

Nanotechnologies et société

Christian Papilloud
CERReV – Université de Caen Basse-Normandie
christian.papilloud@unicaen.fr

La miniaturisation est devenu au XX^e siècle un des enjeux majeurs du développement techno-scientifique¹. En mathématique et dans le domaine de l'ingénierie informatique par exemple, des personnalités de premier plan tels que le directeur du MIT Vannevar Bush, le mathématicien John von Neuman ou le spécialiste en acoustique Jack Licklider pensent que la miniaturisation des calculateurs et le passage de l'analogique au digital permettraient une meilleure gestion de l'information scientifique susceptible de favoriser le progrès de la science. A quelques années de là, en 1959, le physicien Richard Feynman rédige un texte qui deviendra populaire : *Plenty of Room at the Bottom*. Feynman y étend l'idée de miniaturisation non seulement aux instruments scientifiques, mais à tout ce qui peut exister, matériaux, végétaux, produits de consommation. Le futur prix Nobel se prend à imaginer qu'il serait possible de changer la structure atomique de la matière, d'inscrire tous les ouvrages de la bibliothèque du Congrès américain sur une tête d'épingle, et surtout d'unifier les différents domaines des sciences sur une base méthodologique commune. Souvent tenu à tort pour le père fondateur de la nanotechnologie, le texte de Feynman aura longtemps inspiré les scientifiques partis explorer l'infiniment petit. Néanmoins, il faut attendre l'invention du microscope électronique dans les années 1980 pour que commence vraiment l'exploration de ce monde d'en bas dont, si l'on se souvient des propos de Eric Drechsler à ce moment là, on doit attendre une révolution non seulement scientifique, mais également sociale, politique et économique. Que sont donc les nanotechnologies ?

Les nanotechnologies ne sont pas de nouveaux objets technologiques mais des technologies conventionnelles et des procédés de fabrication miniaturisés au milliardième de mètre, c'est-à-dire à la taille d'une molécule.

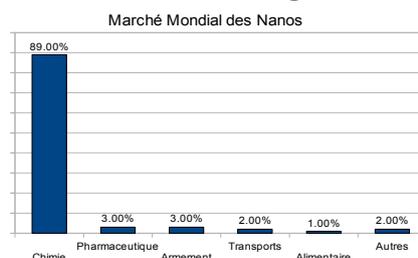
¹ Cette conférence donne un bref exposé de certains résultats tirés de l'ouvrage du même auteur *Gouverner l'infiniment petit. Les nanotechnologies à Grenoble et Hamburg* paru en 2010 aux éditions l'Harmattan



Théoriquement, on peut les développer pour n'importe quel support matériel qui deviennent autant de plates-formes d'accueil et de cumul de technologies imperceptibles. L'exploration de l'échelle nanométrique révèle également qu'ainsi miniaturisés, certains matériaux peuvent déclarer des propriétés que l'on n'explique pas à l'aide des lois physico-chimiques connues. Il s'agit alors de comprendre comment maîtriser ces propriétés dans le but de les exploiter à des fins industrielles ou commerciales. En théorie, les nanotechnologies sont donc susceptibles d'introduire des innovations de procédés et de produits, c'est-à-dire d'améliorer les produits existant ou de délivrer des produits aux nouvelles fonctionnalités pouvant multiplier leur complémentarité avec des supports ou d'autres produits existants. Par exemple, le carbone réduit à l'échelle moléculaire permet d'obtenir un matériau extrêmement solide et très léger que l'on envisage d'utiliser dans l'industrie des semi-conducteurs à la place du silicium, mais également dans certains médicaments ou dans des biens de consommation électroniques. Enfin, on parle de nanoparticules plutôt que de nanotechnologies lorsque l'on modifie en laboratoire des particules présentes dans l'environnement naturel pour en tirer de nouvelles fonctionnalités. Actuellement, le marché mondial des nanotechnologies est porté par l'industrie chimique, l'industrie pharmaceutique représentant un marché émergent susceptible de croître rapidement dans les années à venir. Quelques 800 nanoproduits sont présents sur le marché de la consommation grand public dont voici quelques exemples.



Quelques produits de consommation contenant des nanotechnologies



dioxyde de titane : crèmes solaires et cosmétiques

poudres à base d'aérosil : pneus, produits pour sols, produits de vaisselle, savons, lunettes de soleil

nanoparticules d'argent : chaussettes et bandages médicaux

La littérature sur les nanotechnologies croît constamment depuis la fin des années 1990. Elle déborde le seul champ des sciences de l'ingénieur, des sciences naturelles et de la physique. Elle se caractérise par une ambivalence. La nouvelle révolution industrielle que promettaient ces technologies côtoie les nombreuses inquiétudes au sujet des risques potentiels que les nanotechnologies pourraient faire courir à l'homme, la société et l'environnement. Ces préoccupations n'ont jamais reçu de réponse satisfaisante.

Certes, chacun conçoit que la consommation ou la diffusion de nanoparticules de carbone ou d'argent est potentiellement dangereuse. Néanmoins, il n'existe à l'heure actuelle aucune mesure fiable de leur seuil de toxicité. Aussi comprend-on que la question du risque intervienne au cœur des débats sur les nanotechnologies. Elle structure le discours des experts et leur positionnement les uns vis-à-vis des autres sur la base d'une perspective commune : organiser la gouvernance des nanotechnologies. Cette gouvernance ne doit pas se limiter à proposer un cadre régulateur pour contrôler plus efficacement la recherche et le développement des nanotechnologies. Elle doit également impliquer la société civile. Elle doit favoriser la participation de tous les acteurs de la société aux débats sur ces technologies. Un tel projet est-il faisable ? Pour le



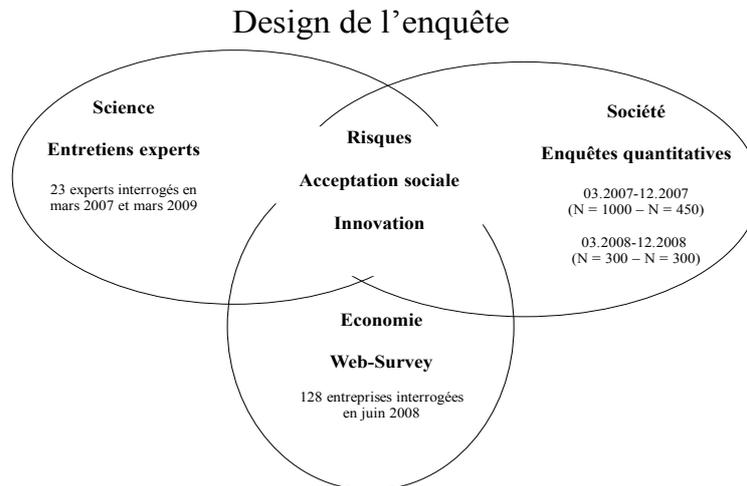
savoir, nous avons mené une enquête à Grenoble et Hambourg de juin 2006 à mai 2009. Pourquoi avoir choisi Grenoble et Hambourg ?

Parce que ces villes sont situées dans les deux pays en tête de la recherche et du développement des nanotechnologies en Europe. Riches métropoles universitaires, elles partagent également une longue tradition industrielle qui prédispose à l'accueil favorable des nanotechnologies. De fait, depuis le début des années 2000 le développement des nanotechnologies devient un enjeu majeur à Grenoble et Hambourg. Il est soutenu par les autorités politiques qui y investissent d'importants moyens financiers comme on le voit sur cette diapo.

Les nanotechnologies à Grenoble et Hambourg. Quelques chiffres

Grenoble			Hambourg
	Matériaux/Electronique		Matériaux/Santé-Environnement
Financement des nanos			Financement des nanos
66% à 75% des ressources financières de la métropole qui ne sont pas pré-affectées dans les grands projets pluri-annuels			60% à 70% des ressources financières de la métropole qui ne sont pas pré-affectées dans les grands projets pluri-annuels
Institutions créées			Institutions créées
MINATEC	170 Mio d'euros	INCH	montant non dévoilé
CLINATEC	montant non dévoilé	CAN	19 Mio d'euros
Projets de R&D liés aux nanos			Projets de R&D liés aux nanos
Partenariats privés-publics entre la METRO, l'université Joseph Fournier, le CNRS, le CEA, les industriels et les entreprises de l'Isère, montants non dévoilés			Partenariats privés-publics entre la ville de Hambourg, l'université de Hamburg, Airbus, Eppendorf, Beiersdorf, BASF (NanoBioEurope, CeNTech) etc. montants non dévoilés
NanoBio (2004-2006) 25 Mios d'euros			
NanoBio (2007-2008) 21 Mios d'euros			

Notre enquête devait problématiser trois dimensions complémentaires, à savoir les risques liés aux nanotechnologies, l'acceptation des nanotechnologies dans la société et l'impact de ces technologies sur les acteurs économiques de l'innovation technique et scientifique.



Pour aborder la question des risques, nous avons sollicité des experts des nanotechnologies. Par experts, nous entendons les scientifiques dont le travail porte sur les nanotechnologies, et également les promoteurs de la culture scientifique et technique ainsi que les associations impliquées dans les débats sur les nanotechnologies ; nous avons utilisé la technique de l'entretien expert, et nous avons sollicité les mêmes experts en début et en fin d'enquête sur la base du même type de questionnaire pour voir si leur discours variait ou non dans le temps.

Pour comprendre l'attitude du public vis-à-vis des nanotechnologies, nous avons élaboré un questionnaire basé sur une association de mots et des échelles actitudinales, questionnaire adressé en face à face à des répondants choisis au hasard à Grenoble et Hamburg ; nous avons répété ces enquêtes deux fois pour analyser la variabilité de l'acceptation sociales des nanotechnologies, et deux fois également pour analyser la variabilité de l'attitude du public vis-à-vis de la promotion des nanotechnologies.

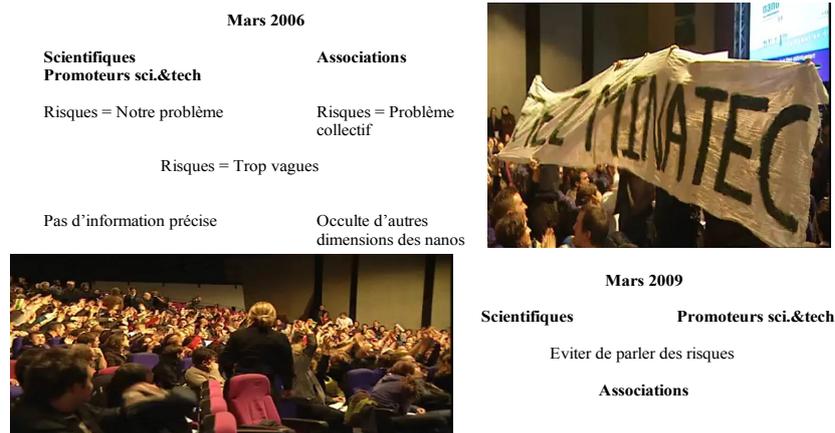
Pour décrire le rôle innovant des nanotechnologies, nous avons mené un web-survey sur les entreprises investissant tout ou partie de leurs activités dans ce domaine. Dans la littérature, les nanotechnologies devraient avoir un impact majeur sur l'emploi et le chiffre d'affaire des entreprises.



Nous avons voulu savoir si on retrouvait les traces d'un tel impact dans l'économie régionale. Disons le tout de suite, ce fut la partie la plus difficile de notre enquête et celle qui a eu le moins de succès. En effet, les offices régionales et nationales de la statistique ne possèdent pas de chiffres sur cette question. De plus il fut difficile d'obtenir la collaboration des industriels et des entreprises malgré le soutien des chambres de commerce de Grenoble et Hambourg et des acteurs politiques et scientifiques locaux. Après deux ans de démarches, seules 128 entreprises allemandes nous ont répondu.

Enfin, pour mieux comprendre le contexte régional de la recherche et du développement des nanotechnologies, nous avons également sollicité des entretiens auprès des élus locaux et des institutions gouvernementales et non gouvernementales impliqués sur le dossier des nanotechnologies. Dans ce qui suit, nous présentons les principaux résultats de notre enquête en commençant par exposer la manière dont a évolué la position des experts interrogés sur les nanotechnologies entre 2006 et 2009.

Risques nanotechnologiques



Comme on le voit ci-dessus en mars 2006, l'opposition relative entre d'un côté les scientifiques et les promoteurs de la culture scientifiques et techniques et de l'autre les associations porte sur qui est légitimé à produire un discours sur les risques potentiels que les nanotechnologies



feraient courrir à l'homme, la société et l'environnement. Les scientifiques et les promoteurs de la culture scientifique et technique se considèrent comme les seuls acteurs fondés à se positionner sur cette question. Les associations pensent au contraire que la question des risques doit concerner toute la société, et que les citoyens sont tout autant fondés à se positionner sur ces questions que les scientifiques et les promoteurs de la culture scientifique et technique. Cette opposition est néanmoins relative, car tous les experts tombent d'accord pour marginaliser la question des risques nanotechnologiques, jugée trop vague ou trop générale. Mais chaque expert ne le fait pas pour les mêmes raisons. Ici aussi, nous retrouvons d'un côté les scientifiques et les promoteurs de la culture scientifique et technique opposés aux associations. Pour les premiers, on parle de risques alors qu'il n'y a ni mesure fiable, ni instrument de mesure suffisamment précis permettant d'évaluer la toxicité d'une nanoparticule, ou la nocivité des matériaux nanostructurés. Pour les seconds, axer le discours sur les risques nanotechnologiques contribue à paralyser le débat public sur les nanotechnologies en éludant d'autres questions tout aussi importantes, comme la question de la convergence des disciplines scientifiques, des acteurs de l'innovation, ou de la gouvernance des nanos. A Grenoble comme à Hambourg, les experts légitiment leur position par rapport à leur propre représentation de la réaction de la société à la question des nanos. A Grenoble, l'idée d'une résistance potentielle de la société aux nanotechnologies prédomine chez tous les experts, une idée qu'ils justifient en se référant aux opposants locaux, en particulier le groupe Pièce et Main d'Oeuvre. Par conséquent, il faut dépassionner la question des nanos, et pour les experts à Grenoble, cela signifie éviter de trop parler des risques. A Hamburg, l'absence d'opposition aux nanotechnologie fait penser aux experts que la population n'a pas d'avis sur la question des nanotechnologies. Par conséquent, inutile de faire trop de publicité autour des nanos au risque d'éveiller la méfiance de la population.

En mars 2009, le discours des experts a évolué. D'une part, la question des risques est systématiquement évitée. D'autre part, il n'y a plus d'opposition véritable entre les scientifiques et les promoteurs de la culture scientifique et technique d'un côté et les associations de l'autre. Les experts campent sur une même position, affirmant que la question des nanotechnologies est l'objet d'un débat entre porteurs de projet uni-



quement, c'est-à-dire entre scientifiques, promoteurs de la culture scientifique et technique, industriels et politiques. Les associations se sont repositionnées dans un rôle de coordination de ces différents porteurs de projet, et elles désertent le terrain du débat public. Si cette reconfiguration de la position des experts atteste de leur volonté de dépassionner le débat autour des nanotechnologies, une volonté déjà exprimée en 2006, il faut également tenir compte d'éléments supplémentaires pour comprendre l'évolution du discours expert.

Tout d'abord, les investigations des scientifiques sur les risques liés aux nanotechnologies, en particulier la toxicité des nanoparticules de carbone, piétinent. De nombreux articles scientifiques attribuent ce piétinement à la difficulté de pratiquer des tests *in vivo* susceptibles de reproduire les résultats des tests effectués en laboratoire, comme par exemple les observations relatives à la destruction de tissus cellulaires ou aux dégradations de l'ADN dont seraient responsables les nanoparticules de carbone.

Deuxièmement, l'aménagement des instruments de mesure du taux de particules dans l'air pour pouvoir déterminer la toxicité potentielle des nanoparticules n'est pas satisfaisant et plonge les scientifiques dans des débats sur la nature nanométrique ou non nanométrique de ce qui est mesuré.

Troisièmement, les débats publics organisés sur les nanotechnologies ont frustré aussi bien le public que les organisateurs du débat et les experts y ayant participé. Les recommandations formulées à l'issue de ces débats n'ont pas été prises en compte par les autorités politiques locales. Le public et les experts se sont souvent senti instrumentalisés. Face à l'immobilisme des politiques locaux, le discours critique sur les nanotechnologies porté notamment par les Verts s'essouffle. Seul PMO à Grenoble poursuit sa critique radicale des nanotechnologies, contribuant paradoxalement à renforcer le discours des experts sur la nécessité de ne pas décréter de débat public sur les nanotechnologies, et de privilégier le dialogue entre experts sur les risques nanotechnologiques.

De 2006 à 2009, c'est également la représentation que les experts se font des réactions du public à la question des nanotechnologies qui change. Si en 2006 ils se méfient d'un public qui pourrait résister au progrès scientifique et technique, ils pensent en 2009 que le public n'a pas



véritablement de position sur la question des nanotechnologies, les oppositions aux nanotechnologies restant marginales. Leur opinion est renforcée par des enquêtes essentiellement nord-américaines et par les sondages du baromètre européen des technologies dont les résultats convergent vers une même conclusion : le public aime les nanos. Nos enquêtes réalisées à Grenoble et Hambourg indiquent que le problème est néanmoins plus complexe.

La première vague d'enquêtes réalisées en mars et décembre 2007 indique que les personnes interrogées à Grenoble et à Hambourg ont une image vague des nanotechnologies. Pour l'ensemble des répondants, les nanotechnologies sont des technologies miniaturisées, les répondants grenoblois insistant sur le caractère instrumental de ces technologies, les répondant hambourgeois y voyant un domaine de pointe de la recherche scientifique. De plus, les répondants interrogés en mars et en décembre 2007 ne sont ni vraiment méfiants, ni vraiment enthousiastes vis-à-vis des nanotechnologies.

Acceptation sociale

Mars 2007 – Décembre 2007
(Ensemble des répondants)

	Méfiance (% des répondants)	Enthousiasme (% des répondants)
Pas d'accord	55.6 – 25.6	46.4 – 36.9
Sans avis	26.6 – 44.5	32.5 – 27.3
D'accord	17.8 – 29.9	21.1 – 35.8

Mars 2008 – Décembre 2008
(G = Répondants de Grenoble ; H = Répondants de Hambourg)

	Confiance dans la science (% des répondants)				Conséquences modes de vie (% des répondants)			
	G	H	G	H	G	H	G	H
Pas d'accord	-	-	36	13.6	1.7	25.2	16.9	25
Sans avis	51.3	19.1	42.7	33.9	31.9	45.7	39.3	32.5
D'accord	48.7	80.9	21.3	52.5	66.4	29.1	43.7	42.5

A la différence des études ayant conclu à une attitude clairement ouverte, sinon à l'optimisme du public vis-à-vis des nanotechnologies, nos enquêtes indiquent que la société civile est plutôt sceptique. Nos répondants veulent en savoir plus sur ces technologies sans que ce savoir ne



se réduise à un plus d'informations. Dans l'attente, ils font part de leur réserve. En quoi ces technologies peuvent-elles nous être utiles, semblent dire les Grenoblois ? Dans quelle mesure font-elles avancer la science, semblent dire les Hambourgeois ? Les nanotechnologies ne sont donc pas une catégorie à part. A l'image d'autres technologies comme le nucléaire ou les OGM, elles suscitent la retenue de la société civile. Ce résultat ne cadre pas avec les représentations d'une société civile passive ou active que nous trouvons chez les experts interrogés. Enfin, remarquons que ces résultats mettent en évidence une tendance stable que nous retrouvons lors de nos enquêtes de mars et décembre 2008 à propos des réactions du public aux discours promotionnels en faveur des nanotechnologies. En effet, en mars et en décembre 2008, l'image que les répondants ont des nanotechnologies se distingue peu de celle relevée chez les répondants de mars et décembre 2007. Pour les Grenoblois interrogés, les nanotechnologies sont des objets miniaturisés qui symbolisent le progrès scientifique. Pour les Hambourgeois, les nanotechnologies sont un domaine de la recherche scientifique. De même, Grenoblois et Hambourgeois affichent leur retenue vis-à-vis des nanotechnologies. Chez les Grenoblois interrogés en mars et décembre 2008, ceci renvoie à la confiance limitée qu'ils ont dans la science. Les Hambourgeois en revanche sont partagés sur le fait que les nanotechnologies puissent véritablement contribuer à améliorer leur bien-être.

Hormis le fait que les résultats de ces enquêtes ont été corroborés par des enquêtes similaires effectuées aux Etats-Unis et en Europe, elles confirment une tendance que l'on retrouve dans des travaux portant sur d'autres technologies, telles les biotechnologies ou le nucléaire. Le scepticisme exprimé par les répondants est moins lié aux technologies en tant que telle qu'aux acteurs qui soutiennent ces technologies. Dans notre cas, ce scepticisme n'est pas un déni des nanotechnologies. Mais il exprime la réserve des répondants à l'égard de ce que Hauben aura nommé les « médiateurs de l'incertitude » pour désigner les décideurs politiques, les industriels et les scientifiques. Cette retenue est souvent fustigée par les promoteurs des nanotechnologies, car elle pourrait éteindre les espoirs de croissance et d'emplois portés par les nanotechnologies. Ces espoirs sont-ils fondés ?



Si l'on prend l'estimation habituelle du marché mondial des nanotechnologies, un marché qui devrait générer 3000 milliards de dollars de revenus en 2015, on s'aperçoit que ce chiffre est très controversé. Les rapports économiques les moins optimistes divisent ce chiffre par deux, pointant le fait que la plupart des estimations actuelles ne distinguent pas la production de nanotechnologie et la valeur ajoutée par l'implantation de nanotechnologies dans des produits existant. Autrement dit, si un produit vendu 100 dollars contient des nanotechnologies pour une valeur de 1 cent, les estimations prennent en compte la valeur totale du produit, c'est-à-dire 100 dollars. Deuxièmement, il est d'autant plus difficile de gagner en clarté sur ces estimations qu'aucun indicateur économique ne circonscrit avec précision la part de la richesse générée par la production de nanotechnologies et celle générée par la valeur ajoutée des produits contenant des nanotechnologies. De manière analogue, les chiffres de l'emploi sont souvent exagérés car ils sont directement déduits des estimations les plus haussières des revenus générés par le marché mondial des nanotechnologies. Enfin, il faut constater que tous les rapports gouvernementaux et non-gouvernementaux se reprennent ces chiffres sans s'interroger plus avant, pour une raison souvent très simple : il est impossible de pouvoir les rapporter à une réalité économique des nanotechnologies, réalité qui reste le plus souvent protégée par le secret industriel, voire dans certains cas par le secret d'Etat. Le problème se retrouve à Hambourg comme à Grenoble. Si la croissance économique dans les deux métropoles reste en moyenne stable depuis 10 ans, si par conséquent on ne voit pas d'effet notable de l'impact des nanotechnologies à ce niveau, Hambourg revendique 5000 emplois créés dans ce secteur, et Grenoble 13500 en 10 ans. Or, lorsqu'on rapporte ces chiffres aux statistiques officielles, on s'aperçoit que les 5000 emplois de Hambourg sont en fait le chiffre des emplois créés dans tout le secteur industriel hambourgeois. Quant aux 13500 emplois sur Grenoble, ce sont en fait l'ensemble des emplois de Minalogic. Voilà pourquoi nous avons mené notre enquêtes sur les entreprises et les industries investissant tout ou partie de leurs activités dans les nanos. Etant donné les difficultés mentionnées tout à l'heure, nous synthétisons les résultats obtenus pour Hambourg seulement.



Acteurs Economiques de l'Innovation Le cas de Hambourg

Seuls 5.7% des répondants viennent de la région Hambourgeoise

90% des répondants sont des PME (moins de 250 employés)

Part du chiffre d'affaire moyen (CAM) due à l'activité des répondants (I/E) dans les nanotechnologies

Principaux pôles d'activité	-25% du CAM (% des I/E)	25%-50% du CAM (% des I/E)	50%-75% du CAM (% des I/E)	+75% du CAM (% des I/E)	I/E par pôle (%)
Electro.	37.5	-	50	12.5	10.3
Alim.	100	-	-	-	1.3
Cosmétique	-	-	-	-	-
Médecine	69.2	7.7	15.4	7.7	16.7
Nouv. Mat.	40	10	16.7	33.3	38.5
Pharmacie	84.6	15.4	-	-	16.6
Envir.	46.2	15.4	-	38.5	16.6
I/E par part du CAM (%)	53.8	10.3	14.1	21.8	100

La majorité des industries et des entreprises qui nous ont répondu tirent leurs revenus sur les nanotechnologies en restant dans leur domaine de spécialisation. Elles se portent relativement peu vers des activités autres. La plupart de ces industries et de ces entreprises puisent à une source commune de revenus sur les nanotechnologies, les nouveaux matériaux. Toutes cherchent à diversifier cette source en investissant un marché potentiellement porteur, l'environnement. En d'autres termes, l'idéal de convergence des secteurs économiques souvent mis en évidence pour justifier la manne financière que les nanotechnologies devraient apporter n'existe pour ainsi dire pas. Qu'en est-il de l'emploi ?

Les entreprises tirant une part de leurs revenus des nanotechnologies sont au deux-tiers des unités de moins de 50 employés. Si l'on considère souvent que ces entreprises sont en pointe dans l'innovation et qu'elles sont une source majeure d'emplois, on sait également que leur situation fluctue dans le temps et en fonction des conditions du marché économique. Ajoutons que dans le cas particulier de Hambourg, 50% du personnel de ces entreprises possède un titre universitaire, ce qui les distingue significativement des entreprises de plus de 50 employés et des industries. Par conséquent, les micro- et les petites entreprises qui investissent dans les nanotechnologies sur Hambourg sont susceptibles de



rechercher une main d'oeuvre possédant un niveau de qualification élevé. Compte tenu de ces deux critères, on peut imaginer que le nombre d'emplois générés par l'activité de ces entreprises dans les nanotechnologies sera modeste à court comme à moyen terme. Les résultats récoltés sur Hambourg mènent ainsi à deux conclusions.

Premièrement, les entreprises et les industries interrogées sont très peu nombreuses à construire des liens de complémentarité forts en dehors de leur champ d'activité ce qui mène à supposer qu'elles utilisent les nanotechnologies avant tout comme une innovation incrémentielle. Deuxièmement, cette absence de complémentarité rend plus difficile l'alimentation du processus d'innovation et la réduction de son coût. Dans les deux cas, les résultats récoltés sur Hambourg indiquent que l'exploitation du potentiel innovant des nanotechnologies est actuellement sinon marginal, du moins sous-optimal.

Dans ce contexte, on comprend que gouvernements et organisations non-gouvernementales surenchérisent d'optimisme lorsque l'on parle de croissance économique et d'emplois dans le domaine des nanotechnologies. Cette rhétorique n'opère pas en liant directement « contrôle des risques » et « profits socio-économiques ». Elle mise sur un thème médiateur : l'incertitude. L'incertitude joue un rôle de signifiant vide pour la rhétorique des risques/bénéfices susceptible de neutraliser les prises de position les plus contraires à son profit. Comment cela fonctionne-t-il ? D'une part, en affirmant que la recherche et le développement des nanotechnologies n'en sont qu'à leur début ; il va donc de soi que l'incertitude règne sur les risques et les bénéfices que l'on pourra en retirer. Cet énoncé normalise le lien établi entre les risques et les bénéfices en jouant sur la dimension temporelle de l'incertitude. Plus le temps passe, plus les risques seront clarifiés et plus probables seront les bénéfices socio-économiques. D'autre part, dire que l'incertitude est le lieu commun de la recherche et du développement des nanotechnologies est incertain. Les efforts investis dans les nanotechnologies sont là pour le prouver. Ils contribuent à réduire l'incertitude. Le caractère unilatéral de la promotion des nanotechnologies s'en trouve renforcé. Dès lors, si l'incertitude est le lot commun en matière de nanotechnologies, toute la société doit se mobiliser. Cette rhétorique permet aux gouvernements et aux promoteurs des nanotechnologies de décharger le rapport de force



réel ou potentiel avec les critiques et les opposants aux nanotechnologies. Elle permet également de contourner le problème de l'autorité de la science et des asymétries qui en découle d'une part entre la connaissance scientifique et la connaissance collective, d'autre part entre la science et la société. L'incertitude susceptible de relativiser les différences entre les positions des acteurs sur les nanotechnologies et leurs discours favorise un déplacement des attentes. Elles doivent s'établir d'abord par rapport à un futur porteur d'opportunités dont les promoteurs des nanotechnologies se veulent les garants. Cette conception du futur permet de valoriser l'appropriation des enjeux que les nanotechnologies et leur gouvernance posent dans le présent. Toute participation à la promotion des nanotechnologies contribue à la concrétisation du bien-être général. L'appel à la participation de tous demeure ainsi le moyen de légitimer l'intégration de la société au coeur du progrès technologique. Mais désormais, sa pertinence pratique et sa légitimité politique se mesurent à la capacité d'accepter des risques indéterminés.