. 6. Traduction libre).

Dans ce qui suit, nous tentons de dépasser cette « polarisation ». Nous estimons que le processus d'innovation des TC révèle l'influence conjuguée de plusieurs sphères qui, dans la réalité, sont imbriquées, mais que nous distinguons en six (6) catégories : la sphère sociale, la sphère technoscientifique, la sphère politique, la sphère économique, la sphère biologique et la sphère éthique. Chacune de ces sphères semble influencé, dans des proportions variables et selon des modalités différentes, le cours du développement du processus d'innovation des TC, son rythme et son orientation.

Aussi, notons que l'ensemble de ces sphères est explicitement évoqué dans les trois approches classiques qui ont pensé le phénomène technique (voir cadre conceptuel). Dans ce qui suit, notre objectif consiste à identifier, comprendre et analyser le rôle des différentes sphères et la nature des interactions qu'elles entretiennent, et ce dans le cadre du processus d'innovations des TC.

5.2.1 Sphère technoscientifique

Nous analysons dans cette rubrique l'évolution des TC sous un angle socio-épistémologique. Plus spécifiquement, cela consiste à *inscrire la structure interne de l'objet technique dans un contexte général de la technoscience*. Pour y parvenir, nous commençons par examiner la

question du paradigme explicatif des TC. Ensuite, nous tenterons de décrypter le modèle technoscientifique. Enfin, nous abordons la question de l'hybridation nature-artificiel.

5.2.1.1 Les TC : Continuité ou changement de paradigme ?

Rodney Allen Brooks, directeur du laboratoire d'intelligence artificielle du MIT, déclarait en 2005 que « d'ici trente ans, nous en arriverons à un contrôle si raffiné de la génétique des systèmes vivants qu'à la place de faire repousser un arbre ou de le couper pour fabriquer une table, nous finirons par être capables de faire pousser la table » (Rapport Etc group, p. 3). Lors des entrevues, nous avons investi la sphère technoscientifique en soumettant la déclaration de Brooks à nos interlocuteurs. L'objectif était de savoir si nous vivons, actuellement et/ou dans un futur très proche, une révolution scientifique, un changement de paradigme pour reprendre l'expression et l'analyse de Thomas Kuhn (1970).

Sur la forme, les répondants attestent que l'intervention de Brooks contient un brin de provocation sans qu'elle soit dénouée d'un socle scientifique. Selon eux, la déclaration interpelle l'imaginaire du néophyte tout en gardant assez de substance et de sérieux pour exprimer l'ampleur de la nouvelle vague technologique.

Sur le fond, les scientifiques et les chercheurs interviewés sont très clairs : ils estiment que l'évolution des quatre domaines et leur fusion ne résultent pas et ne traduisent pas un changement de paradigme. Ils déclarent :

« Non, j'ai un peu l'impression que c'est le mouvement de perfectionnement, une trajectoire, il n'y a pas une révolution. Il y a un progrès dans la complexification des matériaux qui sont produits et l'élargissement de leurs propriétés physiques et chimiques, mais elle est normale » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

« Non, c'est en continuité pour moi. C'est dans l'air depuis longtemps et les nano ont cristallisé certaines actions, certains types de recherche. Demain, c'est-à-dire l'année prochaine, il peut y avoir quelque chose de plus important qui apparaisse » (JJPN, Professeur et directeur de laboratoire).

« Je dirais qu'il n'y a pas de changement de paradigme parce que de toute l'histoire des sciences, on a toujours été dans des avancées scientifiques qui ont fait l'objet de débats très tendus » (ASL, Professeur et responsable de département).

« Est-ce que nous sommes en train de vivre une révolution? Ça fait longtemps qu'on vit cette révolution-là [...] Il y a des techniques extrêmement poussées qui sont mises au point à tous les jours. Pour répondre à ta question, cette révolution on la vit, ça, c'est sûr » (BAM, professeur et responsable de groupe de recherche).

« Non, il n'y a pas une nouvelle science. Les découvertes se sont arrêtées avec la relativité. Sur le plan technologique, on a juste affiné les outils [...] Cette phrase s'inscrit dans le contexte : 'on peut rêver', on peut dire n'importe quoi : 'mettre des déchets et sortir du foie gras' » (MCM1, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

La majorité des scientifiques réfutent l'idée selon laquelle l'évolution des TC se situe dans un nouveau paradigme explicatif. Selon eux, l'avènement des TC s'inscrit dans « un mouvement de perfectionnement » de la science et de la technique. Ainsi, l'ensemble des concepts et la succession des faits scientifiques qui alimentent la structure interne des TC appartiendraient au même paradigme scientifique.

Nous pouvons expliquer les propos et la position des scientifiques par le fait que les domaines de la convergence (particulièrement les nanosciences et nanotechnologies) sont pour la plupart *des technologies habilitantes*. Les technologies habilitantes se présentent comme « un ensemble de nouveaux procédés et de nouvelles techniques qui permettent à des technologies déjà existantes de s'améliorer²⁵⁷ ». Enfin, le concept de « paradigme » paraît plus au moins pertinent et incohérent avec la nature et le contenu des aspects technoscientifiques en question.

Suite aux déclarations précédentes, nous avons tenté d'attirer l'attention de nos interlocuteurs sur le fait que certains sociologues et philosophes estiment que l'avènement des TC provoque « un bouleversement d'ordre symbolique » entre vivant et non-vivant, interne et externe, légal et illégal, etc. Les réponses à cette question sont hétéroclites. Nous proposons de les classer en quatre groupes.

²⁵⁷ Commission d'éthique de la science et de la technologie, éthique et Nanotechnologies. Se donner les moyens d'agir, Québec, 2006, p.82.

Le premier groupe estime qu'il ne possède pas les connaissances théoriques nécessaires pour répondre à cette question :

Les TC provoquent-elles un bouleversement d'ordre symbolique ? « Premièrement, je n'ai pas les bases sociologiques pour répondre à cette question. Mais c'est clair que pour les sociologues semblent voir un déplacement. Est-ce que c'est intrusif ? C'est peut-être une question un peu trop philosophique » (PDM, professeur et titulaire de chaire de recherche).

« Je dirais qu'on s'approche de plus en plus de cette intégration là (silence) [...] La technique est rendue plus humaine. Je ne sais pas si ce n'est pas ou si c'est mauvais » (ABM, responsable de programmes).

Le deuxième groupe insiste sur le fait que nous sommes dans une « évolution » normale qui n'implique pas de bouleversement symbolique :

Les TC provoquent-elles un bouleversement de l'ordre symbolique ? « [...] C'est une question d'*évolution*. On comprend mieux et donc on agit mieux sur le corps humain. On continue ou on s'arrête ? Oui, il y a de plus en plus de possibilités d'agir sur la nature humaine » (PDM, Associé de recherche).

Le troisième groupe, qui constitue la majorité des répondants, confirme que l'actuelle vague scientifique et technologique a effectivement des conséquences majeures qui risquent de provoquer un bouleversement d'ordre symbolique.

Les TC provoquent-elles un bouleversement de l'ordre symbolique ? « Oui, la technique est de plus en plus intrusive et oui, l'ordre symbolique est en train de changer » (ALM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

« Oui, je comprends. J'aimerais bien faire la différence entre les technologies qui intègrent le corps d'une manière temporelle (laser pour les yeux et plombage) et la manipulation génétique (modification de code génétique pour traiter une maladie ou autre). Pour le deuxième cas, là on crée une autre qualité de technologie parce que là les propriétés restent dans la société et font partie de la société » (ARM, Professeur et chercheur).

« Je suis tout à fait d'accord. En étant intrusive, en ayant une interface qui soit amalgamée avec l'humain, on l'adapte à celui-ci et puis on augmente ses capacités, autant les capacités de l'humain que les capacités de l'objet avec lequel il réagit » (NBS, Professeur adjoint).

« Je pense qu'en effet c'est un des risques qui est rarement identifié par le grand public. Quand je dis risque, en réalité ce n'est pas que ce soit forcément négatif, c'est-à-dire je n'ai pas de jugement catégorique là-dessus. Je dis simplement que le fait de ne pas en parler, de ne pas aborder ces questions là, de ne pas laisser des gens pouvoir tranquillement s'appropriier ces questions-là, là il fait risque. En effet, la proximité entre les objets technologiques fait qu'on a des bouleversements qui sont très ténus » (JPLC, Chercheur et Maître de conférences).

Enfin, la quatrième catégorie, minoritaire (seulement deux répondants; codes : DCM et BLSN), s'interroge sur la signification et la portée du concept « ordre symbolique ». Nous retranscrivons dans ce qui suit un fragment de notre entretien avec un professeur universitaire titulaire d'une chaire de recherche. Les propos de notre interlocuteur révèlent l'état d'esprit de certains scientifiques et leur manière de concevoir ou de légitimer une pratique scientifique et technique :

Les TC provoquent un bouleversement de l'ordre symbolique: « Il n'y a pas « le vivant » et « le non-vivant ». Par exemple : Il y a un mois, nous avons fait la découverte d'un système solaire similaire au nôtre. La découverte d'une planète parfaitement propice à la vie et il serait possible d'y habiter si on trouvait comment s'y rendre et s'il n'y a pas déjà de la vie sur cette planète. Mon point consiste à dire que les lois de la physique qui s'appliquent sur notre planète (terre) s'appliqueraient probablement sur les autres planètes semblables à la nôtre. Ce genre de découverte scientifique bouscule déjà notre conception de la vie. Lorsqu'on aura la chance de rentrer en contact avec ceux qui vivent sur ces centaines d'autres planètes habitables pour les terriens, à ce moment-là notre conception et perception changera ». Pourquoi cet exemple ? « Parce que ça serait possible de trouver une forme de vie autre que la nôtre, conçue différemment. (Ex : homme en carbone versus êtres vivants en silicone). Finalement, cela peut être vivant, naturel ? « Oui, car sur notre planète, la silicone est notre puce d'ordinateur, mais sur une autre planète la carbone pourrait l'être et le silicium (silicone) constituera la vie [...] Car le silicium (silicone) et le carbone ont des propriétés semblables » (DCM, Professeur et directeur de chaire de recherche niveau I en neurosciences, traduction libre).

D'abord, nous constatons que, pour examiner le paradigme explicatif des TC, le regard des scientifiques se dirige principalement vers la structure interne de l'objet technique. À chaque fois, dans leur démonstration (explication), les chercheurs reprennent les faits scientifiques et techniques pour prouver qu'ils s'inscrivent dans un processus de « perfectionnement ». Ainsi, il semble très clair que les scientifiques n'intègrent pas dans leur grille d'analyse les implications sociétales, éthiques ou légales (etc.) de l'objet technique en question. L'interprétation concerne davantage la réalité scientifique versus la réalité scientifique dans

un contexte social/global. Ainsi, il ressort de manière évidente que les scientifiques n'ont pas une vision de contexte général dans lequel émergent et s'inscrivent leurs travaux. Ce constat est conforté lorsque certains chercheurs confessent qu'ils n'ont pas les connaissances nécessaires (les connaissances philosophiques ou sociologiques) pour envisager une analyse autre que scientifique et/ou technique. Très rarement (un seul cas : SDM professionnel de la recherche), les scientifiques interprètent la situation dès le départ à partir d'éléments scientifiques et sociaux :

« Sur cet aspect la de la fabrication, c'est une évolution normale de la technologie. Le principe de base existe dans le microscope électronique depuis plusieurs années [...] Je ne le vois pas comme une rupture, c'est une évolution logique par rapport à ce qu'on faisait avant [...] Une évolution naturelle. Ce qui est nouveau c'est qu'on comprend mieux [...] La logique en arrière c'est la même [...] Les dangers qui sont associés à ça sont plus grands et peuvent être irréversibles [...] C'est plutôt ça qui est inquiétant [...] » (SDM, professionnel de la recherche).

Ensuite, à la lumière des explications précédentes, il ressort qu'une évolution technoscientifique « normale » peut engendrer une transformation radicale. Autrement dit, un paradigme scientifique constant peut provoquer un bouleversement d'ordre symbolique et/ou un changement de paradigme sociologique : une continuité dans les faits (scientifiques) et une rupture dans les conséquences (sociétales).

Enfin, certains scientifiques - présentés ici dans le quatrième groupe - se questionnent sur la le sens et la nature de « l'ordre symbolique ». Dans une perspective évolutionniste, ils considèrent que la notion du vivant évolue en fonction de nos connaissances et de ce fait, les frontières, entre la matière inerte et la matière organique, sont instables et insaisissables. Aussi, dans leur discours, ces scientifiques établissent une continuité entre « le travail technoscientifique » et « l'œuvre de la nature ». Selon JPVN (membre de l'académie royale et directeur de laboratoire), les scientifiques de cette catégorie « jouent le darwinisme » en inscrivant leur démarche scientifique dans un processus d'évolution naturelle²⁵⁸.

²⁵⁸ Nous reviendrons sur ce point dans la section « sphère biologique » pour analyser « la naturalisation de la technique » et « l'artificialisation de la nature ».

5.2.1.2 Les TC : au carrefour de la science et de la technique

Les TC se présentent comme un modèle parfait de technoscience²⁵⁹. Rappelons que les TC représentent, selon le rapport de la NSF, « l'unification des sciences et des techniques » (NSF, 2002, p.2). Cette « unification » est largement évoquée et reprise dans les trois rapports institutionnels ainsi que dans une grande partie de la littérature savante analysée.

En général, l'empreinte du modèle technoscientifique peut être envisagée de diverses manières. Dans le cadre de notre analyse qualitative, nous avons pu identifier trois pistes explicatives qui démontrent, d'une part, l'enchevêtrement de la pratique scientifique et de la pratique technique et, d'autre part, la logique utilitariste de la recherche dans les sociétés modernes. Les trois pistes qui nous permettent d'envisager les TC comme un modèle de technoscience sont : 1) la piste philosophique; 2) la piste épistémologique et 3) la piste socio-économique.

1) La piste philosophique :

Selon BHN, scientifique et philosophe des sciences et des techniques, il existe un arrière-plan philosophique qui explique *l'opérationnalisation technique de la science moderne* (dimensions opératoires- technique et mathématique- des sciences contemporaines selon les termes de Hottois, 2006). Il déclare :

« [...] Contrairement à ce qu'on dit toujours, on ne vit pas dans un siècle de science. Le XXe siècle n'a pas été le siècle de la science, non! [...] Quand je dis que ce n'est pas le siècle de la science, je veux dire par là que ce n'est pas un siècle qui a été animé par le désir de connaître, comme le XVIIe siècle par exemple. C'est un siècle qui a été alimenté par le désir de modifier le monde. Donc, c'est un siècle qui a été animé par un désir de maîtrise technique. De ce fait, je comprends fort bien que, d'une manière générale et plus précisément les organismes politiques, qu'on s'intéresse à la convergence des quatre domaines » (BHN, Professeur et philosophe).

²⁵⁹ Voir la définition du terme « technoscience » dans le chapitre préliminaire.

Cela étant dit, est-il possible dans le cas des TC de vouloir comprendre le monde sans avoir le désir de le transformer? La suite de notre conversation avec BHN montre que nous sommes loin d'une réponse définitive :

« Tu ne pourras jamais, à mon sens, pour des raisons de principe, empêcher quelqu'un de comprendre. Mais en revanche, tu pourras et peut-être même qu'il faudra empêcher quelqu'un de faire quelque chose, d'utiliser quelque chose ou de transformer le monde d'une certaine manière et ça, c'est la société qui doit le décréter ».

Est-ce utopique ou naïf de penser qu'on peut laisser comprendre et empêcher de transformer? « Non je ne crois pas [...] Ah! Là je vais revenir sur ce que j'ai dit, là tu as peut-être raison. On arrive à un point inédit de l'histoire parce que précisément il faudra peut être que cette espèce qui est humaine, pour survivre, pour garantir la survie de son milieu et de son espèce, forte de ce qu'elle sait de l'évolution quitte cette évolution, d'avoir la faculté de réfléchir sur les limites quelle doit s'imposer sinon elle ne résistera pas » (BHN, Professeur et philosophe).

L'hésitation de BHN laisse entendre la complexité ainsi que la confusion qu'entraînent les TC dans les sciences humaines et sociales. Les TC suscitent des nouvelles questions sur notre compréhension du monde, notre place dans ce monde et notre volonté de vouloir « façonner le monde²⁶⁰ ». Les TC se présentent comme une occasion supplémentaire pour s'interroger sur : premièrement, l'étendue de l'interaction entre la science (le désir comprendre) et la technique (la volonté de transformer). Deuxièmement, la possibilité de dissocier concrètement les deux préoccupations, c'est-à-dire désirer comprendre le monde sans pour autant vouloir le transformer.

D'après les données de notre recherche, il semble que la convergence des NBIC constitue le point culminant d'une pratique scientifique et technique de plus en plus liée. Désormais, il devient difficile de vouloir comprendre la nature sans envisager de la modifier. En effet, il ressort que la convergence des quatre domaines scientifiques et techniques répond à « deux préoccupations différentes ». D'une part, les TC permettent de « tirer de l'information » et de « comprendre la nature » des choses et des personnes et, d'autre part, elles permettent « d'y mettre de l'information » et donc de « transformer » les choses et les êtres en plus de « leur donner la forme qu'on souhaite qu'elle prenne ». C'est dans cette mesure que les TC

²⁶⁰ Sous-titre d'un récent ouvrage de Bernadette Bensaude, 2009, *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, Éditions la Découverte. Voir aussi l'ouvrage coordonné par Gilbert Vincent, 2007, *La technique et le façonnage du monde, mirages et désenchantement*, Éditions l'Harmattan.

s'apparentent à une technoscience qui incarne à elle seule les deux soucis auparavant distincts : la *compréhension* et la *transformation* des sujets et des objets.

2) La piste épistémologique :

Les interrogations sur la possibilité de séparer le souci de la compréhension et le souci de la transformation sont légitimes. Dans certains domaines de la convergence, nous observons une fusion entre les deux actes qui est rendue possible grâce à des instruments sophistiqués qui entraînent une opérationnalisation instantanée de la pratique scientifique. Par exemple, dans le cas des nanosciences et nanotechnologies (NST), le rôle du microscope à effet Tunnel (*Scanning Tunneling Microscope*, STM) et du microscope à force atomique (*Atomic Force Microscope*, AFM) dans la manipulation, le contrôle et le façonnage de la matière organique :

« (Le STM) C'est celui qui a lancé tout l'intérêt pour les nanotechnologies au début des années 80 [...] C'est né du besoin de faire de la cristallographie de surface c'est-à-dire de regarder la surface des matériaux, quel était l'arrangement des atomes et en fait on a fait beaucoup plus c'est-à-dire à voir les arrangements et avec beaucoup de difficulté les interprétés. D'ailleurs, ce n'est pas des images aussi claires que dans un microscope optique, à la limite le mot voir ne signifie pas la même chose à ce niveau là [...] Pour moi le STM est le seul instrument qui a fait vraiment des nanotechnologies qui permet de voir un atome individuel, non seulement de le voir, mais de le pousser sur une surface, de l'amener à l'endroit où on veut et puis d'en amener un autre et de faire une molécule qui ne se ferait pas naturellement, on pousse atome par atome [...] Avec évidemment un rendement qui n'est pas très intéressant puisque c'est une molécule, on peut voir la molécule après, mais quelque part je dirais ce n'est pas avec ça que ça devient industriel, une molécule, on ne sait rien faire avec une molécule en industrie. »

Et le rôle des « nano » dans la convergence ? « C'est évidemment qu'on fait maintenant des matériaux qui sont parfaitement composites et des encapsulements qui sont nouveaux, mais personnes n'a pris un STM pour ouvrir une capsule à l'échelle nanométrique, venir mettre une molécule dedans, la refermer et puis dire que c'est des matériaux qu'on a gérés au niveau nanoscopique. C'est un processus qui fait que la nature elle-même produit des systèmes nanoscopiques comme elle l'a fait depuis longtemps. Maintenant on les maîtrise, je veux dire quelque part, on maîtrise les structures qui sont à l'échelle nanométrique [...], mais ça n'a rien à voir avec les travaux STM qui manipulent les atomes un par un mais ça on ne le fait plus, on ne le fait plus beaucoup, on n'entend plus beaucoup dans la littérature quelqu'un qui descend à l'échelle de l'atome ». Pourquoi ? « Et ben, c'est parce que ce n'est pas ce qui compte pour l'industrie, ce pas ce qui compte pour, j'allais dire, pour fabriquer en grande

quantité ou bien des systèmes très grands, ça n'a évidemment aucun avenir à cette échelle-là, c'est juste une performance qui vous fait connaître un peu le comportement de la matière à cette échelle là, c'est un monde intéressant à explorer, mais on donne plus d'argent pour les choses intéressantes maintenant » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

3) La piste socio-économique²⁶¹ :

Plusieurs éléments peuvent être évoqués pour démontrer la rationalisation économique de la science dans les sociétés modernes. Cela dit, nous reprenons dans ce qui suit un argument évoqué par un scientifique qui revient sur les éventuelles alliances entre la sphère économique et la sphère scientifique. Selon MGP, d'un point de vue historique, il existe un changement fondamental dans la classification de l'activité et de son contenu. « Chercheur » est depuis le début du XXe siècle « un métier » comme les autres qui se soumet à une logique économique marchande de rentabilité et de concurrence. Il explique :

« D'abord, il y a deux périodes. La période avant-guerre et la période après guerre. Avant la Deuxième Guerre mondiale, le développement de la science, des scientifiques était relativement « marginal », la science n'était pas en soi un vrai métier socialement. Tous les chercheurs étaient des gens qui avaient d'autres fonctions et qui faisaient ça indépendamment (Newton, Einstein, etc.). Tous ces gens avaient une activité sociale, économique bien définie et ils faisaient en plus de la science, de la recherche. Et puis, il y a eu la bombe atomique. La bombe atomique c'est le moment où les chercheurs ont produit quelque chose qui été utilisée. Le projet Manhattan, c'est un moment où l'on dit bon on récupère tous ces gens là et on leur dit vous nous faites une bombe parce que vous, vous savez la faire. Et après ça, on a basculé dans un système où le statut de chercheur est en soi un métier. Évidemment, là les choses ont quand même changé, ça veut dire si vous en faites un métier, l'activité doit avoir une rentabilité qui va être soumis aux mêmes contraintes que tous les autres métiers qui existe dans la société » (MGP, Professeur et chercheur).

Nous exprimons certaines réserves concernant la classification historique proposée par MGP. La science moderne en tant qu'institution se met en place aux XVIe et XVIIe siècles²⁶². Cela dit, il est vrai qu'à partir de la Première Guerre mondiale (l'utilisation intensive de la science

²⁶¹ L'utilitarisme et la rentabilité économique de la recherche scientifique seront largement discutés dans la section « sphère économique ».

²⁶² Voir les travaux de Kuhn (1970), Stehr (1976), Chalmers (1987), Pestre (2001) et Vinck (2007). L'historien des sciences Dominique Pestre (2001) déclare à ce sujet : « La science moderne en tant qu'institution, celle qui se met en place aux XVIème et XVIIème siècles, a toujours été de plus haut intérêt pour les pouvoirs politiques, économiques et militaires » (Pestre, 2001, p. 18).

à des fins militaires) et particulièrement lors de la Deuxième Guerre mondiale (le projet Manhattan), la science devient un modèle politico-économique d'organisation sociale. L'activité scientifique n'est plus une fin en soi, mais un moyen qui permet, entre autres, une supériorité militaire, politique, économique, etc.

Une majorité des scientifiques constatent (parfois avec regret) la dépendance de la recherche scientifique à l'égard de dispositifs socio-politico-économiques. JPVN (membre de l'académie royale et directeur de laboratoire) reconnaît les vertus de la collaboration entre différents acteurs, mais regrette la perte d'une certaine autonomie :

« [...] Je suis en fait académicien, je suis membre de l'académie royale. Même là-bas il y avait 3 classes (science, lettre et beaux arts) et maintenant il y a 4 classes; la classe « ingénierie et société ». Alors c'est très bien, il y a pas de soucis, à un souci près, je dirais, dans une institution qui mettait beaucoup de poids sur le progrès de la connaissance par curiosité. Maintenant, on est obligé, quelque part, de dire voilà non ça ne suffit plus, il nous fait une classe d'académicien qui va plus spécialement regarder les impacts sociétaux, et là-dedans on va trouver des industriels, des politiciens, je veux dire ça va probablement faire beaucoup de bien à l'académie d'avoir des gens comme ça, mais ça ne sera plus tout à fait l'académie académique (rire) » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

Malgré que le spectre du modèle technoscientifique soit présent dans les explications et les réponses données, nous sommes très surpris de constater que le terme « technoscience » n'apparaît jamais dans le vocabulaire des personnes interviewées. Visiblement, il s'agit ici d'une relation presque incestueuse, entre science et technique, fortement refoulée par une grande majorité des universitaires et professionnels de la recherche.

5.2.1.3 Les TC : une rencontre avec le vivant²⁶³

Avec les TC, la nature de la technique change. La technologie est de plus en plus intrusive. On observe un effacement des frontières et un enchevêtrement de la technique et du vivant. Aussi, non seulement la technique imprègne le corps, qu'elle entre en interaction avec les

²⁶³ Nous nous limitons dans cette section au constat et nous reviendrons dans la section « Sphère biologique » sur les questionnements suscités par cette hybridation « humain » et « technique ».

composantes organiques, mais elle intervient aussi pour les modifier. Le corps est devenu un espace physique et un terrain d'application de la technique. Cette nouvelle relation entre la technique et l'humain, entre le vivant et le non-vivant, est traitée dans le cadre des entrevues :

Avec les TC, la nature de la technique change, elle devient plus intrusive ? « C'est assez compliqué. Il y a toujours du bon et de l'effrayant. Parce que ça ne me gêne pas par exemple à un moment on arrive à contourner des limitations comme le fait d'être aveugle en utilisant, en détournant d'autres fonctions qui permettent d'assumer la même fonction. Il y a tout un domaine de l'interaction entre la biologie et la technique artificielle qu'on appelle la bionique dans laquelle, d'une certaine façon, on essaie de restaurer des fonctions ou d'imiter des fonctions avec du matériel technique» (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

« Ce qui risque de se passer, ce que je vois se profiler, là on risque de pousser à bout le processus de maîtrise, dans la mesure que la maîtrise risque de changer celui qui est maître. C'est-à-dire qu'on pourrait modifier peut-être pas la nature de l'être humain, mais tellement profondément modifier les possibilités de l'être humain qu'il aurait rupture. Parce que, jusqu'à présent, je ne vois que de la continuité. La conséquence risque d'entraîner certaines ruptures, mais dans les techniques mises en œuvre » (BHN, Professeur et philosophe).

« Écoutez, mon voisin était opéré sur le cœur avec valve électronique. Il est devenu un homme bionique. Et ça va continuer, de plus en plus on va voir des choses techniques, électroniques, mécaniques dans le corps humain » (MADL, Professeur et chercheur).

« Que la technique justement la technologie s'implémente dans le corps humain de cette manière là, oui parce qu'assez bizarrement, autant la science finalement a de plus en plus de mal à être présente en tant que système de valeurs dans la société, autant la technique est de plus en plus présente dans la vie quotidienne. Cette pression elle va bien se traduire d'une manière ou d'une autre, dans cette forme d'intrusion » (MGP, Professeur et chercheur).

Cela dit, quelques scientifiques minimisent le pouvoir (intensité) de cette intrusion :

Avec les TC, la nature de la technique change, elle devient plus intrusive ? « J'ai tendance à dire non! Je crois que c'est notre point de vue qui a changé » (BRL, professeur titulaire et directeur de programme).

« Je pense, encore une fois dans les 4 composantes, il y a les TIC et les sciences cognitives qui sont très intrusives. Les nano et les bios sont, pour moi, à un stade plus éloigné. Le fait qu'on puisse hybrider l'ADN, l'impact reste très, très, très limité sur les humains en terme de quantité » (JBG, Professeure et chercheuse).

Sans remettre en cause le bien-fondé de ce diagnostic, il nous semble que certains scientifiques ont tendance à banaliser la portée et les implications sociétales et éthiques des TC pour éviter d'alerter l'opinion publique et les acteurs de la société civile. Les scientifiques citent souvent en exemple le cas des OGM pour évoquer une stratégie de communication « désastreuse ». C'est dans cette logique que JJPN nous confie au sujet de l'actuelle évolution technique :

« Je pense que la communication dans la société pourrait aider à résoudre des problèmes et à certains moments la non-communication aussi. Je vais vous surprendre en disant que parfois si la presse ne parlait pas de certaines choses, il y aura des problèmes qui disparaîtraient » (JJPN, professeur et directeur de laboratoire).

Enfin, d'autres scientifiques démontrent un enthousiasme saisissant quant aux possibilités d'augmenter ou d'améliorer les capacités physiques et intellectuelles des humains, en plus de se réjouir à l'idée de fusionner l'humain et la technique :

La technique est de plus en plus intrusive ? « Là je pense qu'il faut s'en réjouir. Pourquoi avoir peur de faire coïncider le vivant avec le non-vivant? Où est le problème ? » (MLL, Professeur et chercheur).

« Il y a des gens qui préfèrent vivre pendant 20 ans et ensuite mourir...Ou accepter cette évolution, vivre plus longtemps. Mais évidemment, on va changer le système [...] » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Ces différents niveaux d'interprétation sont attribuables, à notre sens, à la personnalité des scientifiques (traits de caractères, convictions personnelles, parcours, etc.) ainsi qu'à leurs domaines d'activités (formations académiques, disciplines axes et orientations, politiques de l'établissement d'affiliation, etc.). Le cas de BLSN (directeur de département et de groupe de recherche) est très révélateur. En effet, les propos qu'il tient en réaction à la déclaration de Brooks (voir la déclaration ci-haut) montrent bien comment la personnalité du chercheur influence le discours et le contenu de son activité :

« Il (Brooks) a dit cela en 2005, j'ai déjà parlé de ceci dans les 1990, avant lui! Qu'est ce que j'ai dit devant mes étudiants? J'ai dit, un jour, je suis encore plus avancé que cette vision, j'ai dit à Toulouse, en France, il y a l'usine pour l'assemblage des avions [Airbus]. Des morceaux de l'avion sont assemblés en Belgique, en Espagne, etc., donc

finalement on transporte tout à Toulouse ensuite on fait l'assemblage. Ici, il parle de l'arbre, je parle de l'humain. J'ai dit un jour, peut-être, en Belgique, on fabrique les yeux, à Strasbourg les oreilles, etc., après on fait l'assemblage. C'est une idée folle, bien sûr. Avec tellement de connaissances, on peut faire pousser n'importe quoi sur n'importe quoi [...] On peut générer des êtres humains. Il faut du temps pour générer. Ma vision c'est peut-être un peu terrible, il y a des problèmes éthiques, mais ça peut se faire dans l'avenir » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

En somme, d'un point de vue scientifique et technique, la majorité des répondants attestent que l'enchevêtrement est bien réel. Les divergences dans l'analyse concernent davantage l'ampleur et le degré d'application. Par ailleurs, le caractère intrusif des nouvelles technologies suscite un certain nombre de questionnements. En effet, lorsque la technologie pénètre le corps, il devient nécessaire de se poser la question suivante : quand finissons-nous d'aider les personnes pour commencer à les « améliorer », pour augmenter « leur performance humaine » ? Il est évident que dans ce paradigme, le corps est considéré comme un espace physique et un champ d'application de la technique. L'ouverture du corps marque, pour certains, le premier acte de sa disparition.

5.2.2 Sphère politique

« [...] La difficulté pour le pouvoir politique à être capable d'évaluer correctement les vrais enjeux et implications. Je ne pense pas qu'il puisse le faire facilement. En général, les révolutions ne sont jamais prévisibles par principe notamment dans le domaine de la science [...] Dans « R&D », il y a plus de développement que de recherche [...] Les risques sont souvent liés, la plupart du temps, au fait que les systèmes sortent du laboratoire. Ça peut être les nanotechnologies ou la radioactivité » (MGP, Professeur et chercheur).

Nous discutons dans cette rubrique la place de la sphère politique dans le processus d'innovation et la nature des relations qu'elle entretient avec les autres sphères. L'analyse des données permet d'identifier quatre marqueurs. Ces derniers concernent le rôle des responsables politiques et la manière avec laquelle ils semblent influencer le cours de développement du processus d'innovation des TC, son rythme et son orientation. Les trois premiers marqueurs, que nous présentons sous les termes « expertise », « langage » et « rythme », concernent autant le couple technoscience/politique que les autres acteurs

impliqués dans le processus d'innovation. Cela dit, nous avons choisi de les inscrire dans une dimension politique parce qu'ils s'avèrent la condition *sine qua non* à l'aboutissement du processus de « décision » politique. La « décision », quatrième marqueur, est l'élément d'opérationnalisation de l'action politique dans le processus d'innovation des TC.

Dans un souci de clarification et de démarcation, nous envisageons les quatre marqueurs dans le sens le plus classique, c'est-à-dire celui du dictionnaire (Le petit Robert, 2003) :

- Expertise : « mesure d'instruction par laquelle des experts sont chargés de procéder à un examen technique et d'en exposer le résultat dans un rapport au juge ».
- Langage : « fonction d'expression de la pensée et de communication entre les hommes, mise en œuvre au moyen d'un système de signe vocal (parole) et éventuellement de signes graphiques (écriture) qui constitue une langue ».
- Rythme : « allure, vitesse à laquelle s'exécute une action, se déroule un processus, une suite d'évènements ».

Décision : « régler, résoudre, trancher. Action de décider, de juger un point litigieux. Fin de délibération pour faire ou ne pas faire une chose ».

5.2.2.1 L'expertise

Est-ce qu'il existe une interaction entre les scientifiques et les hommes politiques afin d'évaluer le processus d'innovation des TC ? « (Rire), j'ai du mal à répondre à ça ! » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

Il est largement convenu que le processus de décision politique repose, du moins en grande partie, sur une expertise scientifique. Ce postulat est en effet confirmé dans nos entrevues :

« Du côté des hommes politiques, il y a une très, très, très grosse difficulté. C'est-à-dire que les politiques qui font généralement bien leur travail essaient toujours de motiver les choix, les décisions politiques à la lumière d'expertise scientifique. Ça veut dire que chaque fois à un moment donné que l'on va dire pourquoi on autorise la mise sur le marché de tel nouveau produit et bien parce qu'on a d'abord utilisé des principes de précaution, on a consulté des experts et à l'état actuel des connaissances scientifiques on évalue le risque à quelque chose de tout à fait insignifiant et mineur ce qui nous a conduits à la prise de décision de la mise sur le marché de tel ou tel nouveau produit.

Donc, quand même, c'est le politique qui va faire fonctionner le système démocratique en disant : « à la lumière d'une expertise scientifique, nous pensons que telle application sera utile et qu'elle présente un risque réduit par rapport à ce quelle apporte » (cette fameuse balance : on pense que le bénéfice pour la société est largement supérieur aux risques encourus). Ça veut dire que tout ça repose très fortement sur la validité, ou pas, du processus d'expertise » (ASL, Professeur et responsable de département).

« À notre niveau ici, comme décideur public, il faut toujours s'assurer de répondre à des besoins et d'être au diapason de la société. Donc nous ici on travaille beaucoup avec des chercheurs en sciences naturelles » (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

Cela dit, BAM, professeur et responsable de recherche, confesse que les scientifiques ne disposent pas des conditions nécessaires pour accomplir le travail d'expertise. Il estime que le processus de production du savoir est hanté par une urgence, par une course vers la publication, qui empêche le chercheur d'aller jusqu'au bout de son processus de recherche et de présenter une expertise définitive. BAM déclare à ce sujet :

« Je suis obligé de tronquer souvent mes études. Au lieu de faire une étude qui va durer un an, qui va me donner un gros papier, des bases solides de conclusions, je vais le fragmenter en trois parce que j'ai peur qu'au bout d'un an, il y a quelqu'un qui va couper. Alors, je le fragmente en trois, je le publie. C'est le sentiment d'urgence, avec un facteur d'impact probablement moindre et qu'est ce que ça fait, c'est que là ça sème dans la communauté scientifique, des bribes d'information. Et quand on n'a pas nécessairement l'information complète parce qu'on n'a pas élucidé le mécanisme complet, on a fragmenté notre hypothèse de travail, les articles souvent comme ça qu'on les écrits : «le mécanisme pourrait avoir des effets thérapeutiques» pas « le mécanisme a des effets thérapeutiques ».

Pourquoi ? « Parce que je n'ai pas eu le temps de porter ma recherche jusqu'au bout. Alors qu'est-ce qui arrive quand on dissémine ce genre d'informations, j'allais dire d'article incomplet ou de résultats fragmentés, ça crée un sentiment de panique. Parce que la communauté scientifique, les médias les journaux, la population qui ont accès à ces journaux-là, ces découvertes-là, ben ils se demandent « ça marche ou ça marche pas ? [...] Et à mon avis ça, ça contribue en partie à ce sentiment de panique ou de chaos, car on n'a jamais une information complète! » (BAM, Professeur et responsable de groupe de recherche).

Le témoignage de BAM projette la lumière sur un problème fondamental : la course vers la publication impacte négativement le travail scientifique et suscite des connaissances inachevées, provisionnelles, fragmentaires. La course vers la publication influence l'attitude

du scientifique, change le sens et la nature des connaissances et altère, dans une certaine mesure, la qualité de son travail et de son expertise. Aussi, il est intéressant de souligner la manière avec laquelle le scientifique (BAM) interprète les conséquences d'une expertise incomplète. Il utilise, dans la même phrase, les termes : « information complète », « panique » et « chaos ».

Dans certains cas, les rivalités entre les acteurs de la pratique scientifique, dont la publication est le thermomètre, sont des infractions graves²⁶⁴. Les propos de BAM ne sont pas isolés. Dans l'extrait suivant, JPVN (membre de l'académie royale et directeur de laboratoire) confirme le constat réalisé par BAM :

« Ben, on pousse à publier [...] À la limite, c'est quand même quelque chose de très dur de dire que je vais déforcer ma carrière en rejetant une idée qui pourrait avoir des conséquences néfastes [...] Et donc je veux dire c'est quand même très, très difficile pour les scientifiques de se retenir et dans la population statistiquement il y a toujours l'un ou l'autre qui va poursuivre probablement, donc c'est une question délicate [...] » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

De ce fait, certains chercheurs confessent que l'expertise scientifique est souvent *incomplète* et parfois *aléatoire* :

« Si on parle du projet sur les nanotubes de carbones, c'est financé par la région X. Les chimistes, les biologistes, les pharmaciens, les physiciens, je crois qu'il y a des matheux là-dedans, essaient de vérifier s'il y a des effets ou pas sur la santé humaine. Mais le problème, c'est que les scientifiques ne savent pas. Moi j'assiste à des comptes rendus, ils ne savent pas ! » (BHN, Professeur et philosophe).

« Il y a un vrai grand problème en fait dans le système. Le scientifique aujourd'hui est présenté comme celui qui sait, celui qui a la réponse, celui qui sera évalué, celui qui sera dire 'c'est dangereux ou, ce n'est pas dangereux' » (ASL, Professeur et responsable de département).

« Il y a plein, plein d'exemples, historiquement, où on a mis des produits sur le marché, des produits qui se sont avérés des mauvaises choses [...] Et les nanotechnologies, je ne pense pas que c'est un point singulier dans l'histoire de développement des produits [...] La toxicité des nano, on ne sait pas qu'est-ce que ça va donner, on ne sait pas c'est quoi le degré de toxicité [...] » (PDM, professeur et titulaire de chaire de recherche).

²⁶⁴ Une étude norvégienne, citée par Dominique Vinck (2007, p. 51), affirme que « 22 % des scientifiques connaissent des collègues coupables d'entorses aux normes. »

Sur la base des extraits précédents, nous observons les limites et l'insuffisance de l'expertise pour guider le processus décisionnel. Nous avons donc tenu à recueillir la réaction d'un responsable politique (avec une formation de scientifique) face à ces déclarations. Il nous a confié ceci :

La mise sur le marché de produit sans expertise définitive? « Je suis partagé. En tant que scientifique et chercheur, j'hésite beaucoup à ce qu'on mette des barrières sans qu'on ait des faits (dans ce cas on peut avoir des excès dans l'autre sens, la chasse à la sorcière). Je ne veux pas qu'on retourne à la situation où on a une société où on doit démontrer hors de tout doute, convaincre tout le monde, qu'une avancée scientifique n'a aucun danger. On n'avancera plus! Il n'y a plus rien qui va bouger! Je pense que notre société aujourd'hui est prête pour un certain risque ».

Des produits avec des nanoparticules modifiées sans expertise définitive? « Oui, c'est une bonne question. Est-ce la société devrait attendre que tous les essais de toxicité soient faits. En théorie oui! En pratique ce n'est pas tout à fait le cas » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

Nous constatons que le processus de décision politique se base sur une expertise scientifique incomplète et parfois aléatoire. En effet, les scientifiques et les responsables politiques consultés confessent (timidement) qu'il n'est pas possible, pour diverses raisons, de connaître ou d'envisager l'ensemble de risques engendrés par certains produits issus de la convergence. Cela dit et malgré les défaillances, l'expertise scientifique demeure toujours le principal moyen d'évaluation en vue de la mise sur le marché d'un produit ou d'un procédé. Le problème qui se pose en ce moment se rattache à la nature de la technique, à l'irréversibilité des conséquences et au danger de procéder sur la base de la logique « essayer ». Vu le manque d'expertise, la commercialisation intensive de certains produits va visiblement à l'encontre du principe de précaution (le principe de précaution est inscrit dans la constitution de plusieurs pays, par exemple dans la constitution française depuis 1995).

5.2.2.2 Le langage

Nous distinguons ici deux éléments qui permettent d'appréhender le marqueur « langage » scientifique. Premièrement, *la complexité du langage*. Les scientifiques soulignent la

complexité du message scientifique et du vocabulaire employé pour exprimer un concept ou une problématique de recherche :

« La notion de la complexité est certainement une notion centrale [...] Ce n'est pas facile, puisqu'il faut déjà un bagage, qui s'acquière avec douleur, c'est-à-dire ce n'est pas quelque chose qui vient du premier coup » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

« Le discours n'est pas transmissible facilement. Je pense que c'est difficile de tenir plusieurs discours; un des discours est orienté vers le public et tente d'expliquer la trouvaille et de montrer le lien direct avec leur vie de tous les jours. En plus, très souvent ce sont des gens passionnés [les scientifiques]. Évidemment, on n'a pas envie de détruire les arguments qu'on tient dans une communauté pour les exprimer différemment ailleurs. Et puis, troisième chose, il me semble que les critères de choix sociaux, de validité, qui sont des critères économiques, des acteurs économiques (ça peut être des politiques, ça peut être des industriels) ne sont pas ceux des scientifiques » (MGP, Professeur et chercheur).

« D'abord, les politiques sont des citoyens comme les autres, ils n'ont pas une formation en science de la nature. Donc, ils ne sont pas à même d'avoir assez de recul. À mon avis, on a ce souci-là. Ils n'ont pas forcément le temps non plus. Et puis c'est intéressant ce que vous dites puisqu'à la fois la science va drôlement plus vite, notamment la capacité des politiques à absorber la quantité de connaissances nécessaires et en même temps ils ont aussi, les politiques, des calendriers parfois plus serrés que les scientifiques. Typiquement, eux l'échéance pour faire des choix c'est la prochaine élection » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

La notion de complexité est centrale dans le débat actuel sur les TC. Les scientifiques attestent que le discours scientifique « n'est pas transmissible facilement ». Cette difficulté découle de deux sources : 1) la difficulté citoyenne (publique et hommes politiques) à maîtriser les éléments scientifiques et techniques de l'actuelle évolution; 2) l'incapacité des scientifiques, vu les circonstances de leur travail, de se donner pleinement à l'activité de vulgarisation.

Deuxièmement, *la multiplicité du langage*. Autrement dit, le nombre grandissant de scientifiques qui participent à la construction d'un seul discours scientifique portant sur une seule problématique :

« Je pense aussi que c'est lié à la structure. Le langage scientifique est compliqué parce que justement il est souvent construit par beaucoup de gens, qui ne sont pas d'accord ensemble, qui débattent entre eux et qui finalement devient difficile, difficile aussi à transmettre et parce qu'il n'est pas vraiment unifié. Il y a quand même quelques exemples, où les choses se sont très bien passées, mais justement des cas où les choses ont été générées par une seule personne. La relativité restreinte d'Einstein par exemple. Tout le monde a compris et cela s'est passé au grand public avec une facilité étonnante. Le cas extrême de l'autre côté, je dirais la thermodynamique qui est très difficile à faire comprendre » (MGP, Professeur et chercheur).

Dans une perspective analogue, JPVN souligne très justement :

« On trouve des inventions sans inventeurs. L'objet complexe qui est une voiture de maintenant n'a plus d'inventeur. Les systèmes complexes non plus d'inventeurs [...] C'est le processus de modification, c'est tout ce qui s'est fait au cours du temps dans son évolution. On ne dit plus qui est l'inventeur de l'*Airbus A380*. C'est un système très complexe qui a bénéficié, je dirais d'énormément d'essais, d'un tri, d'une sélection de bonnes solutions et de mauvaises et je dirais quelque part, il n'y a plus de responsable » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

C'est dans cette perspective que SDM (professionnel de la recherche) estime qu'il est indispensable d'avoir des « gens compétents » pour faire le pont entre les différentes sphères :

« Il y a des gens qui sont très compétents qui sont capables de faire le pont entre les deux. C'est un problème de pont entre les deux. C'est un problème, à la fois, de communication (les mots employés, la vulgarisation). Il y aurait des gens très compétents pour faire ce pont là entre l'industrie, l'académique-la recherche et le politique. Et ce n'est pas forcément des choses qui existent. Ce n'est pas un manque de volonté forcément d'un côté et d'un autre. Les chercheurs voudraient, je pense, parler plus au politique plutôt que l'inverse, on revient à la question du financement, des gens qui veulent avoir du financement, si la recherche n'est pas connue ou reconnue par une envie politique, elle ne sera pas financée. Il y a peut-être un problème d'écoute, de la part des politiques, puis il y a peut-être de la méfiance du niveau politique puisque c'est des sujets qui sont difficiles à aborder au niveau du public justement à cause de tous les dangers » (SDM, Professionnel de la recherche).

Il ressort dans ce qui précède que la participation d'un grand nombre de personnes à la réalisation d'une recherche entraîne une multiplication des discours, donc, un accroissement de la complexité. Le langage apparaît, à notre sens, comme une source de pouvoir fondée sur

la complexité et la multiplicité des sens. Un langage compris par les initiés et auquel les citoyens n'auraient pas d'accès.

Dans le cas de la convergence, l'œuvre scientifique n'est pas assignable à un individu déterminé. De ce fait, il n'y a pas une absence d'unicité. L'aspect groupal de l'œuvre est sans aucun doute une des caractéristiques de la production des connaissances dans la société contemporaine.

De manière générale, les scientifiques considèrent qu'il est très difficile de tenir un discours qui soit compréhensible par le public. Certains d'entre eux ne voient pas l'intérêt de faire participer le public et l'avantage que cela peut avoir sur leur propre réflexion. Il s'agit selon certains « d'une perte de temps ». Leur légitimité, les scientifiques l'acquièrent auprès des sphères politique et économique en contrepartie d'une recherche socialement responsable et économiquement rentable.

5.2.2.3 Le rythme

Dans la littérature scientifique consultée, certains observateurs dénoncent un processus décisionnel largement dépassé par le processus d'innovation et de diffusion. Nous avons sollicité l'avis des scientifiques, des responsables politiques et des experts éthiques directement concernés par cette hypothèse : Y-a-t-il un décalage entre le processus politique-décisionnel et le processus de la technoscience ?

Le point de vue des scientifiques :

« C'est vrai qu'il y a un déphasage entre le laboratoire et le politique [...] Il y a des États où la stratégie est directement dictée de haut. Dans le monde occidental, c'est l'inverse : le laboratoire propose et par la suite on va chercher du financement ».

Ralentir l'évolution de science pour évaluer ? « Je pense que c'est le contraire. Il ne faut pas freiner la recherche, il faut l'encourager. Il faut accélérer le pouvoir politique. Dans la plupart du temps, la structure n'est pas adaptée. La politique n'est pas trop proche de la recherche (à cause de la bureaucratie). L'évaluation des intérêts et du risque aussi n'est pas faite en temps réel » (AJC, chercheur).

« On peut passer de la recherche fondamentale à la commercialisation de masse en court-circuitant totalement les étapes de l'évaluation » (ASL, Professeur et responsable de département).

« Justement, il y a un décalage entre la rapidité avec laquelle on découvre les choses et puis la rapidité avec laquelle on va développer des lois, des processus et de l'encadrement autant au niveau de la recherche ou de la commercialisation. Je pense que la présence de ces personnes-là (à double chapeau ; scientifique et sociologie) peut être critique, peut être la clé afin de promouvoir les bonnes nanotechnologies et de mettre des garde-fous sur la science » (NBS, Professeur adjoint).

« Je suis tout à fait d'accord! J'ai eu le plaisir de siéger sur un comité scientifique dans la préparation du dossier «X» [...] Aujourd'hui, ces ministres-là et ces groupes sont de plus en plus dépourvus de personnels. Plus personne n'est capable de suivre. Pour le gouvernement, ce qui se passe, on va en sous-traitance sur ces questions là. Le personnel est vieillissant, on le remplace parfois par un personnel qui n'est pas pleinement qualifié. Je n'ai pas d'exemples, ce qui est plate c'est que le niveau de scolarisation n'a pas augmenté dans ces ministères là » (SCS, Professeur et directeur de centre de recherche).

Le point de vue des responsables politiques :

« Oui, je pense qu'il y a un certain décalage, qui me paraît normal. On ne peut pas s'attendre à ce qu'un système politique ou éthique puisse prévoir les développements que ce soit technologiques, scientifiques, sociologiques et se prémunir contre les différentes options et à priori prendre une décision, prendre des positions » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

À la lumière de ces déclarations, nous nous sommes donc interrogés sur le rôle et la pertinence du processus décisionnel. Naturellement, notre regard se dirige en premier lieu vers les responsables politiques :

« Je pense qu'il y a un aspect chaotique à tous les développements, c'est la nature humaine, c'est normal, ça évolue. Malheureusement, le système de gouvernance est souvent en réaction. On ne peut pas demander à une classe d'élite de prévoir l'évolution technologique dans les 10-20 prochaines années et de prévoir la réglementation. Le décalage me paraît normal, me paraît humain ».

Mais le rôle de la gouvernance n'est pas celui de contrôler pour éviter les dégâts « Non, pas contrôler. Le système de gouvernance doit mettre en place des mécanismes pour éviter les dérapages, ça, c'est l'essentiel. Donc le système de gouvernance doit identifier des limites que notre société ne veut pas dépasser et s'assurer qu'il ait de la réglementation, des mécanismes d'autorégulation qui vont intervenir (exemple clonage humain) » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

« Je vous dirais qu'il y aura toujours un décalage, pour la simple et bonne raison quand on positionne quelqu'un dans un domaine politique, on le déconnecte de la réalité (la réalité du terrain, le milieu qui utilise et fabrique le produit) ».

Comment est ce que des personnes qui sont déconnectées de la réalité scientifique vont pouvoir gouverner ? Comment vont-elles procéder « ils ne peuvent pas la gouverner comme il faut. Ils la gouvernent avec des concepts théoriques, ils la gouvernent avec du gros bon sens, mais malheureusement, à un moment donné arrive un enchevêtrement... (Elle coupe et donne un exemple) [...] En bout de ligne tout devient très gros.» Est-ce qu'on peu dire qu'il existe un décalage entre la sphère scientifique et la sphère politique ? « Je vous dirais que de tous les temps, le monde scientifique a eu de la difficulté à communiquer avec tout, que ce soit la sphère politique, la sphère financière [...] Des gens très qualifiés, mais incapables de communiquer avec la sphère financière [...] Une question de champs d'intérêt [...] Il y a un manque d'intérêt de le faire » (ABM, responsable de programmes).

« Effectivement, il y a une distorsion. Mais bon! Mais c'est l'histoire de l'humanité ah ! [...] Oui peut être que ça va trop vite, peut être que ça va plus vite que la commission sociale (rire) ou la capacité d'absorption de tous les changements » (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

Le point de vue des scientifiques :

« Chaque fois qu'on parle publiquement de nanotechnologies, on constate qu'il y a un décalage et ce décalage, il est potentiellement dangereux tant pour le chercheur que pour le grand public » (NBS, Professeur adjoint).

« Dans tous les pays où s'est développé ce genre de recherche, il y a toujours des organismes en arrière qui financent ou qui sont des relais entre le gouvernement et les laboratoires. Si on ne finance pas, on arrête une recherche et si on la finance on l'encourage » (SDM, Professionnel de la recherche).

Le point de vue d'un expert éthique :

Les décideurs politiques sont-ils dépassés par le rythme de l'évolution technique ? « Vous avez tout à fait raison. Et ça ce n'est pas juste propre à la science, c'est aussi propre à tout ce qu'on voit (pour la sphère financière aussi). Les avancés techniques vont tellement rapidement qu'on arrive plus à gouverner. On a pensé pouvoir gouverner le domaine scientifique, le développement scientifique, avec l'émergence des comités d'éthique de la science (dans les années 60). Ce qui s'est produit, c'est ça craque de partout dans le monde universitaire dans le milieu de la science, c'est l'enfer, c'est l'enfer. Ça vous prend du temps, est-ce que les gens qui se posent les questions sont outillés pour savoir ce qu'ils sont en train de vous demander. Moi, je ne pense pas! Alors on a « normé » le monde de la science, on cherche à le « normer » de plus en plus, il

devient hyper « normer », mais ce qui est en train de se produire c'est une séance parallèle. La gouvernance n'est plus adéquate, elles sont caduques. C'est la raison pour laquelle il faut de plus en plus réinvestir la réflexion philosophique, la réflexion éthique. Avec nos équipes, on travaille de plus en plus sur l'appréciation de la norme. Est-ce qu'on peut travailler avec les scientifiques au lieu de leur dire ce qui est bon et ce qu'est mal ?» (ALM, Expert éthique et philosophe).

Les personnes interviewées (scientifiques, décideurs et éthiciens) confirment toutes que le processus de décision est largement dépassé par le processus technoscientifique (rythme d'évolution et de diffusion). Aussi, plusieurs d'entre eux (toutes disciplines confondues) attestent que les procédures de gouvernance sont « caduques » et ne répondent pas aux exigences en matière d'évaluation. Le décalage entre la sphère politique et la sphère technique impacte négativement la démarche scientifique et remet en cause la pertinence de l'action politique.

5.2.2.4 La décision

« Le dilemme décisionnel en matière S&T n'a sans doute jamais été aussi dramatique que dans le cas des TC. Des décisions dictées par l'évolution rapide de la recherche devront être prises, ne serait-ce qu'en raison des efforts déployés dans ce même domaine aux États-Unis, au Japon et ailleurs » (CE, 2004, p.p.17-18).

Concrètement, les premiers résultats de notre analyse montrent *un dysfonctionnement partiel dans les interactions entre les sphères* dont les symptômes sont : une expertise scientifique insuffisante et parfois aléatoire; un décalage entre l'évolution de la technoscience et le processus décisionnel ; un manque d'interaction entre les différentes sphères dû à la complexité du langage et des connaissances. Sur la base de ce constat, il nous semble légitime de s'interroger sur le sens et la nature de la décision dans le processus d'innovation des TC. Nous avons fait part de notre perplexité au sujet de la pertinence du processus décisionnel dans la construction et l'orientation du processus d'invention et de diffusion des TC à des hauts responsables politiques; voici leurs réponses :

« Je pense qu'il faut faire le deuil de la compréhension profonde de tout ce que l'on utilise et de tout ce qui est développé » (PEBM, Responsable de programme dans un organisme subventionnaire public).

Est-ce qu'on peut parler de constat d'impuissance de la sphère politique ? « Oui absolument! Il y a un manque d'harmonisation » (ABM, responsable de programmes).

Nous avons posé la question à un éthicien, membre de comité d'évaluation dans des organismes publics :

Pouvons-nous diagnostiquer une faillite de la sphère politique ? « Oui vous avez raison, parce qu'on essaie de gouverner avec des outils qui sont un siècle en retard. Oui il y a un échec de la gouvernance. Il ne faut pas conclure pour autant que c'est désormais impossible de gouverner tout ça. Il faut plutôt se dire qu'à la place de gouverner d'une manière autoritaire, il faut penser à autre chose et repenser le processus de gouvernance » (ALM, Expert éthique et philosophe).

Aussi, nous avons tenté d'avoir le point de vue des scientifiques à ce sujet :

« Moi je pense que oui! Je ne sais pas, il y a peut-être un apriori dans cette question la qui : est-ce qu'un gouvernement peut-être à l'avant-garde de quelque chose ? Honnêtement, je n'y crois pas. Un gouvernement peut être à l'avant-garde dans la mesure où il y a suffisamment de manifestations dehors qui le poussent à être à l'avant-garde. Le gouvernement a toujours été conservateur, traditionnellement conservateur » (SCS, Professeur et directeur de centre de recherche).

« La science qui évolue sans évaluation c'est finalement une bonne chose [...] Ce qu'il faut c'est que la société scientifique joue le jeu du gouvernement et qu'elle fasse des lobbyings (voyez la société pétrolière qui manipule le gouvernement avec des lobbys [...]), alors c'est aux scientifiques de se regrouper de donner mordant au société scientifique, de payer quelqu'un pour faire du lobbying auprès du gouvernement [...], pour faire avancer telle ou telle approche et faire pression sur le gouvernement » (BRL, professeur titulaire et directeur de programme).

PDM constate le décalage et pointe le manque d'interactivité entre les différents acteurs, notamment politique et scientifique :

Décalage et manque de communication entre la sphère politique et scientifique ? « C'est sûr, c'est clair et net! Je parle entre autres avec le chapeau quand j'étais au conseil d'administration du FQRNT. Autant au Québec qu'au Canada, on n'a pas mis beaucoup la science à l'ordre du jour aux agendas politiques. Déjà aux États-Unis, par exemple, on invite les directeurs de grands labos pour présenter devant un comité sénatorial, un comité au congrès sur les scientifiques, etc. Il y a une structure avec les scientifiques, autour de tout ce qui est gouvernance de l'état. [Dans le cas du] Québec et [du] Canada, c'est quand même très très mince [...] On n'invite pas les scientifiques à venir présenter leurs choses devant une commission parlementaire ou expliquer les plus grands succès.

Moi quand j'étais aux États-Unis, il fallait produire tous les six des petits paragraphes de 10 lignes que monsieur tout le monde est capable de lire, puis on les accumulait tout et ça s'en allait directement au conseil scientifique, c'était présenté devant le congrès. Il y avait toute sorte de moyens qui faisaient en sorte qu'il y avait un dialogue constant [...] Nos députés entendent parler de la science, quand ça donne [...] Pourtant il trouve ça intéressant et important [...] Il y a beaucoup à faire » (PDM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

La majorité de nos interlocuteurs constatent que l'évaluation du processus d'innovation des TC est défailante. Certains (une minorité) estiment que le décalage entre les deux processus est « normal » et qu'il y a un « aspect chaotique à tous les développements ». À notre sens, il ressort clairement qu'il existe un dysfonctionnement dans les interactions entre les différentes sphères impliquées dans le processus d'innovation des TC. D'un point de vue pragmatique, nous assistons aujourd'hui à la mise sur le marché de produits sans aucune expertise définitive (par exemple : le degré de toxicité des nanotechnologies dans certains produits de la convergence). Il est urgent de se questionner sur l'actuelle structure d'encadrement et sur le processus de décision. Est-il possible d'orienter, d'évaluer et de gouverner le processus d'innovation scientifique et technique dans les circonstances que nous venons de décrire ? Il nous semble que les conditions nécessaires pour une évaluation optimale ne sont pas réunies.

5.2.3 Sphère économique

Nous analysons dans cette rubrique la nature des interactions entre la sphère technoscientifique et la sphère économique. Le discours des personnes interrogées permet de mettre l'emphase sur trois éléments : 1) la conception économique de la science, 2) la prépondérance de la recherche appliquée sur la recherche fondamentale et 3) la connivence entre les deux sphères malgré la divergence des missions originelles.

5.2.3.1 La conception économique de la science

Les modes de production des sciences ont profondément changé lors des dernières décennies (Gibbons, 1994; Nowotny, Scott et Gibbons, 2001; Pestre, 2001). Ce changement concerne en premier lieu les sciences elles-mêmes, mais aussi la configuration générale dans laquelle elles

émergent. Au cœur de ces récentes évolutions se trouve la nature des interactions entre le domaine scientifique et le domaine économique.

Les scientifiques interrogés estiment que dans le nouveau mode de production des savoirs, *la justification de la recherche scientifique est d'ordre économique*. La prédominance de la logique économique dans la collaboration science-industrie entraîne « un déplacement des priorités » :

« Pour moi, c'est la justification de la recherche scientifique qui a changé, qui a changé parce que ça n'a pas toujours été comme ça. C'est-à-dire que maintenant la justification de la recherche scientifique c'est l'industrie, ça c'est la justification maintenant. Quand on va ici à la Région wallonne et qu'on leur dit que j'aimerais bien travailler sur tel ou tel aspect qui me paraît intéressant, l'aspect intéressant est parfois relativement fondamental [explication et exemple], il faut que j'aille à la Région wallonne avec une idée comme celle-là, en leur disant 'ça permettra de rendre passif le mécanisme anti-surchauffe dans les panneaux solaires artificiels qu'on vend dans l'industrie de la région ou ailleurs'. Et puis qu'est-ce qu'il me dit le brave officier de la Région wallonne : 'Ah oui c'est très intéressant, mais prenez contact avec l'industrie des panneaux thermiques, laissez tomber les papillons ça ne m'intéresse pas, mais essayez de me développer le système en collaboration avec eux et revenez avec un produit dans un an ou deux dès lors je peux vous financer'. Toute la partie intéressante, c'est-à-dire ce que j'aurais pu apprendre de l'examen de ce système naturel, évacuée complètement comme si ça n'avait pas d'intérêt. C'est-à-dire que quelque part la recherche scientifique n'est plus là pour la curiosité, pour apprendre des choses. Elle est là pour faire progresser l'industriel qui pourrait peut être prendre un brevet ou bien dépasser un peu ses concurrents et, j'allais dire, ce qui est cherché c'est le rendu immédiat, peu importe la méthodologie. Je dirais quelque part, apporter de l'information scientifique n'est plus en odeur de sainteté si je peux dire, maintenant ce qui compte c'est le rendement immédiat, économique » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

« Le problème c'est qu'il est difficile de vendre de la curiosité » (DCM, Professeur et directeur de chaire de recherche, traduction libre).

« [...] ce qui est apparu depuis les années 80-90, c'est que l'industrie va beaucoup plus vite, beaucoup plus vite que l'échelle de temps des laboratoires mettant les scientifiques dans une situation très, très compliquée. Parce qu'on est dans une démarche d'essayer de comprendre des choses, de les justifier, d'être capable de prédire un peu ce qu'on va obtenir. Les industriels, pour des raisons économiques, d'efficacité, fonctionnent beaucoup plus par « essai-erreur » et sont capables de fabriquer des choses beaucoup plus rapidement que dans les laboratoires ».

Une désacralisation de la science suite aux problèmes engendrés ? « Oui, et surtout ça décrédibilise complètement le discours qui était : 'ce qu'on fait, c'est de la compréhension des choses, c'est fondamental, mais finalement ça servira un jour à

quelque chose'. Aujourd'hui, quand on comprend les choses on a l'impression que c'est déjà produit. Quelque part, il va falloir repenser ça » (MGP, Professeur et chercheur).

« L'image du scientifique libre, dans son laboratoire, est quelque chose de révolue » (SDM, professionnel de la recherche).

La prise en compte de la dimension économique constitue une contrainte qui est imposée aux savants. Des contraintes qui orientent la problématique et le type des réponses souhaitées. Qu'en pensent les décideurs politiques, gestionnaires de la « chose » publique, considérés par certains scientifiques comme « les garde-fous » du domaine scientifique ?

« [...] Je pense que l'État ou que le gouvernement n'a pas à freiner le développement technique ou technologique. Par contre, ça doit être bien encadré. Et souvent on fait confiance à la communauté scientifique pour s'autoréguler. Mais bien sûr, quand il y a une confusion entre communauté scientifique et communauté d'affaires (rire), quand il y a une confusion entre la recherche et les applications plus économiques ou l'intérêt économique, là ça peut créer des distorsions dans le système qui s'autorégulait assez bien jusqu'à dans les années 80. Là l'État a un rôle, non pas de freiner, mais d'encadrer l'utilisation et le développement des techniques. Mais je ne pense pas qu'il faille freiner ou censurer la recherche ou empêcher la recherche. Sinon on hypothèque l'humanité » (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

À la lumière de ces déclarations, il nous semble légitime de poser la question suivante : en somme, pouvons-nous dire que la science actuelle s'aligne sur la seule logique de la rentabilité économique, de compétitivité et de mondialisation des échanges ? La réponse des scientifiques est sans ambiguïtés :

« Clairement ! Pour une raison très simple; parce que vous avez une démission de la gouvernance politique publique. Si vous allez dans les écrits, dans les textes on va vous parler 'd'une économie de situation', 'de réalisme économique dans la sphère politique'. Désormais la sphère publique se décline dans l'économique. Dans cette perspective-là, ce n'est pas étonnant que la science soit en très forte connivence avec l'économie. Est-ce que c'est naturel ce processus ? Je ne pense pas ! » (ALM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

« Mais le problème c'est que j'entends la secrétaire générale du fond national qui, en principe, est le dernier rempart de la recherche fondamentale en Belgique qui dit : 'une recherche scientifique, d'une certaine manière, ne peut être jugée positivement, que si elle a eu un impact économique'. Ça, c'est l'ambiance dans laquelle on vit maintenant. Einstein aurait vécu dans un contexte pareil, je crois qu'il aurait fait un autre métier. Et je pense que quelque part ici, au niveau scientifique, on n'arrive plus à faire toute la

chaîne, c'est-à-dire quelque part s'intéresser à des questions qu'on appelle académiques, qu'on appelle fondamentales et puis logiquement quelque part verser l'eau au moulin, à l'ingénierie. Pour l'instant je crains réellement que les options qu'on prend partout, cette espèce de sélection, voir se tarir la vraie recherche scientifique, c'est-à-dire le fait d'inventer des choses nouvelles et pour le moment on est plutôt en train de regarder quelles sont les idées et les innovations qui s'appliquent toute suite mais on ne recharge plus à long terme les connaissances scientifiques » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

« Beaucoup de laboratoires de recherche sont financés directement par des laboratoires pharmaceutiques ou par des entreprises à caractère lucratif et effectivement dans ce contexte là si les résultats de recherche scientifique ne vont pas dans le bon sens de l'entreprise, l'entreprise ne va pas les publier » (JBG, Professeure et chercheuse).

« C'est une de drôle de question. Elle me fait penser à la *bourse* : on investit généralement dans des titres qui permettent d'avoir des dividendes [...] En bout de ligne moi j'essaie de regarder où est-ce que je peux aller chercher de l'argent et j'oriente honnêtement ma recherche en fonction des intérêts actuels des investisseurs et des organismes subventionnaires [...] Et là c'est dommage, c'est généralement dicté par des modes [...] » (BAM, Professeur et responsable de groupe de recherche)

Dans les propos de BAM (dernier extrait), il nous semble pertinent de souligner l'utilisation de termes tels que : « bourse », « titres », « dividendes », « investisseurs ». Le rapprochement entre le laboratoire et « la bourse » révèle en quelque sorte l'ouverture de la science (le laboratoire comme lieu symbolique) aux formes les plus libérales de l'activité économique (la bourse). Nous avons interrogé les responsables politiques sur les limites de la collaboration entre la sphère économique et la sphère scientifique et sur les risques encourus suite à ce rapprochement :

« Vous avez raison, ils sont alimentés par des intérêts économiques. Toutefois, avant de les commercialiser, les industriels doivent respecter les règles et les lois en vigueur. Dans les faits, on a peu de chance, au niveau commercial, qu'on se ramasse avec des nouvelles technologies qui sont dangereuses [...] Cela étant dit, c'est sûr que ça [le mariage] pervertit la science, la science avec un grand 'S' [...] Ça oriente la science [...] On pervertit plus la liberté des chercheurs » (ABM, responsable politique du développement des programmes).

« Ah oui, et même on encourage la collaboration entre les deux groupes : les chercheurs universitaires et les chercheurs en entreprise ou en industrie. L'objectif c'est aussi de mettre à niveau les chercheurs en industrie (rire). C'est-à-dire, quand des professeurs collaborent avec des chercheurs industriels, les chercheurs industriels deviennent de facto assujettis aux protocoles de recherche des universitaires. Peut-être, une des clés

pour « plisser » la recherche industrielle serait toujours de s'assurer que des chercheurs universitaires soient intégrés aux travaux. Mais ça soulève aussi d'autres problèmes comme la propriété intellectuelle [...]» (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

Nous observons une collaboration étroite entre la sphère scientifique et la sphère économique. Nous sommes conscients que ce partenariat est loin d'être nouveau et qu'il est en vigueur depuis plusieurs années. Le Modèle 2 de Nowotny et Gibbons (2003) fait déjà état de cette collaboration et démontre que la production des connaissances se fait principalement sous l'impulsion de l'industrie²⁶⁵. Cela dit, il semble avoir une accélération importante dans le sens de la rentabilité économique de la science. À partir des données collectées, il ressort clairement que la sphère économique exerce une influence, souvent une forte domination, qui oriente la trajectoire de la recherche fondamentale et appliquée. La décision scientifique est influencée par des facteurs économiques. Ce mode de production des sciences entraîne, et ce de manière exacerbée, un conflit d'intérêts entre, d'une part, l'évaluation des risques provoqués par l'avènement des TC et, d'autre part, la rentabilité économique de la recherche technoscientifique.

5.2.3.2 Un glissement de la RF vers la RA

La prise en charge de l'activité scientifique par l'industrie n'est pas sans conséquence sur la nature du travail scientifique. Elle provoque un glissement réel et significatif de la recherche fondamentale vers la recherche appliquée. Les scientifiques interviewés sont unanimes à ce sujet :

« [...] Ça pose problème, si on ne peut faire que ça. Si effectivement ça [recherche appliquée] devient le mode de fonctionnement standard, c'est un problème, c'est un dysfonctionnement majeur [...] On a besoin d'avoir de grandes questions, très fondamentales qui vont enrichir dans les 20, 30,40 prochaines années des choses. Il faut dire que la science tourne en rond. Depuis la mécanique quantique et depuis la découverte de l'ADN qu'est ce qu'on a réellement inventé de nouveau. On peut se poser des questions » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

²⁶⁵ Voir le chap. III du cadre théorique.

« Oui, ça fait quelques années que ça commencé. Le fait de justifier la recherche par les retombées économiques. Il y a bien une dizaine d'années qu'on fait ce genre de chose [...] Un Virage très, très doux qu'on a pris ces dernières années. Trouvez de l'argent pour faire rouler les laboratoires. C'est toujours justifier la demande par : 'oui ça va créer des emplois au Québec, oui ça va avoir telles retombées scientifiques'. Enfin, plus économiques que scientifiques. »

On est loin de la science, celle de la curiosité et de la compréhension! « Les gens ont des tableaux Excel avec le nombre d'emplois créés, les retombées économiques, il faut qu'ils mettent des chiffres dans ces cases là... Parce que s'il y a une réelle volonté politique d'utiliser la technologie dans un but précis, ça pourrait être fait [...] » (SDM, Professionnel de la recherche)

« Tout à fait, et oui malheureusement ça c'est vrai. Moi je pense que c'est le rôle de l'état de financer la recherche fondamentale » (JBG, Professeure et chercheuse).

« Au niveau politique, il y a un problème qui sont les incitatifs d'ordre économique. Un politique qui est ici pour 4-5 ans, il doit performer, bien paraître face à la population [...] » (LBL, Chef de projet affiliation centre de recherche).

Les scientifiques cités ci-dessus confirment « la justification de la recherche scientifique par des retombées économiques ». En effet, la mise en avant de la dimension économique dans le protocole de recherche n'est pas sans conséquence sur la nature et les objectifs de la recherche. Dans de telles configurations, certains scientifiques estiment que « le rôle de l'État est de financer la recherche fondamentale » (voir le dernier extrait). Nous avons inversé la logique et posé la question suivante à des responsables politiques dans un organisme public subventionnaire : L'État favorise-t-il davantage *la recherche appliquée* ?

« Oui ça c'est vrai. Oui absolument, des agences subventionnaires, comme nous, on sent très bien qu'il y a un désir de démontrer l'impact des investissements en recherche pour notre société et souvent l'impact c'est en terme de dollars... » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public) Comment ça marche chez vous pour évaluer les projets par exemple? « Moi je l'ai facile parce que dans les projets qui nous sont proposés, compte tenu qu'il y a toujours une dimension industrielle, donc il y a toujours une compagnie qui vient cautionner le projet. Donc, c'est l'université et le milieu industriel qui ont formulé un projet sur lequel il voulait travailler et des problématiques très spécifiques... Donc, qui peut dire il n'y a pas de potentiel à votre projet [...] Qui sommes-nous pour dire à deux personnes consentantes qu'elles ne devraient pas se marier... quand les projets arrivent on n'a pas à évoluer cette teneur là, ni scientifique, ni commerciale » (ABM, responsable politique du développement des programmes).

Nous retrouvons dans les propos des hommes politiques la conception utilitariste de la recherche qui est par ailleurs fortement dénoncée par la plupart des scientifiques. Les extraits suivants révèlent l'avis de deux scientifiques, hauts responsables académiques, au sujet de la politique gouvernementale (Québec et Europe) en termes de subventions publiques :

« Malheureusement oui. Au niveau des CRNG, des gros organismes subventionnaires canadiens, on a de plus en plus de pression pour travailler avec des industriels et si on ne travaille pas avec des industriels on n'aura pas de sous. Je vois cette tendance ces dernières années [...] Nous allons perdre le leadership canadien dans le domaine des technologies (si c'est le cas) si on défend les intérêts économiques à courte vue » (BRL, professeur titulaire et directeur de programme).

« On nous dit franchement, il y avait une réunion d'information dans la Région wallonne et j'ai vu les gens sauter comme des cabris en disant : 'nous allons faire la chasse aux projets académiques déguisés. Il ne sera plus question qu'un professeur, je veux dire, essaie de faire de la recherche fondamentale avec les budgets que nous avons distribués'. Comme si c'était un crime de faire de la recherche, comme si on détournait de l'argent [...] Cette séparation est tout à fait énervante pour nous parce qu'en réalité on travaille avec une méthodologie qui, après court terme, c'est presque du pillage organisé sur la recherche fondamentale. C'est incroyable! » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire)

L'ensemble des personnes interviewées note que, depuis une dizaine d'années, une grande majorité des programmes s'inscrivent dans une vaste politique de réforme qui vise une meilleure intégration de la recherche publique et du développement industriel. De ce mode de production des savoirs, le chercheur n'est pas complètement libre dans la définition de ces objectifs de recherche. Sa ligne de conduite et l'orientation de son activité sont largement influencées (souvent dictées) par les programmes de subvention publique et en fonction des besoins industriels.

5.2.3.3 « La Prostitution scientifique » ?

Nous devons l'expression « prostitution scientifique » à un scientifique avec qui nous avons réalisé la première entrevue dans le cadre de cette étude. L'objet initial de notre question concerne la relation étroite entre la sphère technoscientifique et la sphère économique lorsque notre interlocuteur, sous le couvert de l'anonymat, nous révèle ceci :

« Il y a deux choses difficiles, si quelque part les vrais scientifiques, ceux qui s'occupent de comprendre ce qu'il font jusqu'au bout et pas seulement d'obtenir des choses qui fonctionnent, peu importe ... mais si les vrais scientifiques d'une certaine manière sont quelque part sevrés (privés), parce que justement on ne développe pas suffisamment les sciences en amont, et bien, quelque part, je vais dire disant, disant un gros mot, se prostituer pour pouvoir continuer leurs activités, mais évidemment se contrôlent, je veux dire, du profit quelque part et donc si à un moment donné si une firme comme l'Oréal qui vous offre de vous aider dans la recherche à leur profil bien entendu, ce n'est pas grave [...]» (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire)

Bien plus qu'une métaphore, l'expression « prostitution scientifique » ouvre la voie à de multiples interrogations. C'est pour cette raison que, à la suite de cet échange, nous avons décidé d'intégrer cette expression dans notre grille d'entrevue pour situer, en dernier recours, la relation entre les deux sphères, scientifique et économique. À notre grande surprise, nous avons constaté que cette expression est largement employée dans les milieux universitaires. Il y avait très souvent une impression de familiarité et de « déjà-vu ».

Nous présentons dans ce qui suit une catégorisation des réactions quant à l'expression « prostitution scientifique ». Dans un souci de clarté, nous proposons de schématiser au maximum et de classer cette réaction en quatre catégories :

- Première catégorie, « En accord » avec l'expression : La catégorie « en accord » comprend les réponses qui s'apparentent à « c'est vrai », « je suis tout à fait d'accord », « absolument », etc.
- Deuxième catégorie, celle des « Résignés » : Il s'agit ici de la catégorie la plus ambiguë; le répondant ne confirme pas son accord sans pour autant démentir le postulat. Exemple : « Ce n'est pas tout le monde qui fait ça [...] On fait toujours un peu de prostitution » ; « Oui, ouuufff, je pensé que c'est une image choquante et qu'il y a des scientifiques qui se soumettent au dictat de l'industrie [...] » ; « Oui, bof. Oui et non » ; « Je ne sais pas ce qu'il veut dire, je dirais que les scientifiques vont vendre leurs projets pour avoir les fonds pour les réaliser » ; « Moi je ne suis pas tout à fait d'accord avec ça, bien que ça soit exactement ça. Mais je ne suis pas tout à fait d'accord ».

- Troisième catégorie, « En désaccord » : Cette catégorie englobe les personnes qui manifestent un désaccord clair avec l'expression « prostitution scientifique ».
- Quatrième catégorie, « Complètement scandalisé » : Ce sont les personnes indignées qui estiment « inacceptable » ce genre de qualification et se disent « complètement scandalisées » par l'expression.

Tableau 5 Réactions des répondants à l'expression « prostitution scientifique »

Postulats	« En désaccord »	« Résigné »	« En accord »	« Scandalisé »
Total des répondants	3 répondants	7 répondants	18 répondants	1 répondant

Dans ce qui suit, un florilège des réponses à la question : « Un des scientifiques que nous avons rencontré a qualifié la relation étroite qui existe entre la sphère scientifique et la sphère économique de 'prostitution scientifique'. Qu'en pensez-vous ? »

« Oui, il a du style (rire) » (JBG, Professeure et chercheuse).

« Je ne sais pas qu'est ce qu'il veut dire, je dirais que les scientifiques vont vendre leurs projets pour avoir les fonds pour les réaliser. Si on se questionne en profondeur sur les questions sociales, sur les questions de santé publique de chaque projet, bien ça va être difficile d'avancer. Parce que sur mille projets, il y a peut-être un qui va se rendre au stade de la commercialisation. » (MCM, Professeur agrégé et responsable de groupe de recherche).

« Oui, je suis d'accord [...] là où il y a l'argent, on se dirige [...] je suis sûr que les chercheurs sont des «businessmen» [...] La prostitution on l'a fait autrement puisqu'on est censé, à chaque fois, justifier à ces organismes qu'on est utile, qu'on fait la bonne chose, qu'on ne gaspille pas... Tu peux toujours jouer sur les mots pour avoir ton argent et après faire ta recherche [...] » (MSM, Professeur et chercheur).

« Je pense qu'il faut les deux : l'intérêt pour la recherche et la connaissance et la recherche pour l'argent et l'intérêt économique [...] Ma plus belle recherche fondamentale a été réalisée en interaction avec l'industrie » (PDM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

« Écoutez, moi je ne reprendrais pas ce propos parce que je pense que quand on arrive à dire ça, c'est qu'on est un chercheur résigné » (ASL, Professeur et responsable de département).

« Oui, bof, oui et non. Je pense que c'est une question qui dépend des individus et du contexte [...] Moi aujourd'hui, je n'ai pas l'impression que je prostitue ma recherche malgré le fait que mon premier réflexe, quand on reçoit des nouvelles du FQRNT et organismes européens, c'est de voir comment faire, comment je pourrais formuler mes recherches actuelles pour montrer qu'elles sont dans la veine des programmes qui apparaissent, puis qui sont subventionnés. Si je le fais pas, dans deux années, j'aurais plus le fric pour faire ce que j'aime, faire de la recherche » ... Donc finalement l'argent oriente la recherche, « Non même pas, c'est ça qui est surprenant. Parce que je vais arriver à formuler ma recherche de façon à ce qu'elle cadre dans le contexte qu'on me présente [...] sans mentir à personne. *C'est plus de l'ordre de l'association* (pas de la prostitution) » (SCS, Professeur et directeur de centre de recherche).

« Absolument, on peut appeler ça de 'prostitution scientifique'. Mais ce n'est pas toujours mauvais, si on produit de la science » (ABM, responsable politique du développement des programmes).

« J'ai déjà entendu l'expression, plus d'une fois. Des accusations que certains scientifiques vont faire envers d'autres. « Par exemple, je parlais un peu plutôt sur les gens qui vont surfer la vague, la vague nano, la vague bio, il y a différentes vagues [...] il y en qui vont traiter ça de « prostitution scientifique ». Le mot est fort. Oui ça existe, bien sûr que ça existe, les scientifiques ne sont pas des gens inhumains, se sont des humains comme tout le monde » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

L'expression « prostitution scientifique » est « courante » dans le milieu scientifique. L'expression est presque « usée » si nous nous fions à la réaction (verbale et non verbale) des personnes interviewées. Elle suscite rarement l'étonnement ou l'indignation (une seule personne se dit scandalisée). Cependant, nous estimons que cette métaphore, chargée de sens, est symptomatique du nouveau régime de production de la connaissance.

Le lien étroit entre science et économie ne date évidemment pas d'hier. Cela étant dit, dans le discours de scientifiques interrogés prédomine un déterminisme économique provoqué par l'entrée du « Marché » dans le monde de la recherche. La description de la relation entre les deux sphères révèle, entre autres, de quelle manière le souci de rationalité économique oriente le sens et le mouvement de l'activité scientifique. Ainsi, les scientifiques n'hésitent pas à « surfer sur les nouvelles vagues » en termes de recherche pour obtenir un financement. Ils intègrent des notions comme « nanosciences et nanotechnologies », « biotechnologies » ou « technologies convergentes » dans les protocoles de recherche pour convaincre et séduire les organismes subventionnaires et le milieu industriel. Il ressort dans une grande partie des

entrevues que la recherche scientifique est pilotée, directement ou indirectement, par les intérêts économiques. Selon certains, le scientifique fixe les limites du possible et le marché dicte les grandes tendances en termes de recherche et de développement. Certains présentent le scientifique comme un « patron » de laboratoire.

5.2.4 Sphère sociale

Pourquoi ce décalage entre la société et la technoscience ? « Le moteur automobile, il y a des millions de gens qui ne savent pas comment ça fonctionne ! ». Il y a une différence entre son fonctionnement et son existence ! « Ouiiii, OOOfff » (JBG, Professeure et chercheuse).

5.2.4.1 Un décalage entre la technoscience et la société

Nous analysons dans ce qui suit l'interaction entre la technoscience et le grand public. Les rapports consultés reconnaissent que dans son ensemble, la société ne mesure pas l'ampleur de l'actuelle évolution et les orientations en termes de TC.

Lors de nos entrevues, nous avons tenté d'abord d'interroger les scientifiques, les décideurs politiques et les experts éthiques sur un éventuel décalage entre l'évolution des TC et la prise de conscience publique des changements scientifiques et techniques. Un décalage qui concerne, d'une part, les informations relatives aux composantes des procédés et des produits mis sur le marché, mais aussi les connaissances nécessaires pour envisager, par exemple, « des conférences citoyennes » dans lesquelles le public aurait la possibilité de donner un avis. Le constat est unanime. La totalité des répondants confirme qu'il existe un grand écart entre la sphère technoscientifique et la sphère sociale.

Pourquoi existe-t-il une distance entre progrès scientifique et technique et société, notamment dans le cas des TC ?

« C'est une question qui nous préoccupe particulièrement, on essaie de tenter des actions pour contrer la situation. C'est vrai que l'homme de la rue ne sait pas ou très peu au courant des progrès scientifiques pour plusieurs raisons. Je pense que ça ne l'intéresse

pas en général. Je pense qu'en général ça n'intéresse pas les moyens de communication (la presse, la radio et la télévision) que de se mettre au niveau du public pour expliquer certains progrès scientifiques. Et le public est au courant de ce qui le concerne vraiment. [...] On a parfois des avancées un peu trop rapides concernant une découverte dans le domaine médical et ça interpelle le public [...] Je crois que dans le domaine médical et biomédical, le public écoute parce qu'il se sent concerné, que le domaine des nanotechnologies, c'est trop loin pour lui [...] Et je vous dis que ça nous concerne en particulier parce que dans le cadre de projet de recherche européen on a mis au point un sous-projet qui consistait à communiquer les résultats de recherche scientifique au public et là on a choisi Internet, on a choisi You tube et régulièrement, encore hier on mettait des vidéos sur You tube pour dire qu'on a fait ceci, qu'on fait cela et on espère que le public va répondre. Pour l'instant il y a une réponse, c'est la partie scientifique du public, ce sont les chercheurs dans les autres universités qui vont voir, ce qu'il y a sur le site et qui posent des questions et qui participent à notre recherche. L'homme de la rue n'est pas sensible à cela [...] » (JPN, Professeur et directeur de laboratoire).

« Je suis d'accord avec vous. Pour moi, il y a un fossé très important entre les objets techniques et la science qui permet de les créer, je dirais même la pratique de la science, et la manière dont les gens peuvent vivre en dehors de cette gestion là, au niveau du grand public [...] La question qui se pose ici, c'est le lien entre les sciences et les sociétés » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

« Tout le monde n'a pas l'occasion de toucher à la recherche, et tout le monde n'a pas la chance de faire des études universitaires, donc tout le monde n'a pas la capacité de compréhension, donc évidemment pour le grand public, ils sont toujours impressionnés par l'arrivée de l'écran plasma, donc ils voient l'évolution, mais ils ne voient pas comment est arrivée l'évolution. Il y a un problème de communication, par contre, je pense que, depuis quelques années, il y a énormément de changement au niveau de la communication (émission scientifique à la télé par exemple)...Mais malgré tout ceci, il y a toujours un décalage entre progrès scientifique, très rapide, et public » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

« Les gens ne veulent pas s'informer, ils préfèrent écouter Occupation double que Canal découverte [...] C'est la société qui est le problème. Le consommateur ne veut pas le faire. L'information est disponible, les gens ne veulent pas fouiller » (LBL, Chef de projet affiliation centre de recherche).

Dans ce qui précède, JPN et LBL considèrent que la situation est préoccupante et jettent la responsabilité sur les membres de la société. Selon eux, les citoyens sont souvent désintéressés par ce qui se passe dans l'activité technoscientifique.

Dans une perspective analogue, SDM libère les scientifiques de toute responsabilité et estime qu'il s'agit dans ce cas d'« un problème de communication » qui concerne plutôt la sphère économique (l'industrie). Il déclare :

Absence du débat public ? « À ce moment-là, c'est plus un problème de communication de l'industrie que de la science en question. On revient à la question; technologie et application. Le scientifique n'est pas entièrement là du bien fait de ce qu'il a fait. Il y a une éthique scientifique ». C'est quoi une éthique scientifique ? « Ce qui guide la recherche c'est la curiosité ce n'est pas l'application. Maintenant si la découverte amène quelque chose de néfaste, oui le scientifique va en avoir conscience [...] » (SDM, professionnel de la recherche).

L'implication de plusieurs acteurs dans la construction du processus technoscientifique entraîne un brouillage dans les rôles et rend difficile la question des devoirs et des responsabilités de chacun.

Les scientifiques confirment le fait que le grand public sait peu de choses sur le contenu et les implications de l'activité technoscientifique. Ce constat concerne les pratiques qui se développent dans les laboratoires ainsi que les nouvelles applications qui sont disponibles sur le marché. Autrement dit, les membres de la société utilisent des produits de consommation courante sans connaître leurs origines, les composantes, les risques possibles, etc. L'avis d'un responsable politique à ce sujet :

La sphère sociale et l'implication du public dans le processus? « Le grand public, d'une façon générale, est un peu dépassé. Le niveau d'éducation au Québec ce n'est même pas le secondaire 5 [...] Oui on devrait en dire ».

Qui doit communiquer ? « Les politiques, après ça je ne suis pas certaine que tout le monde est en mesure de comprendre les risques ou les non-risques [...] C'est un peu difficile de déambuler dans tout ça » (ABM, responsable politique du développement des programmes).

Dans un deuxième temps, et dans les circonstances décrites ci-dessus, nous avons tenté de savoir si la participation du public dans le processus de décision est possible d'un point de vue empirique :

« Que s'il est bien informé, autrement il serait nuisible ». Comment l'informer ? « Je crois que ça passe inévitablement par une éducation à l'école, par une éducation nouvelle. Je pense que c'est la responsabilité des moyens de communication de bien rendre l'information réaliste et non pas d'amplifier les choses » (NBS, Professeur adjoint).

« Tout à fait (Il évoque le débat qui s'est réalisé en France). De la part des scientifiques, c'est quelque chose qu'on veut augmenter. Parce que pour motiver, fasciner une jeune génération, on aimerait bien leur faire comprendre à quel point on peut communiquer [...] L'ambivalence entre crainte et espoir c'est quelques choses que les scientifiques doivent gérer. »

Comment expliquer l'évolution de la technique? « Vulgarisation, il faut aussi aller dans les détails, on doit à mon avis répondre aux questions de la société [...] Il y a bientôt les entretiens Jacques Quartier au Québec, on veut avoir une table ronde entre scientifique et société civile. Il faut appuyer la recherche pour le bien-être de l'humanité. C'est la mission de la science » (ARM, Professeur et chercheur).

« Je pense que c'est une question de temps et de ressources. Les chercheurs, qu'on a tellement de pressions sur toutes sortes de choses à faire, qu'on a relativement peu de temps pour communiquer la science, communiquer avec le grand public [...] Fort heureusement, qu'on a *Découverte Québec* et autres organismes [...] Je ne pense pas qu'il y a une volonté d'avoir une distance [...] » (PDM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

Le public, moyen pour installer un débat public? « Je dirais que c'est votre travail, les sociologues, d'informer le monde. Il y a des journaux télévisés, des journaux. On peut faire mieux dans l'enseignement secondaire » (MADL, Professeur et chercheur).

Enfin, le point de vue de l'expert éthique :

La sphère sociale ne participe pas au processus d'innovation? Pourquoi cette distance et est-ce que c'est possible un débat pluri sphère? « Il faut que le processus d'innovation soit porté par la sphère publique. Est-ce que ça implique que la sphère publique va tout comprendre des ramifications des scientifiques pour porter ce débat ? Je ne suis pas sûr ! » (ALM, Expert éthique et philosophe).

Les personnes interviewées confirment que la participation du public dans le processus d'innovation est possible, mais elle demeure à ce jour presque inexistante. Par ailleurs, certains scientifiques défendent ardemment la liberté de la recherche académique et refusent que leur travail tombe sous le contrôle d'un processus démocratique contraignant. Ces derniers estiment que l'inculture scientifique qui caractérise la sphère sociale et politique risque de pénaliser l'évolution technoscientifique.

5.2.4.2 Un débat pluraliste ?

« Je ne dirais pas que le dialogue n'existe pas. Il y a un besoin d'un plus grand dialogue. La science c'est une grande passion qui est un peu dévorante, donc ça va consommer énormément de notre temps, nous les scientifiques et les technologues ont moins de temps pour faire de la vulgarisation [...] Il faut qu'on soit forcé à le faire » (MBM, Chef de projet - affiliation centre de recherche).

Il ressort dans les données collectées lors des entrevues que pour envisager un débat pluraliste, trois éléments sont à prendre en considération : premièrement, un public armé d'une *culture technoscientifique*; deuxièmement, des scientifiques dotés d'une *conscience citoyenne*; troisièmement, une *volonté politique*, indispensable pour ordonner l'ensemble du processus.

Culture technoscientifique :

« [...] Oui il faut s'inquiéter que les gens aient de moins en moins une bonne compréhension des aspects techniques. Il faut donner aux gens les outils pour qu'ils aillent vérifier [...] La culture scientifique est en perte de vitesse [...] Et la curiosité philosophique qui est à la base de la culture scientifique [...] » (ALM, Expert éthique et philosophe).

Une culture technoscientifique est indispensable pour envisager la participation du grand public au processus d'innovation. La Recommandation 16 de la CE annonce à ce sujet :

« Des modules relatifs aux TC devraient être introduits dans l'enseignement secondaire et supérieur pour créer des synergies entre les disciplines et favoriser les interactions entre les sciences humaines et les sciences exactes » (CE, 2004, p. 9).

Nous avons posé la question suivante: « Comment organiser une discussion avec le public pour que le projet soit porté par des acteurs pluralistes ? » Nos interlocuteurs sont très divisés à ce sujet. Nous proposons de les partager en 3 catégories : les confiants, les sceptiques et les désillusionnés.

Les confiants et convaincus

« Je ne suis pas inquiète pour les démocraties parlementaires » (JBG, Professeure et chercheuse).

« Il faut favoriser le contact avec les acteurs du changement (scientifiques et technologues) et le plus de gens possible à travers les conférences, les formations, les cours, la vulgarisation scientifiques, etc. Nous, on a créé un programme 'scientifique d'un jour' : faire déplacer un étudiant dans un laboratoire pour lui expliquer l'évolution de tel aspect » (MBM, Chef de projet affiliation centre de recherche).

Les sceptiques

« Dans mon environnement direct, c'est assez hétérogène. J'ai aussi bien des gens qui disent que de toute façon ce n'est pas la peine de perdre du temps à ça. Il y a d'autres, au contraire, qui jugent que c'est extrêmement important. La complexité des objets qu'on fabrique est effectivement grande. Malheureusement même pour des questions qui ne sont pas forcément complexes, il n'y a pas un intérêt du grand public. La notion de la complexité est certainement une notion centrale [...] Ce n'est pas facile, puisqu'il faut déjà un bagage, qui s'acquiert avec douleur, c'est-à-dire, ce n'est pas quelque chose qui vient du premier coup » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

« C'est dommage effectivement, c'est dommage, je pense que c'est pour la même raison que les biotechnologues ne se mêlaient pas de physique. C'est un cloisonnement malgré que la demande soit là. À l'école, on nous parle de la beauté de la multidisciplinarité entre les différentes sciences (dures) et on oublie de nous parler de la multidisciplinarité dans tous les domaines » (NBS, Professeur adjoint).

« Je pense que ce n'est pas impossible si vraiment il y a de l'initiative. Des associations qui s'organisent pour avoir plus d'influence (comme dans d'autres domaines) [...] Ce n'est pas impossible! » (AJS, Chercheur).

Les déçus et désillusionnés

« C'est un sujet qui m'intéresse et m'interroge beaucoup! J'ai eu la chance de participer à un débat qui a été perturbé par des opposants aux nanotechnologies. On avait choisi à Lyon huit experts de « nano » pour parler des « nano » devant le grand public. Le problème c'est que quand cette conférence, cette table ronde avec le public, les citoyens, a été organisée, il y avait à peu près le ¼ de la salle qui s'est levée avec des banderoles pour empêcher la tenue du débat public. Donc, les organisateurs du débat public ont annulé le débat à ce moment-là, ont invité les conférenciers à se rabattre dans un hôtel et le débat a pu continuer uniquement avec des internautes. Il n'a pas pu avoir de débat, un échange direct avec le public sur sujet là des nanotechnologies. Pour revenir à la

question posée, moi je vous dis qu'il faudrait que les chercheurs prennent leurs responsabilités en même temps, j'allais dire, en faudrait-il que le système le leur permette. Il y a deux choses dans le système qui ne le permet pas vraiment aujourd'hui; s'est que d'une part la pression des résultats et la gestion du projet et le financement des projets, font des contraintes de temps qui font que les chercheurs qui commencent à s'intéresser à savoir pourquoi ils font les choses et pas comment ils doivent résoudre des problèmes, travailler la question du pourquoi pour nous, c'est à dire quel sens on donne à notre recherche. En gros, les gens n'ont plus le temps de faire ça, le temps de la réflexion du « pourquoi on fait les choses ». D'où l'impression qu'on leur demande de dire rapidement « comment faire réaliser ceci ». Ça veut dire pour moi, tel que le système est organisé, le mode de financement du système est organisé aujourd'hui, ce système-là ne permet pas toujours à de jeunes chercheurs notamment de prendre du recul sur leurs activités de recherche. En gros, si aujourd'hui, vous voulez prendre du temps pour vous « mêlez » pour comprendre pourquoi vous faites les choses, prendre vos responsabilités, à ce moment-là votre carrière est terminée. Elle s'arrête à l'instant où vous commencez à vous intéresser à ces problèmes là » (ASL, Professeur et responsable de département).

L'intervention de ASL permet de cerner les difficultés rencontrées par les chercheurs. Ce dernier estime que le modèle scientifique actuel ne permet de réaliser une réflexion sur le « pourquoi » du travail scientifique. De plus, son expérience montre que les activités de vulgarisations nécessitent une plateforme adéquate sans laquelle les résultats ne seront pas atteints. L'ensemble des éléments évoqués par ASL démontre que certaines prescriptions théoriques sont difficilement applicables.

L'absence d'une culture technique creuse davantage le fossé entre l'évolution, la technoscience et la participation des citoyens (le public) au débat sur les nouvelles technologies. De plus, il est important de revoir et de préciser le rôle des scientifiques dans la communication des informations de leurs activités de recherche. Présentement et dans les circonstances actuelles, un débat pluraliste qui concerne l'évolution des TC est difficile à réaliser.

Une conscience citoyenne (une culture civique)

Nous proposons le terme « conscience citoyenne » pour qualifier l'implication de la sphère technoscientifique dans la mise en œuvre d'un débat pluraliste. Nous ne considérons en aucun cas que les scientifiques soient dépourvus de fibre citoyenne. Cela dit, il ressort très

clairement que la sphère technoscientifique n'est pas en mesure de communiquer et vulgariser son travail de recherche.

Lorsque nous interrogeons les scientifiques sur leur responsabilité dans le partage et la vulgarisation des connaissances, les réponses révèlent une multitude de problèmes :

« Une partie des scientifiques ne savent pas sortir de leurs laboratoires » (JBG, Professeure et chercheuse).

« Oui ça c'est un problème, il n'y a pas assez de scientifiques philosophes, de scientifiques politiciens qui s'appliquent là dedans. Parce que si on se fie uniquement à l'opinion publique, leurs peurs, leurs craintes et ben leurs craintes ne sont pas fondées. On ne peut pas faire confiance à l'opinion publique, pourtant l'opinion publique guide les décisions des politiciens. Pourtant, souvent ils ne sont pas connaisseurs et souvent ils vont prendre des décisions qui sont irrationnelles en défaveur du progrès technique » (NBS, Professeur adjoint).

« Je crois qu'il va falloir une rupture. Mais quand on entend, quand tu fréquentes les gens [les scientifiques] qui ont une connaissance technique et même technique c'est effrayant l'étroitesse d'esprit et le manque de culture, c'est terrible » (BHN, Professeur et philosophe).

[...] Il y a des scientifiques qui cherchent à survivre du point de vue financier. Donc là, ils peuvent travailler sur n'importe quoi pour avoir des subventions. Mais c'est là le rôle des intellectuels et du philosophe d'être présent et de définir de barrière. Les scientifiques, ce ne sont pas les plus intelligents, je pense » (AJS, Chercheur).

« En France, on a essayé un débat sur les nanosciences avec beaucoup de difficulté. D'abord, je pense qu'intrinsèquement il est dans la nature des scientifiques le débat, de s'affronter entre eux. Culturellement, il est difficile pour les scientifiques de dire voilà on a compris, les choses sont comme ça, donc de faire un discours simple et pratique. Et puis, quelque part, ce n'est pas tout à fait un hasard s'il y a des gens dans le métier d'être capable de te faire un discours satisfaisant pour le grand public, pour la société » (MGP, Professeur et chercheur).

Les scientifiques attestent que, dans leur entourage, certaines personnes sont incapables d'envisager leur activité dans un cadre global (philosophique ou sociologique) qui dépasse l'approche scientifique. Nous avons noté des propos très sévères tels qu'« étroitesse d'esprit », « manque de culture » de la part de certains scientifiques à l'encontre de leurs collègues.

Les prescriptions théoriques qui concernent la participation citoyenne dans l'évaluation du processus d'innovation sont difficiles à mettre en application. Les scientifiques dénoncent un manque de pragmatisme de la part des responsables politiques.

Une action politique

La volonté politique est indispensable. Plusieurs scientifiques insistent sur la responsabilité des hommes politiques dans l'organisation et la coordination d'un débat pluraliste :

« C'est un des volets que la politique scientifique québécoise essaie d'aborder. Comment on fait pour l'éducation scientifique globale de la société. Comment on fait pour donner à la population les moyens de pouvoir juger par eux mêmes, à partir des informations, de la crédibilité de l'information. Ce sont des réflexes [...] Je n'ai pas de solutions [...] Moi, je suis tout à fait d'accord à ce qui ait une participation. Il faut qu'il ait une participation. Je ne sais pas comment l'atteindre [...] À un certain moment, on a besoin du jugement d'experts et c'est ça, ça me fait peur. C'est que la population doit néanmoins avoir confiance dans le jugement des experts qui peuvent se tromper [...] Est-ce qu'on va le pendre (l'expert) sur la place publique? Le bannir? [...] Je ne sais pas comment, c'est le gros défi! » (SCS, Professeur et directeur de centre de recherche).

Est-ce que l'évolution de la technique peut être portée par des acteurs pluralistes ? « Ma réponse est oui. Peut-être qu'on le voit déjà à plusieurs niveaux; les politiques qui vont intervenir, de faire intervenir des gens du milieu scientifique et du milieu des affaires commerciales qui vont essayer de mieux encadrer certains sujets problématiques, lois ou autres, oui ma réponse est oui, on en voit de plus en plus » (ABM, responsable politique du développement des programmes).

Enfin, BLSN considère qu'il n'est pas envisageable et qu'il serait même insensé de vouloir marier science et démocratie :

Un débat pluraliste, la science en tant que processus démocratique? « C'est impossible! La science n'a rien à voir avec la démocratie. La science, c'est une recherche, c'est une connaissance. Pour le peuple, suivre toutes les évolutions, c'est impossible » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Pourtant, le rapport de la commission européenne est très clair sur ce point. Nous pouvons lire dans le rapport que :

« Les *TCSCE* exigent une procédure politique transparente et ouverte, dont les grandes lignes devraient être énoncées dans une communication de la Commission sur les

technologies convergentes. Cette ouverture politique pourrait valoir aux *TCSCE* un accueil favorable auprès du grand public. Après tout, la recherche sur les *TCSCE* est explicitement orientée vers des besoins reconnus et la spécification d'un modèle acceptable.» (CE, p. 43)

La promotion d'une culture technoscientifique est indispensable pour une participation constructive du public. « L'éducation et la communication, note le rapporteur de la CE, constituent ensemble un grand défi pour l'avenir de l'UE, car celle-ci doit recueillir l'accord de la société sur ces choix, qui sont également liés au domaine des TC. » (Rapport conférence CE, p. 14)

Une majorité des scientifiques prônent une l'organisation de débat public, la vulgarisation des recherches en cours et la formation des citoyens pour qu'ils soient en mesure de participer au processus technoscientifique. Les scientifiques considèrent que la crainte de la société trouve son origine dans un manque d'information, dans l'ignorance des faits. La société serait moins opposée si elle était mieux informée.

5.2.5 Sphère biologique

Nous l'avons précisé dans notre cadre conceptuel, le terme « biologique » est relatif à ce « qui a rapport à la vie, de la vie spontanée, *naturelle* ». Cependant, « la vie » est une notion dynamique, en mouvement constant. Elle évolue en fonction de nos connaissances et de notre perception du monde. Il devient donc difficile de cerner l'aspect biologique sans qu'il soit perpétuellement remis en cause. C'est ici que demeure la grande difficulté d'analyser cette sphère. La sphère biologique est un concept fuyant, difficile à saisir et donc sujet à controverse. Nous avons pu constater cette difficulté- l'instabilité de la frontière entre le vivant et le non-vivant- dans le discours des scientifiques, lors de plusieurs entrevues :

« Il n'y a pas 'le vivant' et 'le non-vivant'. Par exemple, il y a un mois, nous avons fait la découverte d'un système solaire similaire au nôtre. La découverte d'une planète parfaitement propice à la vie. Et il serait possible d'y habiter si on trouvait comment s'y rendre et s'il n'y a pas déjà de la vie sur cette planète. Mon point consiste à dire que les lois de la physique qui s'appliquent sur notre planète (terre) s'appliqueraient probablement sur les autres planètes semblables à la nôtre. Ce genre de découverte

scientifique bouscule déjà notre conception de la vie. Lorsqu'on aura la chance de rentrer en contact avec ceux qui vivent sur ces centaines d'autres planètes habitables pour les terriens à ce moment-là notre conception et perception changera ».

Pourquoi cet exemple ? « Parce que ça serait possible de trouver une forme de vie autre que la nôtre, conçue différemment; exemple, homme en carbone versus êtres vivants en silicone ».

Finalement, cela peut être vivant, naturel ? « Oui, car sur notre planète, la silicone est notre puce d'ordinateur, mais sur une autre planète, le carbone pourrait l'être et le silicium (silicone) constituera la vie [...] car le silicium (silicone) et le carbone ont des propriétés semblables » (DCM, Professeur et directeur de chaire de recherche niveau I en neurosciences, traduction libre).

Dans le discours des scientifiques, la séparation entre ce qui est engendré naturellement et ce qui est le résultat de l'art humain est floue. L'harmonisation des deux domaines, naturel et artificiel, se concrétise de différentes manières. Dans la majorité des cas, le travail technoscientifique complète l'œuvre naturel. BLSN estime que les travaux entrepris dans le cadre de son groupe de recherche permettent de « créer la vie » et ceci toujours dans une perspective évolutionniste :

« On travaille principalement sur les nanomatériaux. Les nanomatériaux permettent des applications en chimie, dans l'industrie pharmaceutique, et maintenant on attaque de plus en plus avec ces nanomatériaux le domaine du vivant. Ça veut dire qu'on crée des matériaux vivants. Cette fois-ci ce n'est plus des matériaux inanimés, c'est plutôt des matériaux avec des vies [...] Créer des espèces qui n'existent pas, est-ce que c'est une bonne chose ou une mauvaise chose ? Évidemment, ça fait peur aux gens, est-ce que c'est une bonne chose ou c'est une mauvaise chose ? L'avenir va nous le dire ! [...] beaucoup de gens parlent de biodiversité. Le monde est en pleine évolution, il est évident que certaines espèces vont disparaître, mais il va avoir d'autres espèces qui vont être créées, qui vont évoluer, donc finalement il faut savoir qu'est ce qu'on veut » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Cela étant dit, et quelque soit le caractère et la finalité technoscientifique, la « nature » demeure toujours une référence dans l'imaginaire et le discours de la majorité des scientifiques :

« Il faut dire que dans l'interaction entre nature et matériaux artificiels, il y a trois niveaux de coopération. Si vous voulez, en biologie, les dispositifs ont un mécanisme et une fonction (ou plusieurs fonctions) qu'on peut essayer d'imiter. Alors quand on prend, on essaie de copier le mécanisme et copier la fonction en même temps, c'est ce qu'on appelle le bio-mimétisme. La regarder comment ça fonctionne pour

assurer la même fonction. On peut regarder comment les choses fonctionnent, mais oublier la fonction et regarder le mécanisme, c'est la bio-inspiration (c'est ce que font les pharmaciens avec les plantes utiles pour influencer telle et telle influence sur le corps, ça n'a rien à voir avec de la plante et donc la fonction, on oublie et on regarde le mécanisme. La troisième catégorie, on regarde la fonction elle-même (exemple du bras, un bras artificiel), ça, c'est copier la fonction, mais pas le mécanisme, or ce qu'on appelle la bionique. La bionique c'est quelque chose qui est justement très près de l'interaction entre l'artificiel et le biologique. On a souvent intérêt à regarder ces choses-là parce que c'est un moyen de contourner un certain nombre [d'handicaps]. Tout ça je n'ai rien contre [...] Ça peut bien sûr conduire à des dérapages, dans un sens ou d'un autre, mais c'est une question qui n'intéresse pas les scientifiques » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

Copier la nature « pour faire aussi bien ». Dans d'autres cas, les scientifiques estiment qu'il n'est pas sans intérêt de vouloir optimiser ou plutôt perfectionner le processus naturel et ceci en court-circuitant certaines phases :

« C'est-à-dire qu'on rentre dans des systèmes dynamiques. Plutôt qu'aller récupérer la matière et finalement la transformer, qu'elle soit vivante ou inerte peu importe, on va plutôt la faire s'agglomérer ou pousser dans la configuration qui nous intéresse ». Une transformation de la nature ? « C'est peut-être aussi une manière indirecte de dire; on n'exploite pas directement la nature, on ne coupe pas les arbres, on est moins brutal vis-à-vis de la nature qui peut continuer à fonctionner comme elle le veut. Mais en parallèle de ça, plutôt qu'aller l'exploiter directement, on va peut-être être capable de produire parallèlement à ça ce qui nous intéresse » (MGP, Professeur et chercheur).

Nous constatons à partir de l'extrait précédent qu'il s'agit d'une approche ascendante (bottom-up) qui est semblable à la conception naturelle. Aussi, nous pouvons voir dans cette explication un discours de légitimation qui se base sur deux arguments : premièrement, la pratique technoscientifique, l'acte en tant que tel, s'inspire de la « nature » comme idéal type (imiter le même processus, refaire le processus avec peut-être des modifications pour éviter par exemple les différentes étapes de transformation). Deuxièmement, selon MGP, la démarche ascendante permet de reproduire et de manière « parallèle » l'œuvre naturelle, mais en aucun cas la remplacer. Il nous semble qu'il existe dans les propos des scientifiques une volonté de se différencier de la nature sans s'en dissocier complètement.

Dans le discours de certains chercheurs, cette interaction (physique) entre nature et technique, entre naturel et artificiel, est explicite. Elle est aussi revendiquée. La technoscience est

présentée comme un instrument d'intervention sur le monde naturel, réel (nous retrouvons d'ailleurs ici la vision heideggerienne). Les deux processus ne sont pas « parallèles », tel qu'indiqué dans le propos de MGP, mais plutôt interactifs : naturalisation de l'artifice à l'artificialisation de la nature. Les propos de BLSN, directeur de département et de groupe de recherche sont très révélateurs :

« [...] Avec la convergence on peut faire beaucoup de choses avec le système vivant [...] on utilise des systèmes vivants pour attendre les nanomatériaux, avec des difficultés, une conversion ou une efficacité beaucoup plus importante [...] Je pense que cette convergence va induire une grande révolution dans la société parce que avant, on n'utilisait pas tellement des systèmes de vivants pour faire des produits chimiques et maintenant on a compris (le pétrole fossile, les énergies fossiles, ce sont justement des matières qui sont transformées en pétrole [...] (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

« On ne reproduit pas la nature, on crée la nature [...] L'homme va s'adapter de plus en plus à ce qu'il a produit » (MSM, Professeur et chercheur).

La convergence entraîne un brouillage des frontières entre les trois pôles : Nature, Culture et Technique. L'actuelle évolution technoscientifique est présentée, dans une perspective évolutionniste, comme une trajectoire de perfectionnement. À la lumière des extraits précédents, il nous semble que la convergence des quatre domaines scientifiques et technologiques pose des questions d'ordre ontologique : nature de l'être, ses propriétés, ses modalités, son intégrité, son évolution, etc. En effet, les changements tangibles et prévisibles des caractéristiques de l'objet technique nous amènent à constater un bouleversement de l'ordre symbolique qui, à juste titre, nécessite de repenser nos repères et nos normes concernant les droits de la nature, les droits de l'homme, les droits de l'individu, les droits de la société, etc.

Premier questionnement : Dans quel ordre symbolique doit-on inscrire l'évolution de la nature humaine ? En d'autres termes, faut-il « influencer » ou plutôt « construire » le vivant et la matière organique²⁶⁶ ? Les caractéristiques internes de l'objet technique (informatisation et miniaturisation entre autres), la convergence des sciences et des techniques telles qu'elles

²⁶⁶ À ce sujet, voir l'excellent article de Swierstra et al. 2009b. Taking Care of the Symbolic Order. How Converging Technologies Challenge our Concepts. *Nanoethics*, 3, 269-269-280.

se présentent actuellement et leur potentiel d'application provoquent selon plusieurs « un changement de paradigme philosophique » (Swierstra et al., 2009, Fuller, 2010). Notons d'abord que, dans l'actuel paradigme, deux notions se heurtent. D'un côté, « la construction de la matière non-vivante », c'est-à-dire « rassembler un ensemble désiré à partir de matériaux et de pièces distinctes ». De l'autre côté, « l'influence du vivant » qui consiste par exemple à soigner les gens ou à les garder en bonne santé (Swierstra et al., p. 270- 271). L'avènement des TC bouscule cette « distinction fondamentale » dans la mesure où nous aspirons à un monde vivant, organique, « de plus en plus conçu et construit » grâce notamment à une modification des propriétés. Dans ce nouveau paradigme, la nature de la technique se métamorphose, elle devient de plus en plus intrusive et opère un effacement de la frontière entre corps et technique. La proximité entre la technique et le vivant devient insoutenable, l'enchevêtrement est désormais une réalité et le changement de propriété du vivant devient possible et par conséquent non-organique.

Deuxième questionnement : Comment gérer la tension croissante entre la réalité biologique et la réalité technologique ? Est-il possible de concevoir les TC sans entraver l'équation et/ou l'équilibre entre (les droits de) l'homme et (les droits de) la nature²⁶⁷ ? Nous sommes conscients que la réponse à cette question, fondamentale et urgente, doit faire l'objet d'un travail de recherche large et qu'elle dépasse amplement la capacité de ce document. Cela dit, et au-delà des sensibilités philosophiques²⁶⁸, nous estimons avec Sfez (2002) que l'hypothèse intermédiaire est la plus tenable : « les droits de l'homme (doivent être) maintenus, tout comme la technique, mais ils sont corrigés par les droits de la nature dans une écologie modérée qui assure un équilibre entre l'homme et la nature : correction l'un par l'autre, modération du développement de l'un et de l'autre, dont l'instrument est la technique, une technoscience qui maîtrise les équilibres ». (Sfez, 2002, p.117) Ce postulat, visiblement abstrait, doit être traduit dans un langage pragmatique et prend la forme d'un cadre d'analyse concret qui comprend des principes et des lois applicables et vérifiables.

²⁶⁷ À ce sujet voir Michel Serres (1990) et Marie-Hélène Parizeau (1997).

²⁶⁸ Anthropocentrisme, bio centrisme, transhumanisme ou autres.

5.2.6 Sphère éthique

« On arrive vraiment à un domaine où la technologie nous permet d'ouvrir des portes qui n'étaient pas accessibles. La question de l'éthique est vraiment à poser. Il y a des possibilités de débordement » (AJS, Chercheur).

La dernière sphère que nous analysons dans le cadre de cette section est la sphère éthique. Nous nous sommes interrogés dans le cadre de notre cadre conceptuel (voir ci-haut) sur la nécessité de proposer une « sphère éthique », à part entière, ou s'il fallait intégrer cette dimension à l'intérieur des cinq sphères déjà désignées ? D'emblée, nous annonçons que nous ne sommes pas en mesure d'apporter une réponse définitive à cette question. Nous tentons par contre d'étaler les arguments des uns et des autres et d'apporter de ce fait quelques pistes de réflexion.

Identifier une sphère éthique, cela consiste à identifier les protagonistes, le rôle qu'on leur accorde et leurs champs d'action. De plus, l'identification d'une sphère éthique permet, dans une certaine mesure, de sortir ce concept de sa dimension abstraite et parfois spéculative pour lui octroyer une dimension pragmatique, une éthique applicable conçue à partir de « connaissances adéquates ».

Dans ce qui suit, nous tenterons d'identifier les connaissances qui permettront un premier questionnement sur la dimension éthique dans le processus d'innovation des technologies convergentes. La dimension éthique est très présente dans les propos des personnes interviewées. Elle demeure par contre très vague et sans contour. Lorsqu'il se prononce sur la question éthique, l'ensemble des répondants utilise des termes très génériques tels que « débat, problèmes, préoccupations, application, commercialiser, industrie/industrialisation, comité/expert, conscient/conscience, conséquences ». Aucune démarche ou tentative de conceptualisation ne ressort dans les déclarations des personnes interviewées.

La question éthique est abordée de différentes manières. D'abord, l'avènement des TC suscite un questionnement récurrent d'ordre éthique :

« Il y a un vrai *problème* éthique, un *problème* moral. On touche à des problématiques philosophiques et donc du coût qu'est-ce qu'il faut constater? Il faut constater que malgré tout, jusqu'à présent, dans tous les processus d'*industrialisation* de ces produits, vous aurez qu'à être toujours quelque part, un *expert* ou un groupe d'*experts* qui aura donné un feu vert et on ne sait pas comment! Et on ne sait pas comment ces experts on été choisis et on ne sait pas comment ils ont rendu leur expertise et sur la base de quoi! » (ASL, Professeur et responsable de département)

« Je veux dire, éthiquement, bon il peut y avoir des *problèmes*, mais il y en a moins que si c'était pour une *industrie* d'armement (il cite un nom) et donc je dirais, si on oblige les gens à chiffrer cette interaction avec le profit c'est dure de dire non. La deuxième c'est que les idées sont rares, alors ça serait dur de se retenir de pas le faire, on ne peut pas choisir dans les idées qui viennent, c'est-à-dire elles viennent à un rythme très long [...] et dont il faut résister, d'aller dans des directions qui sont un peu dangereuses et aussi avoir la *conscience* de se poser la question sur les conséquences » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

« On ne peut pas empêcher une technique d'évoluer. C'est son *application* et l'éthique d'application qu'on en fait qui vont devenir le *débat* de société. Il y a cinq ans on se demandait si on pouvait séquencer le génome humain. La réponse était, un jour on serait capable, mais jamais on n'aurait cru que quelques décennies plus tard les technologies nous permettraient rapidement d'arriver à le faire [...] La technologie nous amène à un autre niveau de productivité. Ce que je veux dire c'est que le clonage ou l'utilisation de technique de pointe qui se développe, qui évolue, la société ne peut pas le nier. Par contre, l'un des *problèmes* qui arrivent, en termes de débat sociétal, on n'arrive plus, et moi-même dans ma profession, c'est qu'à certains moments il y a un d'effet entonnoir, où est-ce qu'il y a un goulot d'étranglement qui se crée pour gérer l'information et le nombre de connaissances causées par l'évolution de la technologie [...] Au bout de quelques jours, je me trouve avec plusieurs résultats. Avant on prenait le temps de faire le débat sur les implications que va avoir la technologie sur la société, maintenant on saute l'étape de la société, on n'a plus le temps, les percées technologiques nous mettent devant le fait accompli.» (BAM, Professeur et responsable de groupe de recherche)

L'avis de certains scientifiques sur les implications des TC et la manipulation de la matière vivante ou non vivante :

« Oui la manipulation est acceptable dans la même mesure que d'autres manipulations sont acceptables (chirurgie ou autre). Je ne suis pas inapte à répondre à cette question [...] Je pense qu'il y a un vide éthique et les sociologues et les philosophes doivent se pencher rapidement sur cette question. Le potentiel de la génétique est très grand [...] » (NBS, Professeur adjoint)

L'avis du philosophe-scientifique

« L'être humain est un animal qui s'est doté de moyens considérables pour transformer la nature et qui ne s'est pas suffisamment interrogé et qui ne s'interroge pas suffisamment sur le bien-fondé de cette volonté de transformer le monde. L'être humain se laisse aller à ce souci de maîtriser, de changer, de transformer sans se rendre compte qu'il va peut-être porté atteinte aux conditions de possibilité humaine, de l'être humain qu'il est ». (BHN, Professeur et philosophe)

Ensuite, la mise en place des comités d'éthique et le travail de concertation concernant l'actuelle évolution technoscientifique :

« Cela étant dit, récemment, depuis une vingtaine d'années, le public a une prise de *conscience* (peut être les politiques), comme quoi on ne peut plus faire confiance à ces scientifiques tous seuls dans un coin qui décident pour nous et les scientifiques l'ont compris. Ce qui fait, qu'aujourd'hui vous avez affaire à des scientifiques qui se réunissent pour parler d'éthique, pour parler d'aspects sociétaux. Vous avez aujourd'hui, dans des projets scientifiques, des *préoccupations* d'ordre sociétal qui n'existaient pas avant. En d'autres termes, ce que je trouve assez curieux et parfois interpellant, on n'a jamais été aussi *conscient* depuis qu'on commence à faire quelques choses » (MCM1, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

« Moi je constate qu'en Europe et en France, enfin particulièrement en France, par rapport aux questions critiques qui sont les bios et les nanotechnologies, les agences gouvernementales et les politiques ont réagi relativement vite [...] en bio, on a la loi sur l'éthique [...] Ce n'est pas parfait, c'est sûr, je ne suis pas une spécialiste, mais je sais que ce n'est pas la jungle. Dans un pays comme la France, ce n'est pas la jungle » (JBG, Professeure et chercheuse).

Les comités existent. Par contre, ils ne sont pas en mesure d'accomplir leur mission dans les meilleures conditions :

« Les *comités* d'éthique (j'en fais partie ici (à l'université X) sont dépassés par les événements tout simplement, que ce soit à cause de la nécessité de *commercialiser* rapidement une technologie parce que la compétition est féroce à travers le monde ou que c'est parce qu'il y a des maladies qui nous rattrapent plus rapidement ». Et le principe de précaution? « Dans la recherche fondamentale non. Si c'est possible, on va le faire [...] Par contre, il y a une éthique de travail scientifique à respecter [...] » (BAM, Professeur et responsable de groupe de recherche).

Enfin, certains scientifiques estiment que la question éthique dépasse la sphère technoscientifique et se répand à l'ensemble des sphères du processus technoscientifique :

« À ce moment là c'est plus un *problème* de communication de l'*industrie* que de la science en question. On revient à la question; technologie et *application* (les sortir sans attendre en l'absence de réglementation). Le scientifique n'est pas entièrement là du bien fait de ce qu'il a fait. Il y a une éthique scientifique...»

Que voulez vous dire par « éthique scientifique » ? « Ce qui guide la recherche c'est la curiosité ce n'est pas l'application. Maintenant si la découverte amène quelque chose de néfaste, oui le scientifique va en avoir *conscience* [...] »

Donc il n'y a pas d'éthique de la science puisqu'elle est libre, « mais il y a aussi la science de l'industrie [...] L'industrie doit avoir un niveau éthique assez élevé pour avoir une transparence au niveau de la science » (SDM, Professionnel de la recherche).

En effet, la question éthique concerne la science, la politique et l'industrie :

« Les politiciens doivent être honnêtes avec le public. Nous sommes convaincus que si nous mettons de l'*argent*, nous avons parmi les meilleurs scientifiques ici à l'institut, et par notre travail, nous allons pouvoir leur montrer qu'ils doivent nous laisser faire notre travail et nous faire confiance et que quelque chose de bien sortira de notre recherche. En biologie, on obtient plus de résultats avec moins d'argent et à long terme la biologie sera très payante [...] De l'autre côté, les scientifiques doivent être très exigeants en ce qui concerne ce qu'ils acceptent de faire. Ils ne doivent pas se prostituer. Ils doivent se dire honnêtement qu'ils doivent bien travailler, sans savoir exactement ce qu'ils cherchent, et ils finiront par faire des découvertes. Ils doivent savoir qu'ils ont seulement besoin d'un nombre de ressources nécessaires pour faire leur travail pour arriver à faire quelque chose de bien pour tout le monde » (DCM, Professeur et directeur de chaire de recherche, traduction libre).

Les interrogations sur la dimension éthique sont au cœur du débat qui unit toutes les sphères impliquées dans le processus d'innovation des technologies convergentes et les préoccupations sont palpables de part et d'autre. Cela dit, l'échange que nous avons eu avec les scientifiques et les hommes politiques ne permet en aucun cas de distinguer le rôle exact et les mesures concrètes envisagées dans le cadre de ce processus. Le principe de précaution, posture à la fois philosophique et politique, est souvent remis en cause par les principaux acteurs du domaine technoscientifique. Selon eux, il concerne davantage la technique et l'industrie. En outre, l'absence de grille d'analyse adaptée à l'évolution actuelle et d'une nomenclature assignée aux technologies convergentes rend le questionnement sur la gestion

de ces domaines, d'un point de vue éthique, extrêmement difficile²⁶⁹. L'artificialisation de la nature et la naturalisation de l'artifice sont un processus qui témoigne de la singularité de l'actuelle phase technoscientifique. Ce processus est porteur d'aspiration, d'engouement, mais surtout de craintes, de risques et peut-être d'altération. Nous analysons dans la section suivante (section III) les enjeux et les implications du processus d'innovation des technologies convergentes.

5.2.7 Conclusion

Nous avons analysé dans la *section II* le contexte général et les règles d'interaction qui définissent le processus d'innovation des TC. Six sphères ont été mises en avant : technoscientifique, politique, économique, sociale, biologique et éthique. En parallèle, nous avons tenté d'examiner la nature des relations et des interactions qui existent entre ces différentes sphères et qui interviennent de manière significative dans la production des faits et des concepts scientifiques.

Il est clairement établi que le contexte général (l'ensemble des sphères) impacte significativement la structure interne de l'objet technique. Cette structure est loin d'être autonome à l'égard de la société. En effet, des facteurs exogènes, institutionnels, économiques, politiques, etc., façonnent le rythme et l'orientation des phénomènes techniques. Spécifiquement, nous insistons sur la prépondérance de la dimension économique dans l'établissement des orientations mais aussi dans la production et diffusion des œuvres scientifiques et techniques. Notre recherche montre que les *œuvres* ne sont jamais complètement dues aux grandes percées ou à la succession de faits scientifiques, mais sont souvent *le résultat d'injonctions qui découlent des croyances et des idéologies dominantes de la Société.*

Dans la section suivante, nous tenterons d'examiner les implications des TC sur l'ensemble des composantes de la société, notamment en milieu du travail. À la lumière des analyses et

²⁶⁹ Ce constat est confirmé par plusieurs rapports officiels. Nous renvoyons à titre d'exemple au dernier rapport la commission de l'éthique de la science de la technologie qui concerne les nanotechnologies et la convergence des domaines techniques et scientifiques, 2006, p. 57.

résultats précédents, il est intéressant de voir comment la société (tous acteurs et sphères confondus) gère et s'accommode avec les conséquences d'un phénomène technoscientifique qui s'avère en fin de compte le reflet de celle-ci.

5.3 Les implications des TC

Considérées tantôt comme « une nouvelle renaissance dans le domaine de la science et de la technique » (NSF, 2002), tantôt comme « la première grande initiative de recherche du 21^{ème} siècle », les TC promettent de « bouleverser chaque aspect de notre existence » (CE, 2004). En effet, les trois rapports institutionnels (NSF, CRNC et CE) sont unanimes à ce sujet et s'accordent pour dire que ces nouvelles technologies « provoqueront des transformations d'une ampleur jamais rencontrée auparavant dans l'histoire humaine » (CRNC, 2003, p. 34).

Nous tentons d'examiner dans ce qui suit les conséquences de la mise en société des TC. Pour y parvenir, nous examinons le discours des scientifiques, des politiciens et des éthiciens interviewés. Il est à noter que les propriétés discursives de notre matériau-échantillonnage ne permettent pas de saisir en détail les opportunités possibles et les risques encourus suite au développement et à la diffusion des TC. C'est pour cette raison que notre analyse se base, en grande partie, sur la documentation institutionnelle et officielle qui consacre quelques centaines de pages aux enjeux et aux implications des TC.

D'une manière générale, nous constatons que les trois rapports institutionnels sont alimentés par des postures idéologiques très distinctes, voire opposées. Nous proposons donc de comparer les visions et les recommandations de développement et de diffusion des TC afin de définir les contours des conséquences actuelles et éventuelles.

Tout d'abord, l'approche nord-américaine insiste grandement sur les opportunités technoscientifiques provoquées par la convergence et évite toute réflexion sociétale de l'objet technique. Le rapporteur de la NSF fait l'apologie de l'unification et décrit l'avènement des TC comme une évolution presque obligatoire :

« La dynamique innovante dans ces domaines interdisciplinaires ne doit pas être perdue, mais mise à profit pour accélérer l'unification des disciplines. Des progrès peuvent devenir autocatalyses si nous avançons agressivement, mais si nous hésitons les obstacles au progrès peuvent se cristalliser et devenir presque insurmontables » (Article de la NSF, 2002, p.282).

Parallèlement, l'approche de la CE, orientée vers la résolution des problèmes, analyse davantage et de manière systématique les risques de l'actuelle évolution technoscientifique :

« En proposant de privilégier les 'Technologies convergentes pour la Société de la connaissance européenne (TCSCCE)', il [le groupe d'experts] met l'accent sur le processus même de définition des objectifs. Il suggère que divers programmes européens de recherche sur les TC soient élaborés, portant chacun sur un problème distinct et regroupant des technologies et des sciences génériques différentes. Il pourrait s'agir par exemple de 'TC pour le traitement du langage naturel', de 'TC pour le traitement de l'obésité' ou de 'TC pour les habitations intelligentes' » (CE, 2004, p.8).

La vision européenne est intrinsèquement sociopolitique dans la mesure où elle insiste sur l'intégration du développement technoscientifique dans une dimension globale. À notre sens, cette contextualisation a pour objectif de tempérer le potentiel illimité des TC.

D'un point de vue méthodologique, les trois institutions optent pour la méthode de scénario afin de réaliser des prospectives et d'évaluer les différentes options à moyen et à long terme. Les ateliers de travail qui procèdent à la construction et l'étude des scénarios sont le résultat d'un grand partenariat entre le milieu académique et le milieu professionnel. Les tables de travail comprennent des scientifiques ainsi que des sociologues, des anthropologues, des épistémologues, des historiens et des philosophes de différentes nationalités.

Dans le cadre de cette section, nous étudions *les implications générales des TC*. Concrètement, nous analysons, dans une première partie, les implications des TC sur la base des trois catégories suivantes : les implications sociétales, les implications éthiques et les implications légales²⁷⁰. Aussi, l'appréhension de la relation entre la technique et la société doit se faire au niveau de la structure organisationnelle. Nous considérons l'entreprise comme un lieu de prédilection pour comprendre le couplage et l'interface homme-machine. De ce fait, nous proposons de décrire et d'étudier, dans une deuxième partie, l'impact actuel et potentiel des TC en milieu du travail. Plus spécifiquement, nous nous intéressons à certains thèmes traditionnels de la sociologie du travail, notamment : 1) l'organisation du travail, 2) la qualification professionnelle et 3) la santé et la sécurité au travail²⁷¹.

²⁷⁰ Nous devons cette classification à Kneucker dans le rapport de la conférence de la CE, p. 10. Voir aussi le rapport de la CE section 3 p.22.

²⁷¹ Nous nous référons ici à la synthèse d'Erbès-Seguin, 2004.

5.3.1 Les implications générales des TC

« [...] Les risques sont liés, la plupart du temps, au fait que les systèmes sortent du laboratoire [...] Donc, il y a développement de la connaissance au sens le plus retreint possible à l'intérieur d'une petite communauté dont le rôle est de développer la connaissance. Après, transmettre uniquement la connaissance à l'extérieur à l'ensemble de la population au sens large, jusque là ça ne pose pas de problème. Mais après l'utilisation de la connaissance, et c'est là où les choses deviennent compliquées, et c'est là où les risques doivent être normalement pris en compte, analysés, surveillés. La plupart du temps, le développement de la connaissance va coûter beaucoup d'argent, beaucoup de temps et d'effort [...] Quand on dit qu'on a compris quelque chose, dans une société qui est basée sur la rentabilité, la première question qui vient : 'À quoi ça va servir ?' Et si jamais ça peut servir à quelque chose, il faut le mettre en œuvre le plus rapidement possible. On ne prend pas assez de temps de se dire : 'Qu'est-ce que ça peut induire ? Quels sont les problèmes que ça peut induire ? » (MGP, Professeur et chercheur).

5.3.1.1 Les implications sociétales

Les implications sociétales des TC concernent les défis culturels, les transformations probables des interactions sociales et cognitives y compris la question de l'interface homme-machine, l'accès à l'information, les conséquences économiques et technologiques et l'impact sur la qualité de vie, etc.

Le rapport de la NSF, initiatrice du projet, estime que les implications des TC concernent six thèmes majeurs :

« Six grands thèmes ont émergé : (a) Le vaste potentiel de la convergence des technologies; (b) Développer la cognition humaine et de la communication; (c) Améliorer la santé humaine et les capacités physiques; (d) Améliorer les résultats du groupe et de la société; (e) La sécurité nationale, et (f) Unifier la science et l'éducation. » (NSF, 2002, p. 281)

La discussion portant sur les six « thèmes majeurs » s'étale sur environ 500 pages. Nous y trouvons des thèmes traditionnels tels que l'éducation, la culture, la santé, les arts, l'industrie, etc. Cela étant dit, le document ne mentionne pas les projets concrets qui sont tirés d'expériences pratiques. L'initiative américaine s'inscrit davantage dans un projet intellectuel

narratif qui vise à définir/renforcer le programme d'unification des sciences et des techniques et surtout à les orienter. À titre d'illustration, nous exposons ici deux exemples parmi ceux mentionnés dans le rapport :

Exemple 1 : « Augmentation des rendements et réduction des pertes dans l'industrie agroalimentaire à travers des réseaux bon marché, des capteurs intelligents qui surveillent en permanence l'état et les besoins des plantes, des animaux [...] » (Article, NSF, 2002, p. 285).

Exemple 2 : « Le transport sera sûr, bon marché et rapide en raison de l'omniprésence et en temps réel des systèmes d'information, conception des véhicules de haute efficacité, utilisation d'huile synthétique et fabrication de machines à partir d'échelle nanométrique pour des performances optimales » (Article, NSF, 2002, p. 285).

En outre, deux secteurs concentrent l'attention des experts américains : l'amélioration des capacités humaines et le défi de la sécurité nationale. C'est dans cet état d'esprit que les rapporteurs de la NSF affirment que la concrétisation des TC est indispensable pour sortir d'un « système mondial instable » et éviter « une catastrophe imprévisible » qui guette l'humanité :

« [...] nous n'avons pas le luxe d'attendre, parce que la tourmente politique, économique remarquable et même violente de ces dernières années implique que le système mondial est instable. Si nous n'arrivons pas à tracer la direction du changement avec audace, nous pouvons devenir les victimes d'une catastrophe imprévisible » (NSF, 2002, p 283).

La NSF présente le programme de la convergence sur un monde non pas démonstratif, mais narratif. La convergence apparaît comme un objectif qui dicte la manière avec laquelle les technologies doivent être conçues. Aussi, la démarche théorique de la NSF concernant la discussion sur la fusion des NBIC entraîne l'ensemble des protagonistes, adversaires ou partisans, dans une impasse théorique. Autrement dit, le débat prend des tournures fatalistes et s'articule en grande partie autour de la question d'acceptation ou d'opposition à un avenir qui va (certainement) venir (Lopez, 2004; Ferrari, 2008).

De plus, il est clair que les rapporteurs de la NSF adoptent une « politique de la peur » pour faire communiquer (ou faire accepter) un nouveau projet technoscientifique. L'initiative

américaine joue sur un double levier, celui de la peur en cas de renoncement et celui des aspirations en cas d'accomplissement, pour pénétrer l'univers culturel américain.

Sans rejeter la version américaine de la convergence, le rapport canadien se montre beaucoup plus modéré. Les rapporteurs se focalisent sur les aspects macros concernés par l'avènement des TC et mettent en avant deux grands axes qui traversent l'analyse. Premièrement, l'axe « La communauté de pratique » («Communities of Practice») qui englobe trois couples de domaines à savoir : société/politique, économie/finance, science/technologie. Deuxièmement, l'axe « La communauté d'objectif » («Communities of Purpose») qui comprend les éléments suivants : l'environnement, la gestion des ressources, le développement économique, la santé et la sécurité. Selon le rapport de la CNRC, les deux communautés sont entremêlées et alimentent respectivement le processus d'évolution des TC c'est-à-dire à la fois la cause et la conséquence du processus.

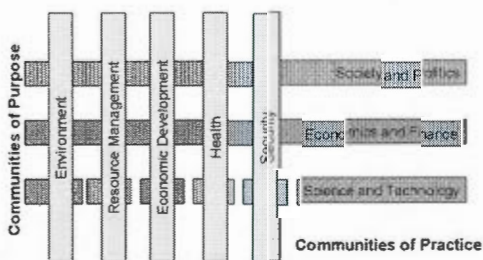


Figure 5.2 Les communautés de but et les communautés de pratique entremêlées

Le document canadien propose une synthèse des applications actuelles et/potentielles des TC. Le rapport canadien est de loin le plus précis sur les réalisations concrètes en termes de TC. Il trace un certain nombre de tableaux pour exprimer les domaines concrets de la convergence, les travaux en cours, les applications possibles ainsi que leurs dates de réalisation. Aussi, le rapport dresse une liste des travaux au niveau de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée (« Observations »), fournit des précisions sur les actuelles applications, réalise des estimations (« dates approximatives ») concernant les éventuelles applications, la mise sur le marché de produits issus de la convergence et propose une grille des impacts et des implications dans divers domaines tels que la santé publique, la sécurité, l'économie, etc.

Le rapport de la CE rejoint le constat Nord américain et confirme que « les caractéristiques générales des applications probables des technologies convergentes sont vertigineuses et que « leur caractère novateur et spécifique ouvre un large espace au développement technologique » (CE, 2004, p.20).

« Dans la mesure où les technologies convergentes s'inscrivent dans une tendance toujours plus forte à la miniaturisation, elles se fondront dans l'environnement et deviendront omniprésentes. Étant donné qu'elles interagissent les unes avec les autres, elles peuvent former une infrastructure technique invisible pour l'action humaine – analogue à l'infrastructure visible que constituent les immeubles et les cités. Un tel environnement artificiel recèle la promesse d'un accès plus large et plus équitable à la connaissance et à l'information, de nouvelles interventions thérapeutiques, d'un meilleur contrôle environnemental, de plus de sûreté et de sécurité, de capacités de communications étendues, etc. » (CE, 2004, p. 10).

D'une manière générale, cinq secteurs subissent et/ou subiront des grandes mutations : la santé, l'éducation, l'infrastructure des TIC, l'environnement et l'énergie. Dès les premières lignes, le groupe d'experts de la CE exprime son profond désaccord avec la conception américaine :

« [...] Les bénéfiques potentiels de cette convergence s'accompagnent d'un certain nombre de risques. On pourrait citer d'éventuels effets nocifs pour la santé, les intrusions dans la vie privée, les troubles sociaux résultant de profondes transformations du monde du travail et des loisirs, la transformation de la nature telle que nous la connaissons par un environnement artificiel ainsi que certains aspects préjudiciables à l'intégrité humaine, à l'autonomie et à la moralité. En conséquence, les premières réactions à une initiative en matière de TC aux États-Unis ont soulevé des inquiétudes quant aux ambitions trans-humanistes visant à « améliorer les performances humaines » en transformant les êtres humains en machines.» (CE, 2004, p. 10).

C'est dans cette perspective que l'analyse des risques est omniprésente dans l'ensemble du rapport de la CE. Les rapporteurs consacrent un chapitre entier à « l'usage », « le double usage », « l'usage abusif » et « l'irréversibilité » de certaines applications (CE, 2004, p.p. 30.35). Contrairement à l'initiative américaine qui prêche pour un développement urgent des TC, les hauts experts de la CE recommandent un processus social minutieux de concertation et d'évaluation (Kjolberg et al., 2008).

Le clivage que nous observons entre les différentes approches présentées ci-dessus est aussi palpable dans le récit des personnes rencontrées. Nous avons interrogé les scientifiques, les décideurs politiques et les experts éthiques sur les implications des TC. À défaut d'envisager les implications réelles des TC dans les sociétés en question, la majorité des interviewés se limitent à dire la nécessité d'inscrire la nouvelle vague technoscientifique dans un paradigme sociétal qui soit en phase avec les revendications et les aspirations des citoyens. Les scientifiques soulignent le rôle de la société dans l'orientation et l'évaluation des projets technoscientifiques :

« Le contrôle notamment de l'évolution technique ça nécessiterait une *réaction* des sociétés qui actuellement n'a pas lieu (telle que moi je la ressens). Je n'ai pas l'impression que les gens sont traumatisés » à l'idée d'avoir d'éventuelles manipulations [...] » (MGP, Professeur et chercheur).

« Ce que je veux dire en philosophe c'est ceci; si tu veux, l'urgence vient du fait qu'on mesure de mieux en mieux ce dont l'homme est capable en tant qu'être naturel qui est capable de transformer le monde dans lequel il vit. Mais fondamentalement, la question n'a pas changée, ce à propos de quoi il faut s'interroger c'est la légitimité de cette volonté, de ce désir, de ce souci qu'a l'homme de transformer le monde à son profit. Lorsqu'on fabriquait des machines à vapeur, on ne se posait pas la question [...] » (BHN, Professeur et philosophe)

« Dans les laboratoires on fait attention. Après ça, l'impact, on ne sait pas comment ça va tourner et qu'est-ce que ça va donner [...] Se questionner trop en amont du processus scientifique, on risque de pénaliser et refuser certaines avenues qui peuvent être prometteuses. Donc il ne faut pas le faire trop vite » (MCM, Professeur agrégé et responsable de groupe de recherche).

D'une manière générale, les TC provoquent et provoqueront une métamorphose des sociétés développées. Les changements touchent les grands axes de la vie courante tels que la santé, la sécurité, l'économie, l'éducation, l'environnement, etc. Par ailleurs, certaines formes de la convergence sont présentement perceptibles dans des produits déjà mis sur le marché (voir section I, Rubrique : État de l'art). Cela dit, elles sont pour une bonne part à l'état expérimental. C'est dans cette logique que la question des orientations et de l'encadrement sont au centre du débat actuel. L'examen des implications sociétales appartient davantage au domaine de la prospective.

5.3.1.2 Les implications éthiques

Nous avons déjà évoqué dans la *section II* le rôle de la dimension éthique dans le processus d'innovation des TC²⁷². Spécifiquement, nous avons abordé des questions qui concernent le rôle des comités d'éthique et la nature des interactions qu'ils ont avec les autres acteurs du processus d'innovation. Cela dit, il nous semble indispensable d'étendre cet examen aux défis éthiques posés par la convergence des technologies. Une des questions les plus persistantes dans le débat est celle de « l'amélioration » de la nature humaine. En effet, les initiateurs de la convergence NBIC proposent de surmonter les carences physiques et mentales par le biais de nouveaux efforts technoscientifiques :

« [...] Le processus de création de nouveaux organes sensoriels qui fonctionnent en tandem avec nos cerveaux est vraiment en train de naître, quoique les implants cochléaires et rétiniens apparaissent déjà comme des orientations prometteuses. » (NSF, 2002, p. 95f.)

L'objectif est de « modifier », « améliorer » « reconstruire » ce corps humain qui n'est plus à la hauteur des enjeux actuels. Une amélioration des performances humaines qui s'inscrit selon les acteurs de cette approche dans une évolution normale et naturelle de l'humanité.

Cette volonté de « refaire la nature humaine » n'est en aucun cas nouvelle. Par contre, dans le cas des TC, la nouveauté consiste dans le fait que non seulement l'acte est devenu possible grâce aux nouvelles configurations technoscientifiques, mais il est pour certains inévitable. Un déterminisme technique que nous avons évoqué et qui paralyse toutes tentatives de réflexion.

Les protagonistes de l'approche sociologique (voir ci-dessus) dénoncent une ambition « transhumaniste » visant à transformer les êtres humains en machine. Dupuy (2000; 2004) considère que le programme « métaphysique » des TC, tel que présenté dans l'initiative américaine, concerne non seulement « la condition humaine », au sens de Arendt (1958), mais révèle une « ambition de refaire la nature ». Aussi, le rapport de la CE déclare :

²⁷² Section II : Sphères et règles d'interaction; Rubrique : Sphère biologique.

« Cette approche [proposée par la CE] s'oppose consciemment au rapport américain intitulé "*Converging Technologies for Improving Human Performance*" (Technologies convergentes pour l'amélioration des performances humaines), qui propose une association intéressante du déterminisme technologique et du décisionnisme technocratique. Dans ce rapport, la technologie est vue comme un moyen pour atteindre un objectif; il n'y a pas de dynamiques ou de forces sociales, uniquement un comportement individuel qui peut être prédit et corrigé si nécessaire, que ce soit, par exemple, un comportement perturbateur ou des actes terroristes, ou l'amélioration des performances sur le champ de bataille, etc. (Rapport de la conférence CE, p. 12)

Le groupe d'expert de la CE pointe du doigt les concepts sous-jacents à cette approche et l'assimile à une forme radicale du libéralisme. À ce sujet, le groupe d'experts de la CE de la conférence adopte une position très claire :

« À ce stade, il semble indispensable de remettre en question les limites inhérentes des concepts sous-jacents. Le modèle américain repose à la fois sur la capacité illimitée de « l'Homo faber » et le marché en tant qu'arbitre ultime de la santé (vue d'un point de vue économique). *L'Europe adhère-t-elle cela? La conférence a répondu par un NON catégorique.* » (Rapport de la conférence CE, 2004, p. 12)

La recommandation 12 du groupe d'experts de la CE revient explicitement sur les implications éthiques :

« Sur l'avis du Groupe européen d'éthique (GEE), le mandat d'examen éthique des propositions de recherche européennes devrait être étendu en vue d'inclure les dimensions morales et sociales des TC. Les organismes de financement des États membres sont invités à prendre des dispositions similaires. » (CE, 2004, p. 9)

Nous avons interrogé les scientifiques, les responsables politiques et les experts éthiques sur le défi éthique posé par les TC. La perspective évolutionniste et la référence à la nature sont des éléments qui sont souvent mis en valeur, et ce par le biais d'une double rhétorique.

D'abord, *l'artificialisation de la nature*. Autrement dit, la création de « matériaux vivants » dans des laboratoires de recherche. Dans le discours des scientifiques, la nature n'a plus le monopole du vivant :

« On travaille dans le domaine des nanomatériaux. Les nanomatériaux ont non seulement des applications en chimie, dans l'industrie pharmaceutique, et maintenant on s'attaque de plus en plus avec ces nanomatériaux dans le domaine du vivant. Ça veut dire qu'on crée des matériaux vivants. Cette fois-ci ce n'est plus des matériaux inanimés, c'est plutôt des matériaux avec des vies. Par exemple, on essaie d'imiter les processus de photosynthèse (explications et exemples concrets) [...] Évidemment, ces nanomatériaux apportent des processus ou des innovations très importantes qui font avancer grandement [...] Tout ce genre de choses qui font augmenter l'efficacité des procédés industriels qui amènent justement de l'innovation » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Ensuite, *la naturalisation de l'artifice*. Analysée comme un grand laboratoire de recherche, la nature est conçue par certains scientifiques comme un processus en évolution constante :

« [...] C'est une question d'évolution. On comprend mieux et donc on agit mieux sur le corps humain. On continue ou on s'arrête ? Oui, il y a de plus en plus de possibilités d'agir sur la nature humaine » (PDM, Associé de recherche).

« [...] Des inquiétudes oui, mais tout ce qu'on touche est dans la nature [...], crée des espèces qui n'existent pas, est-ce que c'est une bonne chose ou une mauvaise chose [...] On crée un poisson avec 3 yeux [...] évidemment, ça fait peur aux gens, est-ce que c'est une bonne chose ou c'est une mauvaise chose, l'avenir va nous le dire [...] Beaucoup de gens parlent de biodiversité, le monde est en pleine évolution. Il est évident qu'il y a certaines espèces qui vont disparaître, mais il va avoir d'autres espèces qui vont être créées [...] » (BLSN, directeur de département et de groupe de recherche).

Aux yeux des scientifiques, la nature se présente comme une réalité en évolution constante. Dans le discours des scientifiques, les contours de la nature sont insaisissables dans la mesure où elle englobe les humains ainsi que les retombées de leurs activités y compris les percées technoscientifiques. Ainsi, le processus d'évolution est à la fois naturel et artificiel.

De plus, la double rhétorique, soulevée ci-dessus, pose un problème inédit qui empêche toute approche éthique de la problématique. La déclaration de BHN souligne, à juste titre, l'impasse méthodologique engendrée par la relativisation de la dimension naturelle et artificielle :

« Je ne vois pas comment fonder une éthique si on est relativiste, même au niveau des sciences » (BHN, Professeur et philosophe).

Par ailleurs, une grande majorité des scientifiques établissent une distinction entre le travail scientifique et la manière avec laquelle la société mobilise les résultats du travail scientifique. Ils tentent ainsi de minimiser l'aura des TC et d'éviter toutes réflexions éthiques qui risquent de pénaliser leurs activités :

« Il y a une volonté politique de faire la bombe. Il n'y a pas un gars qui s'est levé le matin et qui s'est dit je veux faire une bombe [...] Ce qui nous protège aujourd'hui, c'est qu'on se pose des questions bien avant [...] » (MCM1, Professeur et titulaire de chaire de recherche)

« Non, ce n'est pas Einstein qui a décidé de faire la bombe nucléaire. Ce sont les politiques qui ont appuyé sur le bouton. La science, ça donne des possibilités, c'est les humains qui choisissent de les utiliser en bon ou en mauvais [...] » (BRL, professeur titulaire et directeur de programme)

Dans le dernier extrait, les scientifiques soulignent le rôle et la responsabilité des hommes politiques dans les implications réelles de la technoscience. Le répondant déclare que « la volonté politique » oriente l'application de la recherche science et reprend l'exemple désormais classique de « la bombe nucléaire ». En effet, la technoscience comme projet politique est un élément qui revient très souvent dans le discours des chercheurs :

« Plus ou moins puisque la science est un animal guidé par le financement. Alors la décision est politique » (SDM, Professionnel de la recherche).

Nous constatons une confrontation (dans le sens d'opposition) entre la dimension rationnelle-objective incarnée entre autres par l'expertise, et d'autre part, la dimension éthique qui propose des jugements de valeur. Selon le rapport de la CE, « l'éthique est une condition préliminaire et un passage étroit par lequel il faut passer pour obtenir la reconnaissance publique [...] L'examen éthique est un outil important pour suivre cette évolution. » (Conférence CE, p. 26)

Le point de vue de l'expert éthique :

« Moi je pense que c'est impossible de revenir en arrière dans une société. Je pense qu'on n'empêche pas une machine d'avancer. On peut choisir notre chemin, on peut

l'orienter [...] je pense que ça fait partie de ce que moi j'appelle la dimension éthique de la vie en société. C'est des choix. La dimension éthique c'est de réfléchir un choix en fonction de nos valeurs. La première chose de la dimension éthique de notre vie en société, c'est les valeurs qui sont intégrées dans notre choix. Et les dernières années on a voulu objectiver nos choix éthiques. Là, c'est fondamental » (ALM, Professeur et titulaire de chaire de recherche).

La notion de choix est extrêmement importante dans la dimension éthique. Le choix technique ne doit pas se limiter à une explication rationnelle, objective, mais il doit aussi prendre en considération certaines valeurs de la société. L'aptitude technocratique, décisionnelle et rationnelle est loin d'être suffisante. Le choix technologique ne peut pas se détacher des valeurs sociétales. Nous retrouvons cette idée dans le rapport de la conférence de la CE :

« Cette extension permet de présenter une plateforme permettant de légitimer la participation des non-experts au processus décisionnel portant sur les technologies, si ce n'est en termes d'expertise, au moins en termes de valeurs. » (Conférence CE, 2004, p. 13).

L'efficacité d'une technique n'est pas l'unique critère de choix. Cette idée fait échos à l'analyse sociologue français Alain Gras lorsqu'il note : « On ne choisit pas une technique parce qu'elle est efficace, mais c'est parce qu'on la choisit qu'elle devient efficace » (Gras, 2001).

5.3.1.3 Les implications légales

« Qu'il s'agisse d'une ingénierie « de » ou « pour » le corps et l'esprit, les TC soulèvent des questions juridiques et philosophiques concernant l'inviolabilité, la dignité et l'autonomie humaine. L'évolution est presque imperceptible et commence par la délégation croissante d'un pouvoir de décision à des machines » (CE, 2007, p. 33)

Nous abordons ici la question des implications légales des TC. Autrement dit, il s'agit de savoir si le cadre légal et normatif actuel tient compte des particularités techniques des TC. Lors de nos entrevues, nous avons posé une question portant sur les implications sociétales, éthiques et légales. Dans ce qui suit se trouvent les réponses qui traduisent la tendance

générale. Les responsables politiques sont très conscients de la difficulté engendrée par l'évolution actuelle de la technoscience :

« C'est là où je vous dis que, dans les années prochaines, il y aura des innovations dans ce sens pourvues qu'il ait des organismes de régulation qui soient là pour faire que n'importe qui ne touche pas à n'importe quoi » (JJP, Professeur et directeur de laboratoire).

« Il faut utiliser les mêmes mécanismes de contrôle que dans l'industrie pharmaceutique, dans le domaine biomédical. Le problème ici c'est que c'est un domaine en développement exponentiel, ça va vite et on n'a pas encore trouvé la façon, un mécanisme de régulation et donc, c'est ce qu'il faut faire, il faut qu'on se dote d'un mécanisme pour encadrer la mise en marché, pas le développement, pas la recherche, mais l'utilisation des nouvelles substances [...] Pour l'instant c'est *no man land juridique* » (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

Les TC posent des questions qui se rapportent au droit de l'homme, droit de la nature, droit de la technique, la relation entre recherche fondamentale, recherche appliquée et commercialisation. L'accélération exponentielle du processus d'innovation et la mise sur le marché d'un grand nombre de produits issus de l'intégration de deux ou plusieurs domaines techniques et scientifiques posent un problème de juridiction. En effet, certains responsables politiques attestent que les TC évoluent dans un espace « ajuridique » ou « méta-juridique » (un « *no man land juridique* » pour reprendre l'expression utilisée ci-dessus) qui ne permet pas de penser les contours, désormais insaisissables, des trois dimensions: science (liberté de la recherche), nature et culture.

À la lumière des déclarations précédentes, il est nécessaire d'adapter le cadre législatif à l'actuelle évolution technique ou soumettre les changements actuels aux normes législatives en vigueur. Le point de vue des scientifiques concernant le cadre législatif :

« C'est dialectique, un pas dans ce sens et un pas dans ce sens. Je ne saurais pas vous dire l'ordre des choses. Les deux évoluent ensemble, mais je ne saurais pas vous dire avec quelle vitesse. Rien n'est figé » (JBG, Professeure et chercheuse).

« La réponse est au centre...il y a des choses qui peuvent évoluer [...] Mais il faut revenir de l'enthousiasme délirant que génère toute nouveauté [...] Pour moi c'est toujours une question d'équilibre c'est-à-dire qu'il ne faut pas céder à la tentation de dire que c'est extraordinaire, je vais appliquer ça partout et il ne faut pas céder non plus à la crainte de dire oh la la, ça me fait peur surtout je n'en veux pas. Il faut considérer le pour

et le contre tout en protégeant au maximum les choses, les gens [...] » (PDM, Associé de recherche)

« Je pense qu'il faille que la législation suive [...] pour qu'elle soit plus proche, comprendre qu'est-ce qu'on peut tirer comme bénéfices et encadrer les risques (mettre des limites) ».

Un cadre descriptif et prescriptif? « Je pense que la technique va évoluer en fonction de tout ce qui est possible. Rien ne peut arrêter la technique ». (AJS, Chercheur)

En outre, les scientifiques sont en désaccord sur les mesures à prendre pour encadrer l'actuelle évolution des TC. Nous observons aussi que toutes les tendances sont présentes dans notre échantillon : l'approche prescriptive, l'approche réactive (sur la base du principe essai-erreur) et l'approche dialectique. Aussi, il ressort clairement que les scientifiques défendent farouchement « la liberté de la recherche scientifique ».

Le point de vue des politiques :

« C'est une question qui nécessite un débat de quelques heures. Je pense qu'il y a des tensions saines dans notre système; réaction ou prescription [...] Il faut s'adapter, je ne pense pas que c'est la façon efficace d'être prescriptif. De vraiment définir le cadre à l'avance. Ça ne me semble pas correspondre à la réalité humaine. Ce n'est pas comme ça qu'on fonctionne » (MDM, Vice président organisme subventionnaire public).

« Moi je pense que dans un monde idéal, il faudrait que l'on puisse non pas ralentir l'évolution scientifique, mais l'encadrer. Je pense qu'il faut faire le deuil de la compréhension profonde de tout ce que l'on utilise et de tout ce qui est développé » (PEBM, Responsable de programme d'organisme subventionnaire public).

Enfin, l'analyse montre que la documentation officielle est à la remorque de cette nouvelle « renaissance » des sciences et des techniques. D'abord, le rapport de la NSF traite vaguement la question des implications légales provoquées par l'évolution des TC. Dans ce qui suit se trouve un extrait qui traduit la manière avec laquelle le rapport de la NSF aborde la question très sensible des implications légales :

« Dans certains domaines de la vie humaine, les coutumes et l'éthique traditionnelles persisteront, mais il est difficile de prédire quels seront ces champs d'action et d'expérience. Peut-être des principes moraux entièrement nouveaux régiront-ils les avancées technologiques radicales, comme les implants cérébraux, le rôle des robots dans la société humaine et l'ambiguïté de la notion de mort dans une ère d'expérimentation croissante en matière de clonage. » (NSF, 2002, p. 22).

Aussi, la position des experts de la CE est très ambiguë à l'égard de certaines applications des TC. Par exemple, dans le passage qui suit, l'expression « activement découragées » attire notre attention dans la mesure qu'elle ne permet aucune interprétation juridique :

« Dans le cas des technologies reproductives, du clonage, et de la recherche sur les cellules souches, c'est sur la perspective de l'utilisation des TC pour l'amélioration des performances humaines que le débat public paraît appelé à exercer l'incidence la plus forte. Dans le scénario « Styles de vie alternatifs », au moins, les technologies d'amélioration des humains seraient activement découragées. » (CE, p.24)

Enfin, certains scientifiques se détachent de toute forme de responsabilité légale et juridique. Ils estiment que c'est le rôle des politiques de « piloter » et d'encadrer juridiquement les projets scientifique et technique :

« [...] Pour moi, le législateur, notamment les politiques, au sens noble, c'est-à-dire les gens qui sont en charge de la vie de la cité, pour moi, c'est eux qui devraient correctement piloter toute cette affaire-là » (JPCL, Chercheur et Maître de conférences).

Les scientifiques et les politiciens « se jettent » les responsabilités au sujet de l'encadrement législatif des nouvelles technologies. Il est évident qu'il existe une faille dans la définition légale des rôles et des responsabilités, en l'occurrence entre la sphère politique et la sphère technoscientifique.

5.3.2 Les implications des TC en milieu du travail

Remarques préliminaires- D'abord, il faut noter que les trois catégories proposées ci-dessus –implications sociétales, éthiques et légales– sont indispensables, mais insuffisantes pour entreprendre une analyse « méso » ou « micro » des enjeux et des implications des TC. Tout en insistant sur la nécessité et l'importance d'une analyse globale, nous estimons que les mutations dans le milieu du travail constituent un terrain d'observation privilégié pour comprendre la relation entre science, technique et société.

Aussi, les conséquences de l'application des TC sur la structure organisationnelle ne sont pas, jusqu'à maintenant, analysées d'une manière approfondie vue la nouveauté et l'originalité du phénomène²⁷³. En effet, les retombées des TC dans le milieu du travail ne se font pas encore ressentir puisqu'une bonne part des applications est encore à l'état expérimental et résident davantage dans des produits de « consommation » mais n'intègrent pas, de manière massive, les procédés de fabrication. Certains impacts sont déjà mesurables dans plusieurs secteurs. Cela dit, la banalisation et la démocratisation des TC- en tant que produits de consommation courante et procédés de fabrication industriels- sont prévues pour les prochaines vingt années (CNRC, 2003). Dans ces circonstances, il s'avère donc très difficile d'envisager une étude étoffée des implications des TC en milieu du travail.

Enfin, les entrevues réalisées avec les scientifiques, les politiciens et les éthiciens ne permettent pas de recueillir beaucoup d'informations. Les répondants se limitent à évoquer certaines implications générales et se montrent incapables d'aborder cette question dans un cadre précis, celui de la structure organisationnelle (milieu du travail). C'est dans cette mesure que notre analyse (souvent prospective, ce qui explique l'utilisation du futur ou du conditionnel) se concentre sur la documentation officielle et la littérature savantes qui abordent cette question avec beaucoup de précautions.

5.3.2.1 Les TC et l'organisation du travail

Les secteurs d'application- Les TC ne seront pas limitées à certains domaines. Elles intégreront toute la sphère organisationnelle et toucheront divers secteurs d'activité. La fusion des domaines technoscientifiques est observable par exemple dans la miniaturisation de la micro électronique, circuits électroniques (optiques ou *steppers*) et la fabrication des TIC qui incorporent des éléments à l'échelle nanométrique (Vinck, 2009, p. 56). Aussi, certains domaines de la convergence, en l'occurrence les nanomatériaux, sont déjà exploités dans des secteurs aussi divers que les matériaux de construction pour le bâtiment, l'industrie textile,

²⁷³ Excepté une parcelle d'étude qui examine l'impact des TC dans certains secteurs de l'activité économique (Les changements importants dans les technologies géo-spatiales) ou dans le milieu organisationnel (Le rôle des technologies émergentes - technologies convergentes- dans la création d'une dynamique évolutive et complexe dans les entreprises), on note une grande carence à ce sujet dans l'ensemble de la littérature savantes et officielles.

l'industrie automobile, l'industrie agroalimentaire, l'industrie biomédicale, l'industrie cosmétique, l'industrie militaire, etc. Plus concrètement, des firmes telles qu'*Avantium* (avec des applications dans le secteur de l'énergie, de l'industrie chimique et pharmaceutique), *Monsanto* (dans le domaine de l'agroalimentaire), *IBM* (engagé avec d'autres partenaires dans le développement des puces RFID) ou *L'Oréal* (qui a supprimé, selon un scientifique interviewé (code PMD), le terme nano de son étiquetage pour éviter les « effets d'une contre-publicité ») sont largement concernés par le développement des TC.

La structure organisationnelle- L'avènement des TIC a complètement bouleversé l'organisation du travail. Avec les TIC, nous sommes entrés dans une économie du savoir qui accorde une place centrale aux activités qui produisent et distribuent le savoir et l'information au détriment de celles qui concernent la production et la distribution des objets (Drucker, 1994). Après les NTIC, les NBIC entraîneront une radicalisation de la virtualité de la structure organisationnelle. Le rapport de la NSF revient sur ce sujet et explique comment, de par leurs caractéristiques, les TC engendrent une métamorphose de la structure organisationnelle :

« De nouvelles structures organisationnelles et des principes de gestion basés sur une communication rapide, fiable d'information seront considérablement augmenter l'efficacité des administrateurs dans les affaires, l'éducation, et le gouvernement. » (NSF, p. 6, Traduction libre)

Ce constat est confirmé par le groupe d'experts de la CE :

« Dans la mesure où les technologies convergentes s'inscrivent dans une tendance toujours plus forte à la miniaturisation, elles se fondront dans l'environnement et deviendront omniprésentes. Étant donné qu'elles interagissent les unes avec les autres, elles peuvent former une infrastructure technique invisible pour l'action humaine – analogue à l'infrastructure visible que constituent les immeubles et les cités. Un tel environnement artificiel recèle la promesse d'un accès plus large et plus équitable à la connaissance et à l'information [...] » (CE, 2004, p. 10).

L'interface homme/machine- Les technologies convergentes impacteront l'organisation du travail dans le sens où nous assisterons à un changement dans *la logique interactionnelle*

homme-machine. À titre d'exemple, les TIC ubiquitaire²⁷⁴ illustrent bien les changements dans la nature des interactions :

« Avec ces systèmes ambiants, ubiquitaires, enfouis, les interfaces avec les utilisateurs deviennent plus interactives. Les objets techniques peuvent réagir à la voix ou au regard, reconnaître des images ou des mouvements, adapter leurs actions en fonctions des informations reçues et traitées » (Valenduc, 2006, p.5).

« Des interfaces rapides, à haut débit, entre le cerveau humain et les machines transformeront le travail en usine, contrôleront les automobiles, assureront la suprématie militaire et rendront possibles de nouvelles formes d'art, de sport et d'interaction entre les personnes ». (NSF, 2002, p. 5).

Les nouvelles caractéristiques techniques entraîneront, selon les rapports officiels, des nouvelles formes d'organisation du travail qui prennent en considération la diffusion illimitée et invisible de certains objets techniques. Particulièrement, la construction d'une articulation entre le corps (le cerveau) et les machines suscite diverses interrogations.

Conception des tâches- La mutation technologique impacte aussi la conception des tâches. Les TC entraînent une variation dans les activités mentales et probablement une réorganisation radicale, voire une disparition du travail physique. À titre d'exemple, les entreprises qui investissent dans la production des biens de grande consommation (par exemple, les produits cosmétiques ou les produits de sports) et qui intègrent des nanotechnologies dans leurs procédés de fabrication sont obligées d'investir dans des salles blanches (filtration des airs) et dans des fondations de bâtiments qui suppriment les variations (Vinck p.p. 26 et 30). Dans sa nouvelle configuration, l'usine ressemblera davantage à un laboratoire scientifique et les ouvriers à des chercheurs.

Aspects ergonomiques- La disposition de l'espace physique de travail et un élément à revoir dans le cas des TC. Les aspects ergonomiques concernent entre autres l'aménagement des postes de travail, et ce en fonction de l'environnement technique :

²⁷⁴ Les TIC ubiquitaires sont construites à partir de progrès récents dans quatre domaines de la microélectronique : les senseurs, les processeurs, les agents intelligents et la connectivité. Voir Valenduc, G. (2005), p. 5.

« À la différence des équipements ou produits techniques distincts au sens classique du terme, les TC peuvent être dispersées dans l'espace, ambiantes et imperceptibles. Elles se fondront dans le décor et contribueront peut-être à structurer le cadre des actions humaines au travail [...] » (CE, 2004, p. 20)

Les caractéristiques spécifiques des nouvelles technologies impactent notre relation avec les outils du travail et provoqueront un nouveau rapport avec notre espace physique. Les TC sont porteurs d'une nouvelle conception de l'aménagement physique des lieux du travail.

Les catégories du travail- La radicalisation de la structure virtuelle et la prédominance de l'économie du savoir entraînent une démocratisation massive des « analystes symboliques ²⁷⁵ ». Cette catégorie de travailleurs se concentre principalement sur la production, la manipulation et la distribution des informations dans le but de résoudre des problèmes de diverses natures. Nous retrouvons ce constat dans le rapport d'expert de la CE :

« Ce genre de technologies nous amène à nous interroger sur leur contrôle. Quand, à quel stade du processus et par qui peuvent-elles être désactivées ? Mais même quand elles sont aussi fiables et opérationnelles qu'on pourrait l'espérer, les TC peuvent avoir un impact déstabilisateur sur le plan social puisque l'amélioration du rendement économique se traduit par des pertes d'emploi [...] » (CE, p. 33)

Les experts estiment des machines équipées d'un dispositif nano-informatique serviront à surveiller les flux de production et remplaceront les employés dans la réalisation des tâches (conception et exécution).

5.3.2.2 La qualification professionnelle

La qualification- La relation entre l'évolution technique et la nature des qualifications est largement discutée et démontrée dans les études sociologiques du travail. L'avènement des TC entraîne une « super qualification » orientée vers le suivi, l'information, le savoir versus la production et les biens tangibles. Le lien de plus en plus étroit entre l'instrument technique et la connaissance scientifique entraîne un besoin, radicalement nouveau, en termes de connaissances nécessaire à l'exercice d'une activité de travail.

²⁷⁵ Pour reprendre la typologie de Reich (1992)

C'est dans le cadre de cette tendance que la CE souscrit un cadre de normalisation qui envisage une qualification de la main-d'œuvre :

« Au lieu de déléguer les responsabilités humaines à des processus automatisés comparables au fonctionnement des machines, les *TCSCE* doivent encourager et favoriser le jugement responsable. Au lieu de dépouiller les méthodes de production et de conception de tout savoir-faire, elles devraient renforcer encore les qualifications de la main-d'œuvre européenne. » (CE, p. 39)

Les industries engagées dans des programmes de nouvelles technologies et qui englobent l'intégration de plusieurs domaines scientifiques et techniques auront besoin d'un grand nombre d'employeurs hautement qualifiés (ingénieurs, techniciens). Ainsi, la convergence des technologies sera le début d'une démocratisation massive du travail intellectuel. Une qualification qui permet de travailler à distance, et ce avec des équipes dispersées dans le monde.

La formation- Le changement radical provoqué par les TC nécessite un programme de formation de type technique, mais surtout psychologique. La perte du contact direct avec la machine nécessite le développement de nouvelles habiletés. Aussi, contrairement au modèle traditionnel et/ou encours, les TC nécessitent une formation continue. C'est dans cette mesure que les experts de la CE prescrivent un cadre formel qui vise à « développer les ressources humaines grâce à l'innovation et à la formation tout au long de la vie » (CE, 2004, p.22).

5.3.2.3 La santé et la sécurité au travail

L'analyse de la santé et de la sécurité au travail concernent à la fois les laboratoires de recherches et les usines qui travaillent sur la production des nouvelles technologies. À ce jour, il est impossible d'établir une typologie des problèmes liés directement au développement des TC. Il existe par contre un travail considérable sur les problèmes engendrés par chacun des domaines de la convergence (nano-bio-info-cogn). Nous nous limitons dans cette rubrique aux craintes qui sont présentées dans la littérature savante et institutionnelle.

Les risques- Les études concernant les risques des TC sont sources de grandes inquiétudes. Les rapporteurs de la CE indiquent dans le cas des TC: « Les risques et les retombées n'ont jamais été aussi grands, ni aussi obscurs. » (Rapport de la conférence, p. 18). L'analyse des risques concerne les travailleurs exposés aux quatre domaines de la convergence, c'est-à-dire les laboratoires de recherches et les industries concernées.

Les caractéristiques TC, la diffusion illimitée et invisible des techniques, entraînent une globalisation des risques à l'échelle mondiale. Les pays qui ne sont pas concernés par les TC ou qui ont adopté une réglementation stricte quant à leur développement peuvent être éventuellement exposés à des risques de contamination. Cette dimension globale du risque nous amène à nous interroger sur la divergence des orientations en matière de TC et la nécessité d'une gouvernance globale en termes de TC.

Certains domaines de la convergence évoluent d'une manière exponentielle, notamment les nano et les biotechnologies. Ces domaines concentrent actuellement la réflexion. Le rapport de l'IRSST sur les risques des nanoparticules et les nanotechnologies fait valoir que :

« Le Québec compte environ 200 professeurs-chercheurs actifs dans ce domaine et plus de 1000 étudiants répartis dans presque toutes les universités et certains cégeps ainsi que dans plusieurs centres de recherche. La majorité de ces personnes sont potentiellement exposées à des nanoparticules. Environ une quarantaine d'entreprises québécoises œuvrent actuellement dans la production des nanomatériaux ou sont en phase de démarrage, ce qui est quatre fois plus qu'il y a deux ans à peine. De plus, il faut tenir compte que le Québec importe des nanoparticules dans différents domaines, dont le textile, où des travailleurs-utilisateurs sont déjà exposés » (Ostiguy et al., 2006p. iii).

Les risques engendrés par chacun des domaines doivent être analysés aussi dans le cadre de l'intégration et de la convergence des quatre domaines. Certains chercheurs (Marie Carrière, chercheuse au CEA) ont démontré les éventuels effets toxiques des nano pour les voies respiratoires qui s'apparentent à ceux de l'amiante.

Évaluation des risques- Nous avons noté ci-dessus que l'expertise n'est pas définitive en ce qui concerne certains risques. Ceci est encore plus valable pour les implications dans le

milieu du travail. En ce qui concerne l'évaluation quantitative du risque à la santé des travailleurs, le rapport de l'IRSST déclare :

« Le manque important de connaissances scientifiques nous met en présence d'une grande incertitude relativement aux risques posés par les nanoparticules. Actuellement, quoique de nombreux effets toxiques aient été démontrés chez l'animal, une évaluation quantitative du risque sur l'un ou l'autre des nouveaux nanomatériaux est à peu près impossible à réaliser. Néanmoins, les recherches en toxicologie s'organisent et plusieurs résultats sont déjà publiés. » (Ostiguy et al., 2006, p. iv)

À la lumière de ces observations, il est certain qu'il y a un manque flagrant d'information en ce qui concerne les risques engendrés par les domaines de la convergence. Comment les travailleurs et les entrepreneurs prendront des décisions dans de telles circonstances? De plus, est-il possible de parler de mesures de prévention lorsque l'entrepreneur et/ou le travailleur ne disposent pas d'une compréhension complète des risques de son métier ?

Mesures de préventions- Malgré le manque d'information et de compréhension, il existe déjà des programmes de prévention qui tentent tant bien que mal d'éviter toutes conséquences dommageables sur la santé des travailleurs. Le rapport de l'IRSST insiste sur la mise en place d'un programme de prévention :

« Le contrôle de l'exposition professionnelle aux nanoparticules comporte plusieurs inconnues. En effet, les approches existantes au contrôle par encoffrement ou la protection respiratoire lors de l'inhalation devraient être efficaces, mais cette efficacité reste à démontrer. Le contrôle de l'exposition par ventilation à la source ou ventilation générale pose un défi puisque les nanoparticules ont plus tendance à se comporter comme un gaz qu'un solide. L'efficacité pratique de tels systèmes doit être documentée avec soin. Au niveau de la protection personnelle par voie cutanée, il n'existe presque pas de données. Des vêtements jetables de type Tyvek sont recommandés dans un contexte où il est probable que les méthodes basées sur les autres équipements actuels de protection personnelle ne permettent pas une protection adéquate. Les cartouches filtrantes à haute efficacité devraient fournir une protection respiratoire efficace » (Ostiguy et al., 2006, p. v).

Il est aussi question d'une démarche proactive et d'assurer de ce fait un suivi :

« L'implantation de mesures strictes de prévention doit être favorisée auprès de l'ensemble de ces clientèles afin de prévenir le développement de maladies professionnelles. L'évaluation des expositions professionnelles devrait être documentée. Un suivi régulier de l'évolution de la connaissance scientifique reliée à la toxicologie et à l'hygiène industrielle aurait avantage à être réalisé afin de pouvoir soutenir et informer efficacement le monde du travail québécois dans un objectif de prévention du développement de maladies professionnelles reliées aux nanoparticules. » (Ostiguy et al., 2006, p. v)

De même, l'AFSSET recommande dans son rapport :

« Le suivi médical et la formation des travailleurs nécessitent préalablement que les médecins du travail concernés soient informés des aspects spécifiques que les nanomatériaux représentent dans le domaine de la toxicologie, des modalités d'évaluation des expositions et des moyens de prévention. Ces examens médicaux pourraient constituer une source de données utiles pour la réalisation d'études épidémiologiques ultérieures. » (AFSSET, 2008, p. 3)

5.3.3 Conclusion

L'évaluation des implications des TC est une tâche éminemment difficile vue l'originalité et la nouveauté du phénomène en question. Les analyses sur lesquelles nous nous sommes basées pour identifier les implications générales et en milieu du travail des TC s'inscrivent, pour la plupart, dans une logique prospective.

En ce qui concerne les implications générales, nous nous sommes inspirés de la classification proposés dans le cadre du rapport du groupe d'experts de la CE qui suggère d'évaluer les implications des TC sur les plans sociétal, éthique et légal. Nous avons constaté, qu'en fonction des visions et des orientations, les conséquences sont hétérogènes et inégales. Par ailleurs, la problématique des implications en milieu du travail est très peu discutée dans la documentation officielle et savante. C'est dans cette perspective que nous avons suggéré de mener la réflexion autour de trois points qui permettent, à notre sens, d'approcher cette

problématique récente et épineuse. Nous avons donc examiné : 1- les TC et l'OT ; 2- les TC et la qualification professionnelle ; 3- les TC et la santé et sécurité au travail.

D'une manière générale, les TC provoquent et provoqueront une métamorphose des sociétés développées. Les changements touchent les grands axes de la vie courante tels que la santé, la sécurité, l'économie, l'éducation, l'environnement, etc. De plus, nous avons souligné le fait que certaines formes de la convergence sont présentement perceptibles dans des produits déjà mis sur le marché.

Au terme de cette analyse et description des données, nous proposons, dans la prochaine section, une discussion générale dans laquelle nous tenterons de survoler l'ensemble des thématiques et concepts préalablement exposés. Notre objectif est aussi de faire le lien entre le cadre théorique et les constats de notre analyse.

5.4 Discussion

L'objectif de notre recherche est d'analyser et de comprendre le processus d'innovation des TC. Pour explorer et réfléchir cette problématique, nous avons jugé nécessaire de mettre l'emphase sur trois dimensions : l'objet technique, en l'occurrence la convergence en tant que connaissance et pratique, les sphères qui interviennent dans le processus de construction et de diffusion et, enfin, la nature des interactions que l'ensemble des acteurs concernés entretiennent dans le cadre de ce processus.

Nous proposons dans ce qui suit une discussion générale sur la base de l'ensemble des constats avancés dans les trois sections précédentes du chapitre *description et analyse de données*, et ce en se référant de manière constante au cadre théorique qui dessine les contours de notre thèse.

Notre discussion comprend six rubriques et sera structurée de la manière suivante :

En premier lieu, nous revenons sur la notion de la convergence : *la convergence en tant qu'argument rhétorique et construction théorique, mais aussi en tant que « bon programme de recherche »* (pour reprendre les termes de Lackatos (1976))²⁷⁶. Dans la même rubrique, nous nous interrogeons sur la convergence comme discipline unique. Pourquoi est-il question de « dissolution de plusieurs disciplines techniques et scientifiques dans un seul domaine » lorsqu'on parle de convergence? Loin de nous l'idée d'apporter une réponse définitive à cette question, nous proposons uniquement des pistes de réflexion.

En deuxième lieu, nous abordons la question de la *transformation de la science et de l'organisation du travail scientifique*. Ces deux points seront traités à partir des jeux d'acteurs, des rapports de force/de domination et de leurs rôles respectifs dans le cadre du processus d'invention et de diffusion des TC. À notre sens, les aspects les plus symptomatiques de cette métamorphose sont : la prédominance (chronique) de la logique

²⁷⁶ Lackatos (1976) cité dans Miège et Vinck (2012).

économique, le passage d'un modèle scientifique à un modèle technoscientifique²⁷⁷ et l'éthos scientifique. Le dernier élément n'est que le pendant socio-institutionnel des deux précédents.

Les troisième et quatrième rubriques sont consacrées respectivement aux questions qui concernent le *dialogue entre des acteurs pluralistes* et la *gouvernance*. Les deux questions abordent de manière complémentaire l'idée de « la contextualisation de l'objet technique », pour paraphraser Nowotny, Scott et Gibbons (2001). À l'intérieur de ces rubriques, nous faisons un bref diagnostic et nous soumettons, par la suite, quelques commentaires qui fixent des impératifs de fonctionnement (culture technique, conscience citoyenne, démocratie participative, vulgarisation scientifique, rôle des acteurs intermédiaires telles que les associations de la société civile, groupes de pression, etc.)

En guise de conclusion, nous soulignons les limites de notre recherche doctorale ainsi que les pistes de recherches futures qui échappent à la présente analyse.

5.4.1 Le programme de la convergence : notion, récit et réalité

Le programme de la convergence est à la fois descriptif et prescriptif. Descriptif dans la mesure où il raconte les diverses phases d'une pratique scientifique et technique. Prescriptif puisqu'il annonce une suite d'action, d'instruction, qu'il faut (ou faudra) accomplir pour arriver à un objectif quant à la manière dont les technologies devraient être conçues. De ce fait, il nous semble que *la notion de la convergence*, et certains observateurs ont tort de concevoir l'une ou l'autre des deux facettes²⁷⁸, *est à la fois récit et réalité*.

a. La convergence- D'abord, *la convergence en tant que notion*. La convergence est une idée, un concept qui né dans l'imaginaire des personnes physiques/morales et qui se concrétise par la combinaison et l'intégration intelligentes de différentes fonctions, de plusieurs personnes et de divers domaines (CE, 2004a; 2004b). D'une manière générale, la

²⁷⁷ La science et la technique sont liées, l'évolution de l'une entraîne automatiquement celle de l'autre et inversement.

²⁷⁸ Nous pensons ici à l'analyse des auteurs comme Browaeys, 2009; Caune 2012.

convergence des disciplines et des personnes est souvent considérée une condition élémentaire pour le travail multidisciplinaire.

La convergence a été jusqu'à présent conçue comme représentation générale et abstraite d'une situation ou d'un phénomène. C'est une pratique naturelle -correspondant à un ordre habituel- dans le domaine des sciences et des techniques. Néanmoins, l'assignation de la terminologie « technologies convergentes » à un objet technique est une configuration inédite. Les protagonistes de l'initiative américaine présentent « les technologies convergentes » comme une notion basée sur des connaissances et tirée d'observations empiriques. Elle quitte de ce fait le domaine des représentations (idées) pour devenir UN domaine de l'activité scientifique. Le rapport omet, par contre, de suggérer une définition rigoureuse et une explication satisfaisante²⁷⁹ qui sont nécessaires à la stabilité de l'énoncé. Dans l'ensemble des rapports que nous avons consultés²⁸⁰, il n'existe pas d'explication scientifique à la notion de la convergence.

C'est dans cette mesure que les contestataires de la convergence, en tant que notion, remettent en cause la validité de la terminologie. Les critiques fustigent et certains analystes tels que Miège et Vinck (2012), Schummer (2007, 2009), dénoncent un concept vague, un mot valise, un argument rhétorique (Miège et Vinck, 2012, p. 3) qui relève plus du sens commun que d'une construction théorique (Caune, 2012, p. 27). À l'intérieur de ce concept, chacun y met ce qui lui convient, car ce qui importe, c'est avant tout ce que le terme suggère et non sa signification propre (Sfez, 2002, p. 34). L'ambiguïté qui plane autour du concept entraîne l'ensemble des acteurs (scientifiques, politiques, économiques, société civile et publique) dans des discussions qui ont pour finalités de dessiner une signification (pour les uns) et/ou une application (pour les autres) qui soit socialement acceptable.

Ensuite, *la convergence en tant que domaine unique*. La formation discursive qui concerne la problématique des TC fait souvent allusion au fait que plusieurs domaines se fondent les uns dans les autres. À notre sens, ce thème recouvre une double interrogation : 1/La dissolution

²⁷⁹ Une déclaration qui expose les causes, les règles et lois scientifiques du phénomène

²⁸⁰ Américain, canadien et européen

des quatre disciplines dans un *seul domaine* ?, 2/ Une dissolution qui se réalise à une échelle (dimension) *nanométrique* ?

1/ La dissolution des quatre disciplines. Il est évident que les TC sont dotés de certaines prédispositions lui permettant de former un système complexe, mais elles sont loin, à notre avis, de constituer une discipline à part entière. Il existe dans la logique de la convergence une dynamique qui rassemble divers éléments et entraîne, comme nous l'avons vue, une institutionnalisation, non pas d'une discipline, mais d'un programme de recherche qui met en avant les TC. Soyons clairs là-dessus : nous nous ne souscrivons pas au postulat selon lequel l'intégration des domaines techniques et scientifiques conduira à leur disparition complète. Cela étant dit, un ensemble d'éléments épistémologiques, méthodologiques et organisationnels montrent qu'une réorganisation des frontières disciplinaires est réellement envisageable. D'un point de vue épistémologique, les TC suscitent des nouvelles préoccupations autour d'un nouvel objet qui concerne la manipulation du vivant atome par atome et par conséquent l'amalgame de l'organique et de l'inerte. D'un point de vue méthodologique, les TC entraînent une mise en commun de divers instruments de recherche. Par exemple, le microscope à force atomique (AFM) et le microscope à effet tunnel (STM) sont utilisés à la fois en chimie et en physique, en biologie, etc. Le regroupement de plusieurs disciplines autour de ces instruments facilite le recours à de nouvelles méthodes qui sont propres au TC. Enfin, au chapitre organisationnel, le programme de la convergence va au-delà de la complémentarité, il propose une fusion qui permet « une exploration des points d'articulation entre les savoirs en vue d'une réalisation conjointe ». Cette exploration est rendue possible grâce à des « regroupements de chercheurs travaillant sur un même objet, atténuant les distinctions entre les disciplines d'origine ». Nous l'avons déjà constaté, les réseaux sont présents sur tous les continents : aux États-Unis, en Europe et au Moyen Orient.

2/ La hiérarchisation des disciplines. Certaines études suggèrent que la convergence tourne autour d'une unité matérielle nanométrique. Ce postulat ajoute une nouvelle variable dans l'équation de la convergence, pour ne pas dire qu'il la bouscule de manière significative, dans la mesure où elle provoque une hiérarchisation des disciplines techniques et scientifiques concernées. Une hiérarchisation qui, certes, à première vue, apparaît comme paradoxale à

l'égard du postulat précédent²⁸¹, mais exprime en fin de compte la dissolution des quatre disciplines dans une seule dimension nanométrique. À ce sujet, nous considérons avec Vinck (2009) que « les nanotechnologies seraient à la croisée de toutes les sciences en mélangeant le vivant et l'artificiel, en manipulant le vivant atome par atome, en inscrivant l'information au niveau de l'atome, en construisant des machines à l'échelle moléculaire²⁸² ». C'est en ce sens que les rapporteurs de la NSF placent les NTS au centre de la convergence.

Enfin, la convergence des disciplines et des institutions. La notion de convergence sous-entend le rapprochement de plusieurs domaines scientifiques et techniques ainsi que la convergence de ceux qui les font (Vinck, 2012). Le programme de la convergence ne peut donc se réaliser sans l'intégration physique des institutions et des sphères : scientifique, politique, économique, sociale, etc. Loin de constituer une spécificité à l'objet technique qui nous intéresse ici, le rapprochement des acteurs et des institutions est une pratique largement discutée dans la littérature (voir le cadre théorique de la présente thèse). La construction de politiques et de programmes de recherche, tel que recensé dans les pages précédentes, constitue les premières plateformes de la convergence.

b. La convergence : récit et réalité- Il est question ici de la convergence en tant que « pratique » et la convergence en tant que discours sur la pratique scientifique et technique. Le programme de la convergence ne concerne pas uniquement la question de définition de l'objet technique, il reflète aussi une réflexion sur les orientations et les visions du progrès scientifique et technique.

La convergence : une réalité scientifique et technique- la documentation officielle fait le constat d'un rapprochement réel entre les quatre domaines scientifiques et techniques (NBIC). Cela dit, ce diagnostic est loin de faire l'unanimité. Ce qui est intéressant dans le cas des TC, c'est la manière avec laquelle les études se confrontent sur la présence ou non d'un objet ou d'un programme technique qui est censé être observable et facilement démontrable. Il est possible de multiplier les exemples pour démontrer la divergence des diagnostics sur

²⁸¹ La vision hiérarchisée ne correspond pas à une approche de complémentarité nécessaire au travail de la convergence.

²⁸² Vinck, 2009, p. 42.

l'existence ou non des TC. Deux analyses récentes retiennent notre attention. Nous préposons d'étaler très brièvement et de manière schématique les conclusions de chacune de ces études.

Dans un article intitulé, « Visions et réalités dans les TC²⁸³ », Beckert et al., déclarent :

« L'enquête sur les domaines d'application des NBIC a montré que les domaines centraux de la convergence, par exemple l'amélioration neuro/cerveau, l'amélioration physique et la biomédecine, ont intégré les domaines de recherche existants. Nous avons trouvé que la convergence est effectivement en train de prendre place » (Beckert et al., 2007, p. 390).

Par ailleurs, dans un ouvrage récent, les conclusions de Vinck et Belmont (2012) ne vont pas dans le même sens que celle de Beckert et al. :

« Quelque soit le point de vue adopté, force est de constater que la convergence n'est pas une évidence. Sur le plan des approches théoriques et instrumentales, les disciplines semblent même plutôt poursuivre leurs dynamiques de différenciation que converger. » (Vinck et Belmont, 2012, p.61)

À notre sens, cette situation traduit l'écart considérable qui caractérise le discours, tantôt lyrique tantôt fantasmatique, concernant les TC. Le grand potentiel des NBIC amène certains observateurs et commentateurs de l'activité scientifique et technique à imaginer tous les scénarios possibles en rompant parfois les liens avec les faits. À partir des deux exemples que nous avons exposés, nous sommes en mesure de cerner la difficulté à laquelle se trouvent confrontés les sociologues lorsqu'il est question d'analyser la structure interne de l'objet technique et particulièrement, lorsque les avis divergent. Cela dit, nous sommes en mesure de réaffirmer (voir la section état de l'art) que les TC constituent une réalité dans la mesure où elles ont été « institutionnalisées[s] et transformées[s] en pratiques généralement acceptées par la surveillance ou la réglementation de la production et/ou la diffusion des connaissances nouvelles » (Giorgi, 2009, p.427). Ainsi, les analyses s'accordent pour dire que le développement des TC s'inscrit dans un cadre institutionnel qui englobe « des paramètres artificiels qui ont été créés de haut en bas par la mise de nouvelles lignes budgétaires pour guider le financement de la recherche » (Giorgi, 2009, p.429).

²⁸³ Beckert et al. (2007) proposent de mesurer le décalage et la distance entre le cadre théorique annoncé (« les visions ») et le développement technologique réel (« l'état de l'art ») dans le débat sur les TC. Pour y parvenir, les auteurs procèdent par approches combinées- l'approche « Top-down » (de la théorie vers le terrain) et l'approche « Bottom-up » (du terrain vers la théorie)- et proposent en fin de compte une classification de huit champs d'application.

La convergence : un récit sur la pratique scientifique et technique. Le programme de la convergence est aussi de l'ordre du discours sur les pratiques scientifiques et techniques (Caune dans Vinck 2012, p.6). Un techno-discours, selon l'expression de Dominique Janicaud (1985), qui concerne les visions et les orientations « politico-idéologiques ». Nous proposons d'expliciter les grandes caractéristiques de ce récit aux accents prophétiques²⁸⁴.

Premier élément, et Caune a raison de le souligner, l'espace d'énonciation de discours. La scène d'énonciation du discours ne s'apparente pas à « l'espace de circulation légitime et habituel des énoncés scientifiques : colloques congrès, revues... mais des espèces singuliers créés pour l'occasion » (Caune, 2012, p. 28). Bien évidemment, il n'est pas sans importance de le rappeler que ce mode de communication permet aux protagonistes de se soustraire aux règles strictes des modes de production des savoirs académiques.

Deuxième élément, le rapport annonce solennellement qu' « environ quatre-vingts chefs de file scientifiques, experts de l'industrie, et les décideurs politiques à travers une série de domaines ont contribué à élaborer une vision pour le potentiel d'améliorer les capacités humaines physiques, mentales et sociales, grâce à la convergence des quatre technologies » (NSF, 2002b, p.281). À travers ce genre de confirmation, le récit ne laisse aucun doute sur la direction empruntée par le savoir, et ce à l'unanimité des suffrages.

Le troisième élément concerne la nature des arguments employés dans le cadre du récit. Le rapport à l'origine des TC use de tous les arguments, à la fois pragmatiques et fantasmatiques, pour annoncer la « rupture » et la « nouvelle renaissance ». Nous retrouvons des références aux civilisations anciennes²⁸⁵ qui, à un certain moment de leurs histoires, ont su innover et par conséquent éviter de tomber dans « le marasme total ». Aussi, la nation de la convergence rejoint souvent une conception futuriste dont le concept phare est « l'amélioration de la performance humaine ». Cette conception futuriste ne s'oppose pas forcément à la rationalisation technique. À notre avis, elle constitue un récit programmatique qui vise à pousser les limites de la science et de la recherche.

²⁸⁴ Nous nous limitons ici à l'initiative américaine qui est à l'origine du récit.

²⁸⁵ Respectivement : Egypte ancienne, Babylone, Chine, Civilisation islamique, Grèce et Rome.

La relation ambiguë entre récit et réalité dans la construction des TC amène certains auteurs à critiquer un « triomphe de l'imaginaire sur la science ». Hunyadi (2010) soutient que dans le développement technologique actuel, « l'imagination ne serait plus un simple appel à explorer les possibilités sans précédent fictivement, mais une nouvelle façon de concevoir la relation même de la théorie et de la pratique [...] Cela veut dire que ce n'est plus la connaissance, mais l'imagination qui guide l'action. Cependant, jusqu'à présent, l'imagination a été considérée comme un pouvoir de la fiction, loin de toutes les pratiques. C'est pourquoi elle a souvent été victime d'une sorte de discrédit ontologique, car elle a été consacrée à ce qui n'est pas, que ce soit dans le mode de la fiction, de l'irréel, du fantastique, du possible ou de l'utopique donc il se trouvait éloigné de toutes les ambitions véritables » (Hunyadi, 2010, p. 201). À présent, les TC tracent les contours d'une nouvelle société et plus fondamentalement d'une nouvelle humanité en processus de « fabrication ».

5.4.2 Transformation de la science et du travail scientifique

a. Une prédominance de la logique économique- Notre recherche montre de manière évidente la prédominance de la logique économique dans la production des savoirs scientifiques. Plusieurs travaux, cités dans le cadre conceptuel, ont déjà souligné la nature des interactions entre les milieux scientifiques (académies et laboratoires de recherche) et la sphère économique (industries, marchés, bailleurs de fonds, etc.) en montrant le poids de la vision économique sur l'orientation des pratiques scientifiques (voir chapitre III).

Tout en se basant sur les travaux précédents de la sociologie des sciences, nous constatons le renforcement de la logique économique. Cette tendance concerne l'ensemble des partenaires de l'activité scientifique. Autrement dit, la prédominance de la logique économique ne remet pas en cause, non plus, les relations triangulaires entre université-industrie-gouvernement. Au contraire, les données collectées confirment l'intervention et le rôle du gouvernement dans le développement de relations étroites entre industrie et université. Cela étant dit, les scientifiques interrogés déclarent que l'entrée en force de l'industrie dans l'activité scientifique universitaire constitue plus une contrainte qu'un atout. Une contrainte qui oriente, et dans certains cas définit, les problématiques de recherche et les types de réponses

souhaitées. C'est en ce sens que nous affirmons que la rationalisation économique mine sérieusement la neutralité interne du travail scientifique.

Les finalités économiques qui alimentent la collaboration entre le couple science-industrie entraînent un déplacement des priorités dans les modes opératoires de l'activité scientifique. Les acteurs de l'activité scientifique que nous avons rencontrés affirment que l'univers référentiel du nouveau régime scientifique²⁸⁶ « n'est pas la contemplation ou la création de savoirs « purs » mais celui de l'efficacité monnayable et pragmatiquement conçue ». Une mutation qui conduit à un changement qualitatif des finalités. Il est très clair que « la science n'est plus une fin en soi, mais un bien économique et un facteur de croissance²⁸⁷ »

Concrètement, un des éléments tangibles de cette évolution est incontestablement le glissement significatif de la recherche fondamentale vers la recherche appliquée qui permet à la science de remplir une fonction économique. Dans le cadre de notre recherche, nous avons pu mesurer l'ampleur de ce glissement qui provoque, et c'est le cas de le dire, un sentiment de « panique » dans les rangs des scientifiques. Ces derniers parlent de : « problèmes », « dysfonctionnements majeurs », « la science [qui] tourne en rond », « c'est presque du pillage organisé sur la recherche fondamentale », etc. Force est de constater qu'une grande majorité des scientifiques vivent de manière négative (à tort ou à raison) le glissement exagéré vers la recherche appliquée.

Cette transformation de la science est en lien avec la dimension sociale. Elle s'inscrit dans un contexte très particulier : épuisement du capitalisme industriel et dérive du capitalisme financier. Dans ces circonstances, l'innovation se présente comme le principal moteur du capitalisme industriel et financier. De ce fait, le marché regarde scrupuleusement et de manière très agressive l'évolution de la sphère technoscientifique et tente de récupérer, à tout moment, n'importe quel procédé ou savoir-faire lui permettant d'alimenter son dispositif et sa dynamique en court-circuitant continuellement les cadre normatifs et réglementaires. La figure suivante traduit à notre sens la place centrale de la sphère économique (le marché) dans la dynamique générale des sphères (à comparer avec la figure *contexte général du*

²⁸⁶ Un nouveau régime de savoir pour reprendre les termes exacts de l'historienne-philosophe Bensaude-Vincent, (Titre du Chap. II, p.31, 2009).

²⁸⁷ Vinck, 2007, p.33.

processus d'innovation de notre cadre conceptuel). Elle exprime aussi la convergence de l'ensemble des acteurs du processus d'innovation vers la dimension économique :

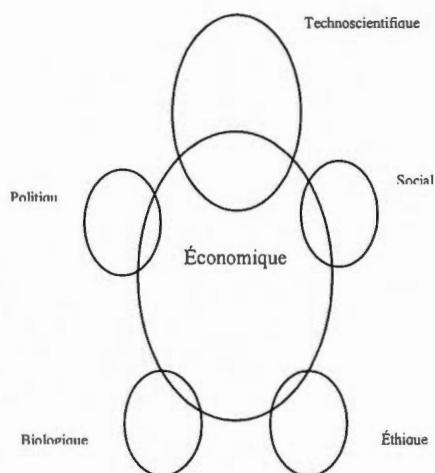


Figure 5.3 Convergence des sphères vers « le marché »

b. Le paradigme Technoscientifique- Nous concevons les TC comme un modèle type de technoscience. Deux raisons sont derrière cette confirmation : la première concerne les priorités économiques de l'activité scientifique. Un élément que nous avons étayé dans la rubrique précédente. La deuxième renvoie à l'unification avancée des deux domaines *scientifique* et *technique*. L'instrument technique, de plus en plus puissant, est raffiné et intervient de manière importante dans la production de connaissances scientifiques. À ce sujet, Lafontaine explique avec beaucoup de tact que « le lien étroit unissant l'instrument technique et la connaissance scientifique ne date évidemment pas d'hier : il remonte au moins jusqu'à Galilée et sa fameuse lunette astronomique. Cela dit, la particularité du rôle joué par l'instrument dans les nanotechnologies est d'un tout autre ordre puisque l'instrument, en l'occurrence le microscope à force atomique (AFM), transcende les limites imposées par le système perceptif humain afin de permettre de voir l'invisible, d'appréhender l'infiniment petit ». Elle conclut en disant que « contrairement à la conception courante de l'instrument comme simple prolongement des sens, l'instrumentation utilisée en nanotechnologies est indissociable d'une logique de contrôle et de manipulation [...]. Le rapport fusionnel qui

s'instaure entre perception et manipulation à l'échelle nanométrique participe d'une épistémologie proprement technoscientifique qu'on peut résumer dans l'expression 'voir, c'est faire.'²⁸⁸ ».

Ainsi, nous estimons que les TC se présentent comme une forme radicale de la technoscience. La puissance de l'instrument technique, en l'occurrence le AFM, montrent que « science » et « technique » sont désormais intimement liées et qu'il devient de plus en plus difficile de les dissocier. Dans ces circonstances, la mission et le rôle de la science change. Désormais, la science récupère les particularités de la technique. Autrement dit, il n'est plus possible de « comprendre » sans « transformer ». Une évolution scientifique entraîne forcément une évolution et une application technique et inversement (une relation étroite entre progrès technique et progrès scientifique). C'est dans cette perspective qu'il devient nécessaire de se questionner sur la nature et l'étendue de la « liberté » dans la recherche scientifique.

c. Éthos de la science contemporaine- Force est de constater que les impératifs institutionnels de l'activité scientifique contemporaine rompent radicalement avec la conception mertonienne de « l'éthos de la science ». Les propos des personnes rencontrées montrent de manière explicite que *l'organisation du travail scientifique* se rapporte davantage à la dimension socio-économique qu'à la dimension scientifique. Voici deux éléments qui sont récurrents dans les données collectées et qui permettent de justifier notre affirmation : la norme qui concerne le « désintéressement²⁸⁹ » et celle qui concerne le « communalisme²⁹⁰ ». Les propos que nous retranscrivons ne sont pas des cas isolés. Ils expriment une tendance générale largement relayée :

« Je suis obligé de tronquer souvent mes études. Au lieu de faire une étude qui va durer un an, qui va me donner un gros papier, des bases solides de conclusions, je vais le fragmenter en trois parce que j'ai peur qu'au bout d'un an, il y a quelqu'un qui va couper. Alors, je le fragmente en trois, je le publie » (BAM, Professeur et responsable de groupe de recherche).

²⁸⁸ Lafontaine, 2010, p.p. 81.82.

²⁸⁹ Le scientifique est censé œuvrer pour l'intérêt de la science et non pas pour son intérêt personnel.

²⁹⁰ Cette norme se réfère au caractère public de l'activité scientifique. La science est le résultat d'un travail collectif qui appartient au public et qui est destiné au progrès de la société.

« Une idée est rare, on garde cela jalousement » (JPVN, Membre de l'académie royale et directeur de laboratoire).

Nous sommes conscients que les travaux récents de la sociologie des sciences (cité dans le cadre théorique) ont remis en cause « l'absolutisme » de Merton. Cela étant dit, lors des entrevues, il n'est pas exceptionnel de voir certains scientifiques revendiquer le droit à la neutralité (la neutralité du travail scientifique). C'est dans cette mesure que l'éthos scientifique devient un paravent qui permet d'assurer l'autonomie d'une pratique scientifique minée par des intérêts d'ordre divers. L'éthos scientifique ressemble davantage à une « idéologie professionnelle » (Barnes, Dolby, 1970) ou à une ressource rhétorique (Mulkay, 1976) que les intéressés agitent au regard de l'ensemble de la société.

Il nous semble donc légitime de mettre en lumière un « éthos scientifique alternatif » (une expression que nous devons à Mitroff, 1974) qui tire l'ensemble de ses normes « morales » dans les valeurs des sociétés contemporaines. En effet, l'éthos de la science contemporaine s'approche de plus en plus de la structure des autres institutions, de la société et des intérêts particuliers. Il existe une très forte cohérence entre l'éthos scientifique et les contraintes socio-économiques des sociétés contemporaines dominées par une finalité mercantile. Le scientifique est soumis à un programme politique fortement influencé et piloté par des contraintes économiques.

En ce qui concerne le « métier » de scientifique, nous observons effectivement qu'un certain nombre de scientifiques et de chercheurs endossent très facilement le costume d'« entrepreneur » et tiennent un discours fondé sur une logique économiquement utilitariste, de rationalisation, de concurrence et de rivalité. Le nouveau régime du savoir est, selon l'expression de Pestre, « une culture du management, de l'action encadré par la science²⁹¹ ». Par ailleurs, nous avons soulevé le fait que certains scientifiques détiennent un double langage sur la particularité technoscientifique de leur travail. Ils changent de discours en fonction des circonstances. Nous partageons les conclusions de Dupuy (2004) lorsqu'il déclare : « En vérité la communauté scientifique tient un double langage [...] lorsqu'il s'agit

²⁹¹ Pestre, D. (2001), p.66.

de vendre un produit, les perspectives les plus grandioses sont agitées à la barbe des décideurs. Lorsque les critiques, alertées par tant de bruit, soulèvent la question des risques, on se rétracte : la science que nous faisons est modeste » (voir Dupuy, p.28, 2004)

Enfin, la prédominance de la dimension économique dans l'équation de l'activité scientifique jette davantage de soupçon sur la capacité des sciences (dures) à atteindre l'objectivité. Les acteurs que nous avons interrogés expliquent sous le couvert de l'anonymat qu'une recherche scientifique ne peut être jugée positive que si elle a un impact économique.

5.4.3 Le processus d'innovation : un dialogue entre acteurs pluralistes

La pérennité des TC, programme de recherche sujet à controverses, dépend de la capacité des acteurs à installer un dialogue et à dégager un consentement général concernant des orientations technoscientifiques. Évidemment, le dialogue entraîne inéluctablement les parties prenantes dans des confrontations qui émanent de leurs différences (divergences des objectifs, conflit d'intérêt, manque de coopération, rapport de pouvoir, expert versus profane). Le défi consiste à faire en sorte qu'à partir de ces confrontations puissent naître des nouvelles formes de discussions.

C'est dans cette mesure qu'il est indispensable, d'un point de vue méthodologique, d'ancrer le dialogue dans des structures pragmatiques²⁹² hybrides²⁹³ dans lesquelles l'opinion publique intervient de manière directe et effective (sans passer par la médiation politique) pour déterminer la direction du progrès technoscientifique. Pourquoi ne pas élargir la notion de démocratie participative²⁹⁴ aux objets techniques. Une démocratie technique²⁹⁵ participative qui regroupe des acteurs qui n'ont pas l'habitude de débattre ensemble (élus, scientifiques, citoyens, éthiciens, organisations et associations militantes, etc.) et dans laquelle le public a la

²⁹² Voir les travaux de Habermas (1973) sur le modèle pragmatique.

²⁹³ Voir les travaux de Latour, 1999 sur les forums hybrides.

²⁹⁴ Nous faisons appel ici à la définition de Vinck (2009): « Dans la démocratie participative, le peuple peut, en outre, se saisir lui-même des questions à débattre via une forme ou l'autre d'interactivité (avec ou sans les élus et les experts), et peser sur la prise de position politiques qui s'ensuit. En multipliant les débats, elle offre à chacun la possibilité de s'exprimer à égalité de parole et de dignité. Elle cherche ainsi à accroître l'implication des citoyens dans la discussion et dans la décision, grâce à l'enregistrement des idées et des suggestions formulées au cours des débats » (Vinck, 2009, p. 104).

²⁹⁵ Voir les travaux de Callon, Lascoumes et Barthe (2001).

possibilité de peser sur la prise de décision (politique). Un modèle de démocratie sans procédure déclarative basé sur le dialogue et l'apprentissage collectifs et dans lequel chacun des partis exprime sa position et par conséquent, assume ses responsabilités.

Les données collectées dans la présente recherche, auprès des personnes concernées, font surgir certains impératifs nécessaires à la mise en œuvre d'une nouvelle forme de dialogue entre des acteurs pluralistes intéressés par tel ou tel objet technique. Nous les déclinons en trois points.

Premièrement, *une conscience citoyenne*. Il n'est pas question de dire ici que les scientifiques manquent de conscience citoyenne. La majorité des chercheurs que nous avons rencontrés se disent « préoccupés » du décalage qui existe entre le progrès technoscientifique et la culture scientifique du grand public. Cela étant dit, il est frappant de constater que plusieurs chercheurs, certains d'entre eux occupent des hautes responsabilités, ne possèdent pas une vision globale du contexte dans lequel s'inscrivent leurs travaux (Section II; Rubrique 1). Par « conscience citoyenne », nous suggérons que la communauté scientifique doit impérativement *imaginer l'utilité de ses travaux*, pour orienter en quelques sortes les applications réelles des connaissances, mais surtout *émettre des explications dans un langage accessible et sans confusion*.

Il nous semble important de noter que le travail scientifique ne s'arrête pas aux portes des laboratoires. Malheureusement, et nous paraphrasons ici les déclarations de ASL²⁹⁶, le système tel qu'il fonctionne présentement²⁹⁷ ne permet pas au chercheur de réfléchir le « pourquoi » de leur mission et de « prendre le recul sur leur activité de recherche ». Le chercheur conclut son raisonnement en constatant que le « système est organisé [de manière qu'au moment où vous commencez à vouloir] comprendre pourquoi vous faites les choses [et] prendre vos responsabilités, à ce moment-là votre carrière est terminée ». C'est dans ces circonstances que les scientifiques apprennent à mettre de côté leur conscience citoyenne.

²⁹⁶ Professeur et responsable de département

²⁹⁷ Nécessité d'obtenir des ressources pour poursuivre les travaux de recherche, compétition nationale et internationale en termes de publications, pression en termes des résultats, etc.

Par ailleurs, la vulgarisation du travail scientifique constitue l'unique moyen d'enrôler les autres acteurs du processus d'innovation dans la prise de décision. La transparence, le partage du savoir et la vulgarisation doivent s'inscrire prioritairement et obligatoirement dans le cahier de charge de toute recherche scientifique fondamentale et appliquée. De même, la participation des scientifiques à des activités de communication et de vulgarisation doit constituer un facteur de promotion de leur carrière (Caro, 1996). La conscience citoyenne est un premier gage pour faciliter l'implication de la société publique dans les décisions qui concernent les orientations scientifiques et techniques.

Deuxièmement, *une culture scientifique et technique*. La notion de complexité est centrale dans la nature de la relation entre la sphère scientifique et les autres sphères. Le public, entre autres, doit être formé et instruit s'il désire participer au processus décisionnel concernant les orientations et l'application de la science; autrement, sa participation s'avère insignifiante (même contreproductive). À ce sujet, Claessens note très justement : « étant donné la place importante prise par la techno-science dans nos sociétés, il serait légitime et sans doute souhaitable que celle-ci occupe une place équivalente dans l'éducation et la culture » (Claessens, 1998). Nous soulignons ici à la responsabilité des individus qui doivent, de leur côté, s'intéresser, s'informer, s'enrôler pour pouvoir par la suite interférer dans le processus de décision scientifique. La complexité de l'objet technique est effectivement grande, les connaissances nécessaires ne s'acquièrent pas sans douleur, mais à ce stade de l'évolution, l'implication du public dans le choix scientifique et technique est désormais un devoir citoyen.

Il ne va pas sans dire que certains scientifiques (de notre échantillonnage) se sont montrés très septiques à l'idée d'inscrire le processus technoscientifique (et leur scepticisme est d'autant plus fort lorsqu'il s'agit de la science) dans le cadre d'une démocratie qui permet la participation directe du public. Selon eux, et sachant la complexité des phénomènes technoscientifiques, le peuple n'est pas en mesure d'interférer en amont dans les choix technoscientifiques. Le travail de Max Weber²⁹⁸, auquel nous nous référons pour réfuter la thèse des scientifiques perplexes, est d'un grand enseignement. Selon Weber, la

²⁹⁸ Le savant et le politique, 1959, p.p. 69-70.

rationalisation croissante engendrée par l'activité scientifique ne nécessite pas une connaissance pointue sur la structure intrinsèque de l'objet technique pour évaluer (la responsabilité de) la science. Il est par contre fondamental de « savoir ou de croire qu'à chaque instant nous pourrions, pourvu seulement que nous le voulions, nous prouver qu'il n'existe en principe aucune puissance mystérieuse et imprévisible qui interfère dans le cours de la vie ». Autrement dit, ce qui est important, c'est de pouvoir maîtriser et prévoir les conditions techniques et scientifiques dans lesquelles nous vivons (Dupuy, 2003).

Troisièmement, *le rôle des acteurs intermédiaires* (Médias et membres de la société civile²⁹⁹). Entre la sphère scientifique et le grand public, il y a souvent des instances intermédiaires qui jouent un rôle important dans l'orientation du débat et le dénouement que nous désirons lui donner.

D'abord, les médias. Souvent considérés comme quatrième pouvoir, les médias sont indispensables à la construction démocratique de la décision scientifique et technique. La collaboration entre science et journalisme doit s'accorder et dépasser les querelles qui les opposent³⁰⁰. Nous pensons que les médias doivent jouer un rôle majeur de diffusion et de pédagogie.

Par ailleurs, les acteurs de la société civile sont particulièrement actifs ces dernières décennies. En effet, ils jouent un rôle élémentaire comparable à celui de l'opposition dans les démocraties parlementaire. Dans le cas de la convergence à l'échelle nanométriques, plusieurs scientifiques font remarquer que les discussions ont souvent été perturbées par des « militants-opposant ». Les débats ont été toujours vifs, mais malheureusement pas très constructifs (voir le témoignage de ASL et MGP sur les débats qui ont été organisé en France). Une opposition qui empêche parfois la réflexion et maintient le débat à un niveau superficiel qui ne dépasse pas le stade de la polémique.

²⁹⁹ Voir définition dans le cadre conceptuel; rubrique : sphère sociale

³⁰⁰ À ce sujet, voir les travaux de Vendramin et Valenduc (1996); Claessens (1998).

D'une manière générale, l'ensemble des personnes interviewées soulignent l'importance d'un débat entre des acteurs pluralistes concernant le choix et les orientations en matière de technoscience. Présentement, il existe quelques structures parlementaires qui embrassent davantage les formes classiques de la démocratie « délégative »³⁰¹. Elles sont insuffisantes dans les mesures où elles reposent sur une séparation rigide entre Élus et citoyen, entre experts et profane. Par ailleurs, les données collectées montrent qu'il existe une grande méfiance, entre, d'une part, les instances intermédiaires et, d'autre part, le monde scientifique. Cette méfiance se traduit parfois par une opposition automatique et primaire qui bloque aussi toutes les tentatives sérieuses de discussion.

5.4.3 La gouvernance

Il n'est pas question de discuter ici la notion de « gouvernance » et de se perdre dans le grand débat qui lui est consacré. Nous mobilisons ce concept dans ses significations les plus littérales³⁰² afin d'examiner le rôle qu'il joue ou qu'il pourrait jouer dans le développement des TC. Concrètement, nous faisons, d'abord, le point sur la divergence des visions et des acteurs concernées, pour expliquer, par la suite, dans quelle mesure et de quelle manière la gouvernance constitue-t-elle une réponse au défi que posent les TC ?

a. Convergence des techniques versus divergences des programmes et des acteurs.

D'abord, *la divergence des visions*. Nous avons comparé précédemment les visions et les recommandations concernant les TC et constaté la divergence des programmes. Tandis que le rapport de la NSF insiste avec force sur l'urgence de développer les TC, la CE se montre favorable à un processus social minutieux (Kjølberg et al., 2008). Aussi, les désaccords sont considérables quant aux secteurs d'application et opportunités et qui poseront à la société de nouvelles difficultés et questions (CE, 2004b). Fuller (2009) fait valoir que les différences dans les programmes de la convergence ont des sources politiques et idéologiques, à la fois historiques et contemporaines. Cette lutte constante entre les deux idéologies, américaine et européenne, se traduira sûrement par des changements dans les politiques scientifiques et

³⁰¹ Nous pensons au TA

³⁰² Au sens du dictionnaire : « méthodes de gestion », gouvernance des entreprises appliquée au domaine des techniques.

techniques. Dans un même ordre d'idée, Grunwald (2007) estime que la vision américaine est en train de triompher. Selon lui, les hypothèses sur l'amélioration technique de l'être humain modifient déjà la condition humaine par le simple fait qu'elle ait lieu (Grunwald, 2007).

Ensuite, la divergence des acteurs. Il s'agit plus exactement d'un dysfonctionnement et d'un manque de coordination entre les différentes sphères impliquées dans le processus. Contrairement aux modèles empiriques exposés dans le cadre conceptuel (le Mode 2, le modèle de la Triple hélice), la situation telle que nous l'avons diagnostiquée est loin de traduire des flux de connaissances ou d'informations qui circulent fluidement et qui permettent la communication entre les différents acteurs. Nous sommes interpellés par la récurrence de certains postulats qui expriment des dysfonctionnements majeurs. Nous citons ici les plus évidents : le processus de décision politique est largement dépassé par le rythme de développement technoscientifique, les intérêts économiques seraient mis en avant au détriment du débat politique et social; la commercialisation d'innovation sur la base d'une expertise souvent incomplète et parfois aléatoire; l'absence d'une discussion publique concernant le développement des TC; une rupture, de plus en plus importante, entre la sphère scientifique et la sphère sociale doublée d'une séparation aussi radicale entre élus politique et mandataires. Disons-le avec insistance, la prédominance de la dimension économique est un constat fort de notre recherche. En effet, la prédominance de la logique économique provoque non seulement un déplacement des priorités, mais elle paralyse aussi certaines composantes du processus. Par exemple, et Bennett-Woods (2006) n'a pas tort de le souligner, : « malgré la reconnaissance généralisée de la nécessité d'évaluer en amont les risques et les avantages des domaines, les dépenses sur l'évaluation des risques et l'impact sociétal sont éclipsés par l'investissement en R&D » (Bennett-Woods, 2006, p. 55). Bien évidemment, ces dysfonctionnements n'empêchent pas la production de nouvelles connaissances. Ils entraînent par contre des conflits et dans certains cas, lorsque les dégâts sont spectaculaires, une remise en cause de la légitimité des décisions prises en fin de processus.

b. Les TC posent un nouveau défi de gouvernance. La gouvernance touche tous les aspects - scientifiques, économiques, juridiques et politiques - affectant le développement et la fusion des NBIC (Fuller, 2009; Arnaldi, 2008; Kjølberg, 2008; Schmidt, 2007). C'est dans

cette mesure que l'évaluation des TC doit se faire dans un cadre conceptuel large et multidisciplinaire. Ainsi, le défi de la gouvernance consiste à élargir le cercle de la convergence aux sciences humaines et sociales. Kjølberg et al. (2008) n'ont pas tort de déclarer que « si les technologies convergentes et l'amélioration des propriétés de l'homme induite est rédigée en termes biomédicaux, les arguments concernant les impacts indirects sur la société au niveau psychologique peuvent être rendus sans importance ou non scientifiques. Plus subtilement, de tels arguments peuvent être sous représentés si les experts ont jugé pertinent l'expertise dans le domaine biomédical et non dans la psychologie, la sociologie ou l'éthique » (Kjølberg et al., 2008, p. 84).

Par ailleurs, la gouvernance des TC ne concerne pas juste les pays occidentaux. En effet, la diffusion des TC dans les pays en voix de développement, à défaut de démocratie et de droit dans certains cas, se fera sûrement autrement que dans les pays développés. Trois éléments concernant ce sujet sont à prendre en considération (particulièrement dans les pays en développement) : le consentement en termes de développement et de diffusion, l'accès aux TC et la question de la nature humaine (Bennett-Woods, 2006).

c. La gouvernance des TC : pour façonner le récit et la pratique scientifique et technique. Concrètement, nous proposons de décliner la gouvernance des TC sous deux formes. Premièrement, une *gouvernance anticipée* qui prévoit une analyse des visions scientifiques et techniques possibles et/ou envisageables. Indéniablement, les TC suscitent non seulement une nouvelle liberté de choix, mais engendrent aussi des problèmes d'orientation (Malanowski, 2007). La gouvernance anticipée implique une attention particulière de tous les intérêts et les orientations en se concentrant sur la participation des parties prenantes à un stade précoce dans le processus (Giorgi, 2009; Kjølberg, 2008). La gouvernance anticipée concerne directement les discours qui portent sur la pratique scientifique et technique. Deuxièmement, un *modèle d'encadrement* qui concerne le développement actuel et réel des domaines scientifiques et techniques. L'évaluation vise non seulement les particularités techniques, mais surtout la convergence elle-même et les implications qui en résultent. Certains analystes estiment qu'« il est nécessaire de réaffirmer le rôle du principe de précaution » en tant que stratégie d'action (versus réaction) et

« forum » pour inclure les citoyens dans le processus décisionnel de la politique de R&D (Mali, 2010; Malsch, 2008). Vue la dimension globale des TC et le potentiel de transformation qui en résulte (invisible et illimitée), les observateurs insistent sur « une recherche d'accompagnement » qui permet de fixer les priorités en termes de recherche (Malanowski et al., 2007), d'étudier les opportunités et les risques et d'éviter les dérapages et les applications abusives (Hällström, 2008).

5.5 Conclusions générales

5.5.1 Conclusion et apports de la recherche doctorale

Nous avons proposé dans le cadre de cette thèse de doctorat une analyse sociologique du phénomène technique. Plus précisément, l'objectif de notre thèse consistait à mener une réflexion autour des trois approches classiques à partir desquelles est pensé le phénomène technique, c'est-à-dire 1) le déterminisme technique, 2) le déterminisme social et plus récemment 3) la coévolution, pour examiner un domaine spécifique des innovations technologiques, soit celui des technologies convergentes. Nous avons tenté de présenter un cadre théorique large qui trace les théories les plus marquantes du siècle précédent et du début de ce siècle. Notre cadre théorique et conceptuel traduisent une volonté de *contextualiser la structure interne de l'objet technique* et de dépasser la logique de causalité et de déterminisme. C'est dans cette perspective que nous avons estimé que l'analyse du processus d'innovation des TC passe inéluctablement par l'examen des trois dimensions suivantes : objet technique, contexte général et règles d'interaction.

L'approche du déterminisme technique nous livre des éléments théoriques pertinents qui permettent de se questionner sur *le sens intrinsèque des œuvres et des concepts* : la nature des technologies; le changement technologique, l'enchaînement (autonome) des concepts et des domaines; les caractéristiques; l'impact de la technique sur les différentes composantes de la société. Les travaux de Jacques Ellul et de Martin Heidegger sont d'un apport crucial dans l'examen de l'alignement de la société sur les phénomènes techniques.

Aussi, les approches de la sociologie des sciences et des techniques dans leur diversité insistent sur la relation entre les facteurs sociaux et les facteurs épistémologiques (David Bloor). Nous avons emprunté la notion de paradigme à Thomas Kuhn pour situer l'évolution des TC et nous nous sommes interrogés sur une éventuelle rupture annoncée dans l'ensemble de la documentation officielle. Nous avons essayé de comprendre, à partir de notions et de concepts clés, de quelle manière et dans quelle mesure le contenu des connaissances est socialement déterminé : le processus d'innovation est une organisation rassemblant des éléments hétérogènes composés d'*acteurs* et d'*actants*; l'activité scientifique en tant que *négociation sociale* (Latour, Woolgar, Callon); l'évaluation des choix et des orientations techniques; le rôle des acteurs dans ce choix (nous pensons ici au principe de *la flexibilité interprétative* articulé par Bijker, Pinch), etc. L'ensemble de ces travaux a largement inspiré, directement ou indirectement, notre recherche doctorale.

Enfin, l'approche de la coévolution nous a fourni de multiples voix d'analyse qui nous ont permis d'identifier les différentes composantes du processus d'innovation : les facteurs politiques/institutionnels, économiques et sociétaux qui orientent la construction des œuvres techniques ; les mécanismes du pouvoir, les intérêts économiques, les mécanismes du marché, qui influencent l'évolution des choix technologiques (le modèle SST) ; l'étude interdisciplinaire des technologies de l'information (le modèle SI); l'évaluation, sur un fond de démocratie parlementaire, des choix technologiques et l'analyse des effets secondaires potentiels (qu'ils soient bénéfiques ou négatifs) de la technologie en termes d'impacts sur les systèmes et processus sociaux, culturels, politiques, économiques et environnementaux (modèle TA en lien avec le modèle pragmatique de Hbermas) ; la réflexivité et la dualité dans la structuration de la technologie (Orlikowski inspiré par Giddens), etc.

Nous avons tenté d'absorber l'ensemble de ces théories et concepts pour les mobiliser par la suite dans la construction d'un cadre conceptuel original et dans l'analyse des données que nous avons collectées pour les fins de cette recherche doctorale.

Le domaine couvert par notre recherche doctorale est celui des technologies convergentes. Il s'agit de la fusion, peu fortuite, des quatre domaines scientifiques et techniques qui sont les

nano, les bio, les TIC et les sciences cognitives (Roco et Bainbridge, 2002). Pour y parvenir, la méthodologie adoptée est qualitative. Concrètement, nous avons procédé par triangulation des sources et des méthodes : Premièrement, une analyse de contenu de la documentation officielle de référence (NSF, CNRC, CE). Deuxièmement, une méta-analyse de 33 articles scientifiques révisés par des pairs, classés dans les bases de données. Troisièmement, des entrevues semi-dirigées avec des chercheurs, des scientifiques et décideurs politiques et des éthiciens concernés par l'intégration des quatre domaines. Notre échantillon réunit des professeurs universitaires, des directeurs de programmes, des titulaires de chaires de recherche, des responsables de groupes de recherche, des professionnels de la recherche, des techniciens de laboratoire et des gestionnaires des fonds subventionnaires au Québec. Nous avons réalisé 29 entrevues en Europe (Belgique et France) et au Québec.

Il ressort de cette recherche que le processus d'innovation des TC est le produit de certains impératifs physiques³⁰³ et métaphisiques³⁰⁴ qui émergent dans un contexte général extrêmement complexe et dominé par une idéologie utilitariste. Plus spécifiquement, **quatre grandes tendances** sont à mettre en exergue.

Premièrement, **la convergence des domaines scientifiques et techniques** est à la fois une réalité technoscientifique et un récit qui se rapporte aux nouvelles stratégies de communication et de financement du programme de la recherche scientifique. La convergence est une pratique habituelle, qui existait déjà et qui ne portait pas son nom. Les *technologies convergentes* acquièrent désormais une signification particulière qui se rattache à la fusion des quatre domaines nano-bio-info et cognitive.

En outre, même si la convergence ne provoque pas un effondrement des frontières entre les disciplines en question (les avis sont très partagés à ce sujet), plusieurs auteurs (Fuller et Dupuy à titre d'exemple) estiment que le concept de la convergence dépasse la simple idée d'une mise en commun de certains aspects et disciplines. Nous l'avons dit dans la discussion,

³⁰³ La puissance des instruments techniques, les infrastructures, la collaboration entre chercheurs, les ressources économiques et autres.

³⁰⁴ Les visions; le rapport avec la nature; le bouleversement des cadres symboliques et des catégories conceptuelles dans une logique néodarwiniste.

la convergence est aussi un programme organisationnel qui va au-delà de la complémentarité disciplinaire ; il propose « une exploration des points d'articulation entre les savoirs en vue d'une réalisation conjointe ». Cette exploration est rendue possible grâce à la convergence des institutions et des acteurs sous la forme de plusieurs regroupements de chercheurs travaillant sur un même objet, atténuant les distinctions entre les disciplines d'origine.

Deuxièmement, **la transformation de la nature de la technique**. Les TC révèlent des spécificités scientifiques et techniques inédites et un potentiel de transformation exceptionnel. En effet, les scientifiques confirment que la nouvelle vague des sciences et des techniques permet : la diffusion illimitée et l'application invisible, la manipulation de la matière, la synthétisation des produits à l'échelle atomique et la construction de nouveaux matériaux atome par atome. C'est dans cette mesure que la convergence des sciences et des techniques entraîne des bouleversements d'ordre symbolique- des catégories conceptuelles- entre nature/artifice, interne/externe, légales/illégales, etc.

Troisièmement **l'accélération du processus d'invention et d'innovation**. Cette accélération s'inscrit dans un contexte économique très particulier caractérisé par un épuisement du capitalisme industriel et financier. Dans ces circonstances de crise, le changement technoscientifique se présente comme le principal moteur du changement socio-économique. De ce fait, le marché regarde scrupuleusement et de manière très agressive l'évolution de la sphère technoscientifique et tente de récupérer, à tout moment, n'importe quel procédé ou savoir-faire lui permettant d'alimenter son dispositif en court-circuitant continuellement les cadres sociétaux, normatifs et réglementaires. *Cette recherche permanente de l'invention et de l'innovation n'est pas sans effet sur la trajectoire du processus d'invention et d'innovation et sur le fonctionnement interne de la sphère technoscientifique* (orientation et nature de la recherche, comportement des scientifiques, collaboration entre les acteurs, rythme de production des connaissances, travail d'expertise, etc.).

L'utilitarisme économique du modèle technoscientifique. La prédominance de la conception économique dans le régime actuel de production des connaissances nous amène à constater, et c'est le cas de le dire, *un double déterminisme techno-économique qui*

s'interalimente ; 1-la technoscience est le principal moteur du développement économique (l'ère de l'innovation permanente); 2-une recherche scientifique ne peut être jugée positivement, et donc exister, que si elle a un impact économique. Autrement dit, le régime scientifique actuel s'aligne, en grande partie, sur une logique de rentabilité économique et de compétitivité. Nous insistons sur le fait que ce double déterminisme techno-économique n'est aucunement détaché de la dynamique sociale. Au contraire, le nouveau régime technoscientifique traduit les rapports sociaux et l'éthos en vigueur dans des sociétés contemporaines.

5.5.2 Limites de la recherche doctorale

Au chapitre théorique- Nous l'avons énoncé en préambule, nous affirmons la prédominance de l'analyse sociologique dans le cadre de notre thèse doctorale. Nous sommes conscients qu'une analyse sociologique ne permet pas de cerner la complexité de la question et donc d'y répondre de manière étoffée. De ce fait, nous attestons que le cadre théorique doit être complété par des analyses économiques, politiques, philosophiques, etc., afin de comprendre l'évolution, les enjeux et les implications des TC.

Au chapitre conceptuel- Le discours sur les TC est relativement récent. Contrairement à d'autres phénomènes techniques³⁰⁵, les NBIC ne constituent pas un sujet d'étude récurrent et réfèrent autour duquel la littérature savante a pu construire un socle argumentaire et développer des postures intellectuelles. Autrement dit, les TC, en tant qu'objet d'étude, ne bénéficient pas d'antécédents théoriques sur lesquels nous pouvons se baser pour fonder notre analyse. C'est dans cette mesure que nous avons rencontré des difficultés d'ordre conceptuel qui s'avèrent en fin de compte une forme de défi que nous avons tenté de relever.

Au chapitre méthodologique- Nous avons proposé d'explorer dans la présente thèse la problématique de la convergence à partir des discours et des récits. Malgré leur franchise, nous estimons que la consultation des scientifiques, qui sont à la fois juge et partie, peut être

³⁰⁵ Internet, la machine à vapeur ou l'imprimerie pour reprendre les exemples les plus cités. À ce sujet, voir les travaux de Sfez (2002, p.p. 37, 38)

un préjudice à la qualité et la nature des informations collectées. En outre, il n'est pas sans intérêts de rappeler que, dans le cadre de ce projet, les protagonistes des sphères économique et sociale n'ont pas été interviewés. En effet, la recherche ne donne pas la parole aux citoyens-publics, aux membres de la société civile, aux militants, etc. Aussi, nous n'avons pas eu l'occasion de rencontrer les partenaires économiques (physique ou moral) qui sont responsables du développement et de la commercialisation des TC. Il serait, sans aucun doute, intéressant de connaître leur point de vue.

Au chapitre analytique- Nous estimons qu'il existe une difficulté analytique et empirique à appréhender le processus d'innovation des TC et spécifiquement les implications générales et celles en milieu du travail. Cette difficulté est due à l'originalité et la nouveauté de la problématique.

Par ailleurs, dans la description et l'analyse des données, nous avons mis de côté les différences qui peuvent exister entre les chercheurs européens et ceux québécois. Une analyse comparative révélera, sans aucun doute, des discordances entre les deux systèmes technoscientifiques (et entre les deux cultures) qui influencent d'une manière ou d'une autre l'évolution des TC.

5.5.3 Pistes de recherche futures

D'un point de vue conceptuel, une étroite collaboration entre la sociologie des sciences et des techniques (axée principalement sur les contextes) et la philosophie des sciences (orientée davantage vers la structure intrinsèque des œuvres scientifiques et techniques)³⁰⁶ est indispensable pour une compréhension profonde des problématiques semblables à celles posées dans le cadre de notre thèse. Le programme d'analyse que nous propose la sociologie des sciences et des techniques est trop restreint. Nous suggérons donc la convergence des deux disciplines - sociologique et philosophique - pour analyser l'évolution des domaines techniques et scientifiques.

³⁰⁶ J'ajouterais aussi l'histoire des sciences.

Nous l'avons mentionné dans la rubrique *les limites de la recherche doctorale*, la présente recherche souffre d'un manque au niveau des données. En effet, les protagonistes de la sphère économique sont les grands absents de cette étude et ceci n'est pas sans influencer l'impartialité du jugement. Il nous semble important de donner la parole aux instances responsables du financement et à la production des connaissances scientifiques et techniques et de confronter les points de vue des différents acteurs notamment ceux des industries et ceux des chercheurs-scientifiques.

Par ailleurs, l'examen des implications des TC en milieu du travail s'inscrit en bonne partie dans une logique prospective. Il serait important de procéder à une étude des implications en milieu organisationnel et ce sur la base d'observations directes et d'entretiens avec les personnes concernées.

Pour finir, nous souhaitons souligner le fait que notre domaine de recherche, les TC, est en plein essor et que très peu d'études se sont intéressées à cette problématique de recherche. À notre connaissance, il n'existe, aujourd'hui, qu'une seule recherche doctorale, dans le monde francophone, qui s'est penchée sur le phénomène technique que sont les TC³⁰⁷. Par contre, les dernières années, et après avoir amorcé ce projet doctoral, nous avons constaté un engouement de plus en plus important de la part de la communauté scientifique et particulièrement de la part de la sociologie des sciences et des techniques à l'égard de ce domaine³⁰⁸. Cette effervescence autour des TC conforte notre intuition-avis dans la mesure où nous sommes persuadés que la convergence des sciences et des techniques occupera une place de premier plan dans les futurs travaux de la sociologie des sciences et des techniques.

³⁰⁷ Chifflet, S. (2005). *Convergence NBIC : vers une nouvelle cosmogonie*, Centre de Recherche sur l'Imaginaire (CRI).

³⁰⁸ L'ouvrage le plus récent est celui de Miège, B., Vinck, D. (2012). *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*, Éditions des archives contemporaines, Paris.

ANNEXES 1

GRILLE D'ENTREVUE

GRILLE D'ENTREVUE

ANALYSE SOCIOTECHNIQUE DU PROCESSUS D'INNOVATION DES TECHNOLOGIES CONVERGENTES (TC)

Établissement :.....
Nom :.....
Date :.....
Heure (début et fin de l'entrevue) :.....

I. Description générale

1. Quel est votre poste ? Quelles y sont vos implications ?
2. Depuis combien de temps l'occupez-vous ?
3. Avez-vous occupé d'autres postes dans cet établissement (ou laboratoire) ? Dans d'autres établissements (ou laboratoires) ?

II. La structure interne de l'objet technique influence le processus d'innovation des TC

1. Le concept de « convergence » est loin d'être nouveau. En effet, la fusion de deux ou plusieurs domaines scientifiques est une pratique courante. En quoi la convergence des NBIC est-elle particulière ? Pourquoi existe-t-il un « engouement » ou une « fascination » autour de cette convergence ?
2. Quelles sont les particularités des différents domaines qui constituent les TC (nano-bio-info-cognition, NBIC) ? Pouvez-vous apporter quelques clarifications à ce niveau ? Quels domaines sont touchés ?
3. Les nanotechnologies sont au centre de la convergence. Pourquoi le sont-elles ? Les nanotechnologies rendent-elles possible cette convergence ? La convergence est-elle possible sans les nanotechnologies ?
4. Il semble que *le microscope à effet tunnel* (1981) a rendu cette nouvelle technique possible (Manipulation de la matière, Changement des propriétés). Comment cela s'est-il produit ? Pourquoi ? À partir de quel moment ?

III. Le contexte général et les règles d'interaction influencent le processus d'innovation TC

CONTEXTE TECHNIQUE

1. Brooks, directeur du laboratoire d'intelligence artificielle du MIT déclarait en 2005 que « d'ici trente ans nous en arriverons à un contrôle si raffiné de la génétique des systèmes vivants qu'à la place de faire repousser un arbre ou de le couper pour fabriquer une table, nous finirons par être capables de faire pousser la table... ». Au delà des propos provocateurs de *Brooks*, sommes-nous en train de vivre une révolution scientifique ? Un changement de paradigme ? Comment en sommes-nous arrivés à cette étape de progrès ?
2. La nature de la technique a changé, peut-on dire qu'elle devient plus intrusive ? (effacement de la frontière entre corps et technique, proximité technique et vivant ?)

CONTEXTE POLITIQUE

1. Le développement technique s'est accéléré, est-il plus rapide que le rythme du processus décisionnel ? (Question de transition vers la thématique « contexte sociopolitique »)
2. Le processus d'évolution des technologies est-il beaucoup plus rapide que le processus de décision ? Les hommes politiques sont-ils dépassés par le processus d'évolution des sciences et des techniques ?
3. Pourquoi les politiciens éprouvent-ils des difficultés à s'emparer de ce domaine ? Pourquoi les scientifiques ne se mêlent-ils pas de politique ?
4. Les scientifiques font-ils preuve de transparence dans leur processus de décisions ? Comment alors créer les conditions pour que les acteurs concernés puissent agir ? Devrait-on en faire un débat public, instaurer une démocratie participative ?
5. Selon vous, comment développer une structure d'encadrement de la recherche sur les technologies convergentes ; normalisation technique, cadre juridique, code de bonne conduite, etc. ? Comment peut-on réglementer ?? Comment organiserait-on l'étiquetage ?

CONTEXTE ÉCONOMIQUE

1. La *National Science Foundation* (NSF, 2002) estime que la nanotechnologie aura conquis un marché de 1 trillion de dollars d'ici 2011 à 2012. Par ailleurs, le rapport de la commission européenne (conférence, 2005) annonce que le marché des nanotechnologies représentera mille milliards de dollars d'ici 2015. Il est donc évident que les enjeux économiques s'avèrent colossaux dans un contexte de crise, d'essoufflement de l'Occident. Cela pourrait-il avoir un impact sur le processus décisionnel socio-politico-industriel ?
2. Les intérêts économiques seraient-ils mis en avant au détriment du débat politique et social ?

3. Pouvons-nous dire que le développement actuel des technologies convergentes s'aligne sur la seule logique de rentabilité économique, de compétitivité et de mondialisations des échanges ?

CONTEXTE SOCIAL

1. Le public, le citoyen « moyen » ne connaît pas les technologies convergentes (ni les nanotechnologies) quoique ces nouvelles technologies ne fassent plus partie du domaine de la science fiction. Pourquoi existe-t-il encore une distance entre progrès scientifique-technique et société ? Ne s'agit-il pas d'un vrai débat de société ? Les nanotechnologies touchent tous les domaines, pourquoi les citoyens ne connaissent-ils pas l'existence de celles-ci ?
2. Comment transformer les technologies convergentes en affaire publique ? (perspectives, visions et objectifs). Quels sont les instruments à mettre en place pour que la gouvernance des TC puisse être portée par des acteurs pluralistes ? Comment faire des nanotechnologies une affaire publique ?
3. La complexité n'est pas seulement dans la science, l'est-elle aussi dans l'interaction science-société ? Les chercheurs doivent-ils l'expliquer dans un langage simple et compréhensif ? Les scientifiques se sont-ils piégés/réfugiés dans leur cote d'ivoire ?
4. Comment organiser une discussion publique pour savoir si on a les moyens de contrôler et de gouverner de manière utile et constructive ? Comment s'organise-t-on collectivement pour faire le tri de ces nouvelles technologies ? Comment peut-on s'orienter collectivement afin de diriger cet effort d'innovation vers nos besoins ? Comment la société peut-elle régler les nouvelles technologies ?

IV. Les enjeux et les implications des TC

1. Des questions sociales se posent (place de la technique, dimension spatio-temporelle), éthiques (la nature humaine, transformation de l'être humain et de la nature) et légales (dignité humaine, droit à la vie privée, respect de la vie humaine). Sont-elles légitimes ? Faut-il réviser, actualiser notre logique sociale, éthique et légale ?
2. Possède-t-on suffisamment d'information sur les risques technologiques, sur les personnes qui fabriquent cette technique et sur les gens qui l'utilisent ? L'humanité a déjà eu des mauvaises expériences (l'amiante à titre d'exemple), les risques dans le cas des TC ne sont-ils pas considérables, plus lourds ? La démarche constructiviste (apprendre à travers l'application) n'est-elle pas trop dangereuse puisqu'on parle de risques irréversibles ?

MERCI DE VOTRE COLLABORATION !

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alsène, Éric. 1990. «Les impacts de la technologie sur l'organisation». *sociologie du travail*, vol. 3, p. 321-337.
- Arendt, Hannah. 2005. *Condition de l'homme moderne : premier chapitre : la condition humaine*, 2e éd. Paris: Nathan, 117 p.
- Baudrillard, Jean. 1990. *La transparence du mal : essai sur les phénomènes extrêmes*. Coll. «L'Espace critique». Paris: Galilée, 179 p. p.
- Bayle, François, et R. Scheps. 1994. *L'Empire des techniques*. Coll. «Points. Sciences ;», no S103. [Paris]: Éditions du Seuil, 251 p. p.
- Benoit-Browaey, Dorothée. 2009. *Le meilleur des nanomondes*. Paris: Buchet-Chastel, 263 p.
- Bensaude-Vincent, Bernadette. 2009. *Les vertiges de la technoscience : façonner le monde atome par atome*. Paris: La Découverte, 223 p.
- Bernard, Claude. 1966. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale chronologie et pref. par francois dagognet*. Coll. «Garnier Flammarion (Collection)». Paris: Garnier-Flammarion, 318 pages p.
- Bernold, Thomas (2004). Technologies convergentes- Pour une Europe plurielle. Rapport de la conférence. Bruxelles: 34 p
- Bloor, David. «Anti-Latour». *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 30 no 1, p. 81-112.
- , 1982. *Socio/logie de la logique : ou, Les limites de l'épistémologie*. Coll. «Collection Pandore,», no no 2. Paris: Pandore, 190 p. p.
- Bouchard, Raymond (2003). Bio-Systemics Synthesis- Science and Technology Foresight Pilot Project. Conseil National de Recherches Canada (CNRC). Canada. 4: 92 p
- Boudon, Raymond, Maurice Clavelin et Université de Paris IV : Paris-Sorbonne. 1994. *Le Relativisme est-il résistant? : regards sur la sociologie des sciences*. Coll. «Sociologies». Paris: Presses universitaires de France, 324 p. p.

- Briatte, François. 2007. «Entretien avec David Bloor : Faut-il avoir peur du relativisme?». *Revue de sciences humaines*, no 12, p. 215-228.
- Busino, Giovanni. 1998. *Sociologies sic des sciences et des techniques*, 1re éd. Coll. «Que sais-je? ; 3375». Paris: Presses universitaires de France, 127 p.
- Callon, Michel «Défense et illustration des recherches sur la science». *ALLIAGE*, no 35-36.
- Camus, Albert. 1985. *Le mythe de Sisyphe : essai sur l'absurde*. Paris: Gallimard, 187 p. p.
- Castells, Manuel. 1998. *L'ère de l'information*. Paris: A. Fayard, v. p.
- Castoriadis, Cornelius. 1992. «Technique». *Encyclopædia Universalis*, vol. t22, p. 125.
- Chanarron, Jean-Jacques., Perrin, Jacques. 1986. «Science, technologie et modes d'organisation du travail». *sociologie du travail*, vol. Jan 86, no 1, p. 23-40
- Chhatbar, Arvind, et Conseil national de recherches Canada. 2003. *Rapport de la VIIIe table ronde : convergence des technologies et développement de marchés pour de nouveaux produits : changement climatique, santé et sécurité*. Ottawa: Conseil national de recherches Canada, iv, 102, 186, iii p.
- Claessens, Michel. 1998. *La technique contre la démocratie essai*. Coll. «Histoire immédiate». Paris: Éditions du Seuil, 211 p.
- Cornu, Jean-Michel. 2008. *Nouvelles technologies, nouvelles pensées?* Limoges, France: FYP éditions, 336 p.
- Crozier, Michel, et Erhard Friedberg. 1977. *L'acteur et le système les contraintes de l'action collective*. Coll. «Points». Paris: Éditions du Seuil, 500 p.
- Cyert, Richard Michael, et James G. March. 1992. *A behavioral theory of the firm*, 2nd ed. Coll. «Business». Cambridge, Mass.: B. Blackwell, 252 p.
- Drucker, Peter Ferdinand. 1993. *Au-delà du capitalisme la métamorphose de cette fin de siècle*. Paris: Dunod, 240 p.
- Druet, Pierre Philippe, Georges Thill et Peter Kemp. 1980. *Technologies et sociétés : essai*. Coll. «Rc». Paris: Galilee, 205 pages. p.
- Dubois, Michel. 1999. *Introduction à la sociologie des sciences et des connaissances scientifiques*. Coll. «Collection Premier cycle». Paris: Presses universitaires de France, ix, 321 p.
- , 2001. *La nouvelle sociologie des sciences*, 1re éd. Coll. «Sociologies». Paris: Presses universitaires de France, 256 p.

- Dupuy, Jean-Pierre. 2000. *Les savants croient-ils en leurs théories ? : une lecture philosophique de l'histoire des sciences cognitives*. Coll. «Sciences en questions,». Paris: Institut national de la recherche agronomique, 133 p.
- , 2004. *Pour un catastrophisme éclairé : quand l'impossible est certain*, Éd. 2004. Coll. «Points. Essais ; 517». Paris: Éditions du Seuil, 214 p.
- Ellul, Jacques. 1990. *La technique ou L'enjeu du siècle*. Coll. «Classiques des sciences sociales». Paris: Économica, vi, 423 p.
- , 2004. *Le bluff technologique*, Éd. 2004 . Paris: Hachette Littératures, 748 p.
- , 2004. *Le système technicien*. Paris: Le Cherche midi, 337 p.
- , 2004. *L'illusion politique*. Paris: La Table ronde, 362 p.
- Erbès-Seguin, Sabine. 2004. *La sociologie du travail*, Nouv. éd. Coll. «Collection Repères ; 257». Paris: la Découverte, 117 p.
- européennes, Commission des communautés (2001). *Le Livre Blanc sur la gouvernance de l'Union européenne*. Bruxelles: 40 p
- Flichy, Patrice. 2003. *L'innovation technique : récents développements en sciences sociales : vers une nouvelle théorie de l'innovation*. Coll. «Sciences et société». Paris: Éditions La Découverte, 250 p.
- Gaffet, Eric (2008). *Les nanomatériaux : sécurité au travail*. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. France. Juillet 2008: 239 p
- Giddens, Anthony. 1987. *La constitution de la société : éléments de la théorie de la structuration*. Coll. «Sociologies». Paris: Presses universitaires de France, 474 p. p.
- Habermas, Jürgen. 1990. *La technique et la science comme "ideologie"*. Paris: Gallimard, xlix, 211 p. p.
- Hayek, Friedrich A. von, et Raymond Barre. 1953. *Scientisme et sciences sociales : essai sur le mauvais usage de la raison*. Coll. «Recherches en sciences humaines ;», no 2. Paris: Plon, 159 p. p.
- Heidegger, Martin. 1966. *Questions*. Paris: Gallimard p.
- , 1967. *Qu'appelle-t-on penser?* , 2e éd. Coll. «Épiméthée». Paris: Presses universitaires de France, 262 p. p.
- , 2004. *Essais et conférences*. Paris: Gallimard, xv, 349 p.

- Hottois, Gilbert. 1984. *Le signe et la technique la philosophie a l'épreuve de la technique*. Coll. «L'invention philosophique». Paris: Aubier, 222 p.
- , 2006. «La technoscience : de l'origine du mot à ses usages actuels». *Recherche en soins infirmiers*, vol. Sep 2006, no 86, p. p. 23-32.
- Kalika, Michel 2000. «Le management est mort, vive le e-management ». *Revue Française de Gestion*, vol. , no 129, p. 68-74.
- Kuhn, Thomas S. 1983. *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion, 284 p.
- Lafontaine, Céline, Daphné Esphné Sada, Mathieu Noury et Sébastien Richard. 2010. *Nanotechnologies et société : enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*. Montréal: Boréal, 153 p.
- Latouche, Serge, et Jacques Ellul. 1995. *La mégamachine : raison technoscientifique, raison économique et mythe du progrès : essais à la mémoire de Jacques Ellul*. Coll. «Collection "Recherches". Série "Bibliothèque du M.A.U.S.S."». Paris: Éditions La Découverte/M.A.U.S.S., 243 p. p.
- Latour, Bruno, et Steve Woolgar. 1988. *La vie de laboratoire la production des faits scientifiques*. Coll. «Sciences et société». Paris: La Découverte, 299 , [298] de planches p.
- Lecourt, Dominique. 2003. *Humain, posthumain : la technique et la vie*, 1re éd. Coll. «Science, histoire et société,». Paris: Presses universitaires de France, 146 p.
- Leydesdorff , Loet., Etzkowitz, Etkowitz. 2000. «Le « Mode 2 » et la globalisation des systèmes d'innovation « nationaux » : le modèle à triple hélice des relations entre université, industrie et gouvernement». *Sociologie et sociétés*, vol. 32, no 1, p. 135-156.
- Lobet-Maris, Claire., Kusters, Benoit. 1992. «Technology Assessment : un concept et des pratiques en évolution». *TIS*, vol. 4, no 4, p. 435-455.
- March, James G., et Herbert A. Simon. 1971. *Les organisations trad.par J.C.Rouchy et G.Prunier.Pref.de M.Crozier.2e ed*. Coll. «Organisation et sciences humaines 3». Paris: Dunod, 253 pages p.
- Marcuse, Herbert. 1968. *L'homme unidimensionnel; essai sur l'idéologie de la société industrielle avancée*. Coll. «Arguments,», no 34. [Paris]: Editions de Minuit, 281p. p.
- Marx, Karl. 2002. *Misère de la philosophie*. Coll. «Petite bibliothèque Payot ; 294». Paris: Payot & Rivages, 254 p.

- Massie, Jean-Marc 1993. «Société et nouvelles technologies de l'information et de la communication : pour une indétermination sociotechnique». *TIS*, vol. 5, no 3, p. 237-273.
- Miège, Bernard, et Dominique Vinck. 2012. *Les masques de la convergence : enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Paris: Éditions des archives contemporaines, 396 p.
- Moatti, Jean-Paul 1989. *Des sociétés vulnérables*: p.
- Morin, Edgar. 2005. *Introduction à la pensée complexe*, [Nouv. éd.]. [Paris]: Seuil, 158 p. p.
- . 2008. *La méthode*, Nouv. éd. . Paris: Seuil, 6 t. en 2 v. (2462) p.
- Muhlmann, David. 2001. «Des nouvelles technologies à l'image des vieilles organisations». *sociologie du travail*, vol. 43, p. 327-347.
- Mumford, Lewis. 1950. *Technique et civilisation*. Coll. «La Cité prochaine». Paris: Éditions du Seuil, 414 pages p.
- Nonaka, Ikujiro, Hirotaka Takeuchi et Marc Ingham. 1997. *La connaissance créatrice : la dynamique de l'entreprise apprenante*. Bruxelles: De Boeck, xiv, 303 p. p.
- Nordmann, Alfred (2004). *Technologies convergentes- façonner l'avenir des sociétés européennes*. Commission européenne. Luxembourg: 63 p
- Nowotny, Helga, Peter Scott et Michael Gibbons. 2003. *Repenser la science : savoir et société à l'ère de l'incertitude*. Paris: Belin, 319 p.
- OCDE (1996). *Technologie, productivité et création d'emplois*. Manuel d'OSLO: 24 p
- Orlikowski, Wanda J. 1992. «Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations.». *Organization Science*, vol. 3, no 3, p. 398-427.
- Ostiguy, Claude, et Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. 2006. *Les nanoparticules connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en santé et en sécurité du travail : rapport*. Montréal: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail p. En ligne. <<http://accesbib.uqam.ca/cgi-bin/bduqam/transit.pl?&noMan=25125629>>.
- Paillé, Pierre, et Alex Mucchielli. 2003. *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Coll. «Collection U». Paris: A. Colin, 211 p.
- Paulré, Bernard 1993. «L'entreprise et les pièges de la modernité : dysfonctionnements de la communication dans les entreprises contemporaines». *Quaderni*, vol. Prin 1993, no 20, p. 35-44.

- Perrin, Jacques. 1988. *Comment naissent les techniques la production sociale des techniques*. Coll. «Manuels 2000». Paris: Publisud, 181 p.
- Pestre, Dominique. 2003. *Science, argent et politique : un essai d'interprétation*. Coll. «Sciences en questions». Paris: Institut national de la recherche agronomique, 201 p.
- Pinch, Trevor J., Bijker, Wiebe E. «The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other». *Social Studies of Science*, vol. August 1984, no 14, p. 399-441.
- Pinsonneault, Alain., Bourret, Andre., Rivard, Suzanne. 1993. «L'impact des technologies de l'information sur les taches des cadres intermediaires: une etude empirique des benefices de l'informatisation». *TIS*, vol. 5, no 3, p. 301-328.
- Porquet, Jean-Luc. 2012. *Jacques Ellul : l'homme qui avait (presque) tout prévu*. Paris: Cherche-Midi, 360 p.
- Québec (Province). Commission de l'éthique de la science et de la technologie., Emmanuelle Trottier, Diane Duquet et Marco Blouin. 2006. *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir : avis*. Québec: Commission de l'éthique, de la science et de la technologie, xxviii, 121 p. p. En ligne. <<http://www.ethique.gouv.qc.ca/Ethique-et-nanotechnologies-se.html#documents>>.
- Reich, Robert B. 1991. *The work of nations preparing ourselves for 21st century capitalism*. New York: A. A. Knopf, xii, 331 p.
- Roco, Mihail C., et William Sims Bainbridge. 2002. «Converging technologies for improving human performance: Integrating from the nanoscale». *Journal of Nanoparticle Research*, no 4, p. 281-295.
- , 2003. *Converging technologies for improving human performance : nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Dordrecht ; Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers, xiii, 467 p.
- Roqueplo, Philippe. 1983. *Penser la technique pour une democratie concrete*. Coll. «Science ouverte». Paris: Éditions du Seuil, 248 p.
- Sainsaulieu, Renaud. 1987. *Sociologie de l'organisation et de l'entreprise*. Coll. «Collection "Amphithéâtre"». Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques Dalloz, 390 p.
- Salerni, Dario 1979. «Le pouvoir hiérarchique de la technique». *sociologie du travail*, vol. Jan 1979, no 1, p. 14-18.
- Salomon, Jean-Jacques. 1992. *Le destin technologique*. Paris: Balland, 330 p. p.

- Séris, Jean-Pierre. 1994. *La technique*. Coll. «Les Grandes questions de la philosophie». Paris: Presses universitaires de France, 414 p.
- Sfez, Lucien. 2002. *Technique et idéologie : un enjeu de pouvoir*. Paris: Éditions du Seuil, 323 p.
- Simon, Herbert Alexander. 1974. *La science des systèmes : science de l'artificiel*. Paris: Epi, 159p. p.
- Strauss, Anselm L., et Juliet M. Corbin. 1998. *Basics of qualitative research : techniques and procedures for developing grounded theory*, 2nd. Thousand Oaks, Calif.: Sage, xiii, 312 p.
- Valenduc, Gérard. 2000. « Un renouveau du technology assessment en Europe». *la lettre EMERIT*, no 24.
- , 2005. *La technologie, un jeu de société : au-delà du déterminisme technologique et du constructivisme social*. Coll. «Collection "Sciences & enjeux" ; 5». Louvain-la-Neuve: Academia-Bruylant, 251 p.
- , 2006. «les enjeux sociétaux des technologies convergentes». *la lettre EMERIT*, no 48.
- Velz, Pierre., Zarifian, Philippe. 1993. «Vers de nouveaux modèles d'organisation». *sociologie du travail*, vol. 1, p. 3-25.
- Vinck, Dominique. 2007. *Sciences et société : sociologie du travail scientifique*. Paris: Armand Colin, 302 p.
- , 2009. *Les nanotechnologies*. Paris: Le Cavalier bleu, 127 p.
- Weber, Max. 2002. *Le savant et le politique*, Nouv. éd. Paris: 10-18 : Plon, 221 p.

LISTE DES ARTICLES SÉLECTIONNÉS³⁰⁹

- 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, 87-87-94.
- AVENEI, E., FAVIER, A. V., MANGEMATIN, V. & RIEU, C. 2007. Diversification and hybridization in firm knowledge bases in nanotechnologies. *Research Policy*, 36, 864.
- BAINBRIDGE, W. 2006. Cyberimmortality: Science, Religion, and the Battle to Save Our Souls. *The Futurist*, 40, 25-25-29.
- BECKERT, B., BLUMEL, C. & FRIEDEWALD, M. 2007. VISIONS AND REALITIES IN CONVERGING TECHNOLOGIES. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20, 375-375-394.
- BENNETT-WOODS, D. 2006. Nanotechnology in Medicine: Implications of converging technologies on humanity. *Development*, 49, 54-54-59.
- BOCIURKIW, M. 2008. Put on Your Bunny Ears, Take Your TV around the Block: Old and New Discourses of Gender and Nation in Mobile, Digital, and HDTV. *Canadian Journal of Communication*, 33, 537-537-544.
- DRUMMOND, W. J. & FRENCH, S. P. 2008. The Future of GIS in Planning: Converging Technologies and Diverging Interests. *American Planning Association. Journal of the American Planning Association*, 74, 161-161-174.
- FERRARI, A. 2008. Is it all about human nature? Ethical challenges of converging technologies beyond a polarized debate. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 21, 1-1-24.
- FULLER, S. 2009. Knowledge politics and new converging technologies: a social epistemological perspective. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 22, 7-7-34.
- GIORGI, L. 2009. Converging technologies - what future? The views of the science and policy communities. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*, 22, 427-442.
- GIORGI, L. & LUCE, J. 2007. CONVERGING SCIENCE AND TECHNOLOGIES. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*, 20, 307-311.
- GRUNWALD, A. 2007. Converging technologies: Visions, increased contingencies of the *conditio humana*, and search for orientation. *Futures*, 39, 380-380.
- HÄLLSTRÖM, N. 2008. What Next? Climate change, technology and development. *Development*, 51, 375-375-381.
- HUGHES, J. J. 2007. The struggle for a smarter world. *Futures*, 39, 942.

³⁰⁹ Les articles sélectionnés sont largement cités dans le cadre de notre article et donc naturellement considérés comme partie intégrantes de notre bibliographie.

- HUNYADI, M. 2010. The Imagination in Charge. *Nanoethics*, 4, 199-199-204.
- KJØLBERG, K., DELGADO-RAMOS, G. C., WICKSON, F. & STRAND, R. 2008. Models of governance for converging technologies. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20, 83.
- LAURENT, B. 2007. DIVERGING CON VERGENCES: Competing meanings of nanotechnology and converging technologies in a local context. *Innovation*, 20, 343.
- LOVERIDGE, D., DEWICK, P. & RANGLES, S. 2008. Converging technologies at the nanoscale: The making of a new world? *Technology Analysis & Strategic Management*, 20, 29.
- LOW, B. & JOHNSTON, W. J. 2009. The evolution of network positions in emerging and converging technologies. *The Journal of Business & Industrial Marketing*, 24, 431-431-438.
- LUCE, J. & GIORGI, L. 2009. Knowledge politics and converging technologies. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*, 22, 1-5.
- MALANOWSKI, N. & COMPANO, R. 2007. Combining ICT and Cognitive Science: Opportunities and Risks. *Foresight*, 9, 18-18-29.
- MALI, F. 2009. Bringing converging technologies closer to civil society: the role of the precautionary principle. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 22, 53-53-75.
- MALSCH, I. 2008. Which research in converging technologies should taxpayers fund? Exploring societal aspects. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20, 137.
- MERRITT, K. 2002. Data Warehousing and the Internet: Converging Technologies. *Journal of Internet Commerce*, 1, 49.
- RINGLAND, G. 2005. Using scenarios to create common understanding across different cultures. *Strategy & Leadership*, 33, 34-34-38.
- SAAGE, R. 2007. Politics and Converging Technologies in the United States. *Leviathan: Zeitschrift für Sozialwissenschaft*, 35, 540-540-559.
- SCHMIDT, J. C. 2007. KNOWLEDGE POLITICS OF INTERDISCIPLINARITY. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20, 313-313-328.
- SCHMIDT, J. C. 2008. Tracing interdisciplinarity of converging technologies at the nanoscale: A critical analysis of recent nanotechnosciences. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20, 45.
- SELGELID, M. J. 2009. Dual-Use Research Codes of Conduct: Lessons from the Life Sciences. *Nanoethics*, 3, 175-175-183.
- STANKIEWICZ, P. 2009. The role of risks and uncertainties in technological conflicts: three strategies of constructing ignorance. *Innovation*, 22, 105.
- SWIERSTRA, T., BOENINK, M., WALHOUT, B. & VAN EST, R. 2009a. Converging Technologies, Shifting Boundaries. *Nanoethics*, 3, 213-213-216.
- SWIERSTRA, T., VAN EST, R. & BOENINK, M. 2009b. Taking Care of the Symbolic Order. How Converging Technologies Challenge our Concepts. *Nanoethics*, 3, 269-269-280.
- WOLBRING, G. 2008. Why NBIC? Why human performance enhancement? *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 21, 25-25-40.