

Confronter l'incertain : les nanotechnologies et les Science and Technology Studies

La recherche scientifique n'est pas toujours l'espace neutre et dénué d'intentions politiques qui peuple l'imaginaire collectif. Elle induit des effets politiques, parfois implicites, parfois assumés, toujours complexes. Songeons, par exemple, à un projet de recherche aux impacts politiques outrageusement évidents, le *Manhattan Project*, soutenu par le gouvernement américain et dont le principal résultat fut la création de la bombe atomique. L'objectif recherché était, à l'aide d'un tel artefact technologique, de promouvoir une solution aux situations conflictuelles sur le plan international, ce que Alvin Weinberg a appelé un « *Technological Fix* »¹. Pour anodine qu'elle puisse être, cette illustration permet de bien appréhender les enjeux géopolitiques qui, en l'espèce, sous-tendent la recherche scientifique.

Cette assertion, sommes toutes très basique, ne doit toutefois se limiter en aucun cas au domaine spécifique de la recherche militaire. En effet, des enjeux politiques peuvent sous-tendre des projets de recherche, même parfaitement « fondamentale », et ce, de manière tout à fait implicite, voire inconsciente. Immanuel Wallerstein le démontre très clairement en ce qui concerne le concept de « développement ». Ce modèle théorique, développé par les sciences sociales – avec probablement les meilleures intentions, s'est trouvé fortement soutenu et promu par les politiques scientifiques américaines. La raison en est simple : l'idée du « développement » faisait s'estomper la frontière entre deux mondes, l'Occident moderne et le reste du monde, par définition archaïque. Ce faisant, elle réunissait ces entités conceptuelles au sein d'un seul et unique monde moderne. Dès lors, la logique linéaire du développement présentait l'avantage de placer en haut

¹ WEINBERG, A. M., « Can Technology Replace Social Engineering? », *University of Chicago Magazine*, n° 59, 1966, pp. 6-10.

de la pyramide évolutive, au terme de la voie à laquelle se destine tout État-nation, les contrées déjà modernisées. Les leaders de la scène globale se voyaient décerner le titre de modèles, d'exemples à suivre. Voilà la raison pour laquelle, dans la foulée du gouvernement américain, les instances de l'URSS se sont à leur tour ralliées, promotion à l'appui, à la notion de « développement »².

Ces quelques digressions introductives doivent être mises en perspective à la lueur d'un champ particulier de la recherche technologique, que nous nous proposerons d'examiner plus en détail dans le cadre de la présente contribution : les nanotechnologies. Très manifestement, les nanotechnologies sont partie intégrante d'un projet de société particulier et font l'objet d'un support très proactif de la part des différentes « zones technologiques », pour emprunter le concept de Andrew Barry³. Avant de revenir sur cet engagement très fort, en termes de politique publique, nous introduirons les nanotechnologies et leurs spécificités, qui ont pour propriété de complexifier considérablement le processus décisionnel.

Ensuite, nous envisagerons le développement concomitant d'un programme de recherche, progressivement converti en un domaine de recherche à part entière, à savoir les *Science & Technology Studies* (STS). Nous envisagerons ce champ d'études à la manière d'un anti-programme, lui aussi doté d'une charge politique forte, même implicite, même sous-tendue. Aujourd'hui, les STS se

² WALLERSTEIN, I., *Comprendre le monde. Introduction à l'analyse des systèmes-monde*, trad. HORSEY, C., Paris, La Découverte, 2006, pp. 24-26. Voir également à ce sujet, WALLERSTEIN, I., *World-System Analysis. An Introduction*, Durham & London, Duke University Press, 2004.

³ BARRY, A., « Technological Zones », in *European Journal of Social Theory*, vol. 9, n° 2, 2006, pp. 239-253.

destinent à apporter une contribution distinctive à la redéfinition des modalités de gouvernance des nouvelles technologies. Ceci est particulièrement vrai dans le cadre des nanotechnologies, dont le développement est intimement mêlé à celui des STS en tant que champ de recherche.

L'objet « nanotechnologies » : confronter l'incertain

** Des définitions aux politiques publiques*

i. Esquisse d'une définition

Les nanotechnologies sont considérées, de part et d'autre de l'Atlantique et au-delà, comme la « prochaine révolution industrielle »⁴. Pour cette raison, comme nous aurons l'occasion de le constater, elles ont été prises très au sérieux par la communauté des sciences sociales et humaines, contribuant intégralement à façonner l'*ethos* « politique » de celle-ci. Il est impossible à tout être humain normalement constitué de percevoir ne fut-ce qu'une infime partie des réalités multiples et complexes que constituent les nanotechnologies, aujourd'hui. Pour cette raison, l'ensemble monolithique et uniforme des débuts, la « nanotechnologie », a progressivement cédé la place dans la recherche⁵ comme dans le discours public⁶ aux « nanotechnologies », voire à une « pluralité

⁴ L'expression « the next industrial revolution » se retrouve dans la *National Nanotechnology Initiative*, US Government, 2001.

⁵ BARBEN, D., FISHER, E., SELIN, C. et GUSTON, D., « Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement and Integration », in HACKETT, E. J., AMSTERDAMSKA, O., LYNCH, M. et WACJMAN, J. (dir.), *Handbook of Science and Technology Studies*, 3^e édition, 2008, pp. 979-1000.

⁶ Action Plan for Nanosciences and Nanotechnologies 2005-2009, EU Commission, COM(2005)243.

de nanotechnologies », ou encore aux nanosciences et technologies (NST).

Généralement, l'appellation « nanotechnologies » recouvre la création de matériaux, dispositifs et systèmes, ainsi que leurs propriétés inédites, obtenues par la manipulation de matière à l'échelle du nanomètre. Cette échelle correspond à un milliardième de mètre ; l'exemple récurrent qui permet de saisir au mieux cette réalité stipule qu'un nanomètre est l'équivalent de 1/80.000^e du diamètre d'un cheveu humain. La détection d'atomes et de molécules à cette échelle a été rendue formellement possible en 1981 avec l'invention du *Scanning Tunnelling Microscope* (STM). Leur manipulation a, quant à elle, été mise au point dès 1989.

ii. Visions plurielles des nanotechnologies

Ce qui fait tout à la fois l'originalité et l'extrême complexité des nanotechnologies, ce sont les propriétés inédites manifestées par la matière à l'échelle du nanomètre. Celles-ci diffèrent significativement des propriétés « normales », ou régulières, du nanomatériau dont est issu la nanoparticule. Les promesses liées au développement des nanotechnologies sont d'une ampleur inversement proportionnelle à leur taille infinitésimale : demain, elles provoqueraient nombre de révolutions, dans différents domaines. La médecine bénéficierait de voies insoupçonnées pour comprendre le corps humain, pourrait développer des nanodétecteurs, capables de détecter, atteindre et détruire des cellules infectées (d'un cancer, par exemple), à l'exclusion des cellules saines. Peut-être deviendrait-il envisageable de régénérer des cellules abîmées et de concevoir un traitement à la maladie d'Alzheimer. Bien qu'hypothétiques, plusieurs perspectives contribuent à la propulsion du développement des nanotechnologies : une énergie extrêmement bon marché et respectueuse de l'environnement, des procédés de filtres pour

rendre l'eau potable, voire la désaliniser⁷, une réduction globale de la pollution (par l'utilisation la plus minimale des matières premières)⁸, etc.

Ces promesses ont été largement popularisées et portées sur la place publique par les premiers chercheurs engagés dans le développement de nanotechnologies, tels que Christian Joachim ou Eric Drexler. Pour eux, l'attrait principal consistait à concevoir et construire de nouvelles molécules, à partir d'atomes délibérément sélectionnés et savamment agencés, à des fins précises. Dans cette optique, un accent était porté sur les interactions complexes entre les molécules, programmées pour agir, s'assemblant entre elles d'une manière déterminée (*self-assembly*), un peu à l'instar d'un procédé chimique. Cette vision particulière est connue sous le nom d'approche *bottom up*, ou d'ingénierie moléculaire. Elle se comprend en opposition, à tout le moins en contraste marqué, avec l'approche *top down*. Celle-ci correspond à la production de technologies de la miniaturisation qui, partant de composants préexistants et réduisant leur taille, atteignent *de facto* l'échelle nanométrique. Il s'agit essentiellement du développement de composants électroniques, appelés transistors, à une échelle de taille décroissante. Ce processus permet la multiplication du nombre de transistors mobilisables (de manière exponentielle, suivant la loi de Moore) et se situe au cœur de la micro-électronique.

⁷ Cet élément étant particulièrement relevant dans le paysage wallon de l'innovation, comme l'affirme le Président du Réseau Nanowal, le Pr NYSTEN, B., « Les nanotechnologies passent au vert », *La Libre Belgique*, 3 novembre 2009.

⁸ JOACHIM, C. et PLEVERT, L., *Nanosciences. La révolution invisible*, Paris, Seuil, 2008.

iii. Destin politique d'une utopie fondatrice

L'intérêt croissant porté aux nanotechnologies par les décideurs politiques est un phénomène relativement récent et d'une ampleur pourtant tout à fait exceptionnelle. En la matière, le pionnier est sans doute le Vice-Président et Sénateur américain Al Gore, co-auteur avec le Président Bill Clinton du rapport *Science in the National Interest*⁹, en 1994. Ce rapport reprend les promesses portées par les promoteurs de l'approche *bottom up* des nanotechnologies, se démarquant en cela des politiques publiques qui seront adoptées en la matière quelques années plus tard et privilégieront une approche essentiellement *top down*. En effet, cette approche correspondait davantage aux capacités industrielles et portait la perspective de retours sur investissement plus rapides pour les pouvoirs publics. La distinction entre ces approches sera abordée plus en détail, ultérieurement.

Ainsi, aux États-Unis, le document fondateur s'intitule la *National Nanotechnology Initiative* (2001)¹⁰. Y sont tracées les orientations majeures données au développement des nanotechnologies ; les budgets affectés à la recherche et au développement (R&D) ont augmenté, des 300 millions de dollars des débuts à une provision conséquente de l'ordre de 1,6 milliards de dollars inscrite au budget 2010. L'Union européenne (UE), pour sa part, a tracé les axes de sa politique dans son *Nanosciences and Nanotechnologies: Action Plan for Europe 2005-2009*¹¹. Ce document, suivi de deux rapports d'implémentation (2005-2007 et 2007-2009), prévoit un effort

⁹

http://clinton1.nara.gov/White_House/EOP/OSTP/Science/html/Sitni_Home.html (dernière consultation le 18 novembre 2009).

¹⁰ <http://www.nano.gov/> (dernière consultation le 18 novembre 2009).

¹¹ COM(2005) 243.

financier conjoint de l'UE et des États membres qui avoisine les 3 milliards d'euros¹².

Bien évidemment, avec le temps et l'accroissement significatif des budgets alloués au développement des nanotechnologies, la portée des politiques publiques s'est considérablement diversifiée, avec une attention plus importante portée à la recherche fondamentale, à la question des risques pour la santé, l'environnement et la sécurité (qui représente environ 5 % des budgets) et les enjeux sociétaux, c'est-à-dire éthiques, légaux et sociaux (qui couvrent de 1 à 2 % des fonds alloués à la recherche).

** Spécificités et controverses*

i. Un objet aux contours incertains

Malgré les éléments qui précèdent, il n'en reste pas moins que les nanotechnologies consistent en un ensemble d'objets techniques extrêmement difficile à appréhender sur le plan de la prise de décision politique. Ceci s'illustre particulièrement au travers des querelles qui s'articulent autour de la question de la définition. Par exemple, de nombreux scientifiques parmi les plus éminents sur le plan américain, ont tenté de créer un cadre partagé dès la fin des années 1990¹³. Force est de constater qu'aujourd'hui, leurs recommandations – dont l'examen sortirait du cadre de la présente contribution – sont loin d'être unanimement suivies.

¹² Voir Commission européenne, « EU Policy for Nanosciences and Nanotechnology », http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies_en.html (dernière consultation le 24 septembre 2009).

¹³ SIEGEL, R., HU, E., and ROCO, M.C. (dir.), "Nanostructure Science and Technology", *National Science and Technology Council* (NSTC), White House (WH), Washington, D.C., Springer, 1999, 320 p.

Au-delà et de manière plus générale, les nanotechnologies présentent en toute hypothèse un véritable défi à nos perceptions les plus communes. Elles sont invisibles, impossibles à sentir ou à toucher ; elles ne se laissent apprivoiser que par l'intermédiaire d'instruments scientifiques d'une extrême sophistication. De nombreuses questions se posent quant à leur dissémination, à travers l'épiderme humain ou même entre différentes cellules du corps. Elles ne se cantonnent pas même à une discipline scientifique bien identifiée. À l'échelle nanométrique, les réactions chimiques ou biologiques « normales » sont perturbées par la présence d'effets dits « effets quantiques ». Ces effets relèvent de la physique et rendent particulièrement imprévisibles les réactions de la matière à l'échelle nanométrique. De plus, les nanotechnologies transgressent allègrement les frontières de l'État-nation classique, ainsi que des cadres réglementaires usuels. En ce sens, elles se caractérisent par un estompement croissant de la plupart des frontières qui, traditionnellement, « encadrent » l'appréhension d'un objet technologique¹⁴.

ii. Les nanotechnologies ou l'histoire d'une division

Très sommairement, l'histoire des nanotechnologies peut être interprétée comme l'histoire d'une division profonde, qui démarque deux positions au sein de la communauté des nanotechnologues.

Un premier camp est celui des partisans de l'approche dite *bottom up* des nanotechnologies. De quoi s'agit-il, précisément ? Il s'agit de manipuler et de créer, atome par atome, de nouvelles machines moléculaires, dont la particularité consiste à jouer avec les effets

¹⁴ BRUNET, S., DELVENNE, P., FALLON, C. et GILLON, P., « Dealing with nanotechnology: Do the boundaries matter? », in MARTORELL, S., GUEDES SOARES, C. et BARNETT, J. (dir.), *Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory and Applications*, vol. 4, Taylor & Francis, London, 2008, pp. 3007-3014.

inédits qui se manifestent à l'échelle du nanomètre, comme les effets quantiques. Typiquement, cette manière d'envisager les nanotechnologies est associée à une dimension visionnaire, fondamentale, faite de promesses mais également de périls (la peur, par exemple, que des moteurs moléculaires deviennent capables de s'auto-reproduire et, par extension, de s'étendre et coloniser tout organisme, vivant ou inerte)¹⁵.

Par contraste, une seconde position, au sein de la communauté des nanotechnologues, relève davantage d'une stratégie concrète, à vocation beaucoup plus pragmatique. Développé à partir des années 1990, ce rapport aux nanotechnologies est lié à une approche *top down* des procédés de fabrication. Autrement dit, il s'agit de poursuivre la voie de miniaturisation déjà entamée préalablement par bien des programmes de recherche ; songeons à la réduction croissante de la taille des circuits électroniques et l'hypermultiplication des transistors qu'il est possible de placer sur une simple puce. Cette approche se greffe avec plus d'aisance sur les travaux en cours, correspond mieux aux capacités des centres de recherche et des industries et, de ce fait, fait miroiter un retour sur investissement plus rapide.

Arie Rip et Marloes van Amerom ont démontré comment ces deux conceptions de la nanotechnologie se sont affrontées et cristallisées à l'occasion d'une controverse scientifique au sommet. Celle-ci a permis, à l'arrivée, à la seconde approche de s'imposer sur la première. Sa résolution a conduit à disqualifier la thèse soutenue par Drexler, tenant de la première approche et auteur d'*Engines of Creation*¹⁶, aux environs de 2003-2004¹⁷. Si cela est extrêmement

¹⁵ DREXLER, E. K., *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, New-York, Anchor Books, 1986.

¹⁶ L'ouvrage dont tout le monde s'accorde à dire qu'il fut le premier grand vecteur de popularisation des nanotechnologies.

important, c'est que cette controverse s'est traduite au plus haut niveau des instances de politique scientifique américaine. Les tenants de la première approche sont tantôt des délégués de la *National Science Foundation* pour les nanotechnologies, tantôt des leaders stratégiques de la *National Nanotechnology Initiative*. Les divisions et différentes visions des nanotechnologies se traduisent donc de manière très concrète et palpable dans les documents de politique publique.

iii. Un contexte de controverses publiques : la
« *nanophobia-phobia* »

Un autre facteur marquant du développement des nanotechnologies est sa coïncidence avec une forte opposition de la société civile. Pour être plus précis, la majorité des résistances concomitantes se sont exprimées en matière de biotechnologies. Le *Human Genome Project* (cartographier complètement le gène humain) ou la thématique des OGM ont généré de très vives controverses. Cette perspective-là, couplée à la mise sur la place publique d'une science-fiction, à portée apocalyptique, portant sur les nanotechnologies (le roman *Prey* de Michael Crichton), a tétanisé les décideurs politiques et les scientifiques impliqués de près ou de loin dans les nanotechnologies. Dès le départ, une attention particulière a été portée à la possibilité d'éviter de tels conflits¹⁷. Il s'agissait, pour les décideurs politiques, d'éviter le scénario du pire,

¹⁷ RIP, A. et VON AMEROM, M., « Emerging *de facto* Agendas Around Nanotechnology: Two Cases full of Contingencies, Lock-outs, and Lock-ins », in KAISER, M., KURATH, M., MAASEN, S. et REHMANN-SUTTER, C. (dir.), *Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime*, Sociology of Science Yearbook 27, Pays-Bas, Springer (forthcoming), 2009.

¹⁸ DAVID, K. et THOMPSON, P. (dir.), *What Can Nanotechnology Learn from Biotechnology? Social and Ethical Lessons for Nanoscience from the Debate around Agrifood Biotechnology and GMOs*, Elsevier, 2008.

dans lequel l'opinion publique faisait obstruction au développement des nanotechnologies, freinant celui-ci et compromettant gravement, à la fois les résultats escomptés et les investissements réalisés en vue d'y parvenir. Énormément d'outils ont été mobilisés par lesdits décideurs et la communauté des nanotechnologues pour éviter cette situation, c'est-à-dire une phobie de la « nanophobie », la *nano-phobia-phobia*¹⁹.

Science and Technology Studies et nanotechnologies

Les nanotechnologies entretiennent un rapport tout à fait particulier avec la discipline académique qui s'est assigné pour mission de penser et d'améliorer les interrelations entre la science, la technologie et la société, à savoir les *Science and Technology Studies* (STS). Cette relation spéciale est avant tout le résultat d'une grande proximité chronologique. En effet, les STS se sont développées depuis la seconde moitié des années 1980, peu de temps finalement avant que les nanotechnologies fassent l'objet des plans les plus ambitieux de la part des pouvoirs publics, promues comme la « prochaine révolution industrielle » (NNI, 2001) ou *the Next Big Thing*. Il faut savoir que les STS, avant d'être un champ de recherche à part entière, s'apparentaient davantage à un mouvement politique. Leur conversion progressive en discipline académique a partiellement « déchargé » cette dimension politique-là. Aujourd'hui, une profonde interrogation sur le rôle des STS dans le développement des nanotechnologies est menée de manière récurrente. Autrement dit, et c'est la question qui sera abordée en conclusion, quelles sont les dynamiques authentiquement politiques dans le cadre des STS, et comment entrent-elles en résonance avec le développement des nanotechnologies ?

¹⁹ RIP, A., « Folk Theories of Nanotechnologists », in *Science as Culture*, vol. 15, n° 4, 2006, pp. 349-365.

* *Un aperçu bref (et partial) du développement des STS*

L'histoire des STS commence avec un fort engagement politique, une réponse en provenance de la communauté intellectuelle et académique aux problèmes environnementaux et politiques qui faisaient l'objet de contestations vives et multiples durant les années 1960. À cette époque, des questionnements de type « STS » se produisaient déjà, principalement dans les domaines de l'histoire et de la philosophie des sciences. Les premières tentatives visant à rassembler ces différentes recherches sous une étiquette commune envisageaient plutôt les STS, dont l'acronyme désignait plutôt les *Science and Technology in Society*, comme un « mouvement »²⁰. Les auteurs de ces travaux pionniers plaidaient ouvertement pour une réorientation du changement social, en particulier au regard des questions scientifiques et technologiques. L'essence du mouvement était ce que Susan Cozzens a appelé *STS, The Problem*, c'est-à-dire la conviction sous-jacente très forte que, globalement, « *science and technology are in society, and that they do not sit comfortably there* »²¹.

L'engagement politique émanant de cette période peut se traduire comme une réaction contre un déterminisme excessif. L'idée d'un problème lié aux sciences et aux technologies dans l'évolution des sociétés occidentales modernes n'était pas neuve. Elle avait été théorisée avec force et puissance par des auteurs tels que Jacques Ellul²². L'étape qu'il fallait franchir avec l'avènement d'un « mouvement » STS consistait bien à démontrer la possibilité d'un

²⁰ CUTCLIFFE, S. H. et MITCHAM, C., « Introduction: the Visionary Challenges of STS », in CUTCLIFFE, S. H. et MITCHAM, C. (dir.), *Visions of STS. Counterpoints in Science, Technology and Society Studies*, New York, New York University Press, 2001, pp. 1-7.

²¹ COZZENS, S. E. (2001), « Making Disciplines Disappear in STS », in CUTCLIFFE, S. H. et MITCHAM, C. (dir.), *op. cit.*, pp. 51-64.

²² ELLUL, J., *La technique ou l'enjeu du siècle*, Paris, Armand Colin, 1954.

changement social, la possibilité d'avoir une prise effective sur les développements de la science et les technologies qui en étaient issues. Il s'agissait de combattre l'idée selon laquelle les sociétés et les opinions publiques devaient se contenter d'assister, en purs spectateurs, à l'emprise croissante exercée par une force irrépessible, faite d'une combinaison de modèles économiques et politiques qui se renforcent mutuellement. Ces forces-là même sont celles que l'on retrouvait, alors que les STS étaient en plein essor, au cœur du mouvement néolibéral, avec la fameuse doctrine TINA de Margaret Thatcher (*There Is No Alternative*). Les STS, dans l'ensemble, visaient donc à établir qu'au contraire, « il y a une alternative », qu'elle soit de nature scientifique, technique, ou politique.

* *Le développement du constructivisme*

Les STS, en tant que domaine du savoir, ont commencé par s'assigner deux tâches. La première fut de se doter des fondements épistémologiques à même de « déconstruire » la capacité de la science à produire un savoir absolu. Sous l'influence de Thomas Kuhn²³, principalement, l'autorité scientifique s'est trouvée relativisée, démise de son piédestal d'où il était possible d'émettre des vérités absolues, objectives, intemporelles, universelles – bien que ce développement ait été ultérieurement dénoncé par Kuhn lui-même²⁴. Cette première étape était indispensable et a contribué à asseoir l'idée d'une « contingence » de la connaissance²⁵. La

²³ KUHN, T., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, Chicago University Press, 1962.

²⁴ RIP, A., "STS in Europe", in *Science, Technology and Society*, vol. 1999/4, pp. 73-80, 1999.

²⁵ BERGER, P. L. et LUCKMANN, T., *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*, New-York, Doubleday, 1966 ; HACKING, I., *The Social Construction of What?*, Cambridge & London, Harvard University Press, 1999.

seconde tâche accomplie par les STS fut d'entreprendre une « re-construction » sur ces bases épistémologiques. L'approche de la construction sociale de la technologie (SCOT), mise au point à la fin des années 1980, a permis de mieux comprendre, dans l'absolu, les rouages du développement d'un objet technologique particulier (par exemple, le vélo²⁶), par exemple à l'aide de l'approche par les « larges ensembles socio-techniques »²⁷. Dans ce cas, Thomas Hughes a montré comment une combinaison de facteurs, à la fois sociaux (une entreprise, la constitution d'un capital, un soutien des autorités politiques, une demande de la population, etc.) et techniques (une technologie disponible, sa plus grande efficacité ou facilité de mise en œuvre, etc.) initiaient une dynamique propre à une technologie en particulier. Au-delà d'une certaine taille critique, cet ensemble de facteurs rendrait cette technologie incontournable et il deviendrait difficile – si pas impossible – de faire machine arrière.

Les *Science and Technology Studies* se sont donc affirmées, en tant que domaine de recherche, dès le début des années 1990, avec la mise au point d'outils méthodologiques et de cadres conceptuels propres – comme la théorie de l'acteur-réseau²⁸, dans le cadre de la sociologie de la traduction²⁹. Dès lors, rien d'étonnant au fait que,

²⁶ BIJKE, W. E., HUGHES, T. P. et PINCH, T. (dir.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MIT Press, 1987.

²⁷ HUGHES, T. P. (1987), « The Evolution of Large Technological Systems », in BIJKE, W. E., HUGHES, T. P. et PINCH, T. (dir.), *op. cit.* ; HUGHES, T., « Technological Momentum », in MARX, L. et ROE SMITH, M. (dir.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge, MIT Press, 1994, pp. 101-113.

²⁸ LATOUR, B., *Reassembling the social. An introduction to actor-network theory*, Oxford, Oxford University Press, 2005.

²⁹ CALLON, M., « Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay », in LAW, J. (dir.), *Power*,

dès les origines, une attention toute spécifique ait été dédiée aux nanotechnologies. Pour rappel, les premières manipulations à l'échelle nanométrique ont été rendues possibles en 1989, soit simultanément à l'avènement de la théorie constructiviste (qui couvrait depuis les années 1960 et 1970). La suite n'est que l'histoire de l'ascension fulgurante de cet ensemble socio-technique. Il importait donc – et les STS s'y sont attelées – de cartographier l'évolution des nanotechnologies et ses alternatives potentielles, de bien comprendre quels étaient les acteurs impliqués et comment fonctionnait le jeu de la décision politique en la matière.

En bref, de nombreuses évolutions des STS vers un domaine de recherche ont conduit à une meilleure compréhension des processus sociaux qui sous-tendent le développement technologique³⁰, loin de visions idéalisées – pour ne pas dire idéologisées – de la science, de la rationalité technologique, et du progrès. Au fil de ces évolutions, soutenues par une quantité très importante d'études empiriques, de plus en plus spécialisées, les STS ont indéniablement perdu une partie de la charge proprement « politique » qui les animait aux origines³¹. D'un autre côté, en déconstruisant les mécanismes qui président au développement d'une technologie, les STS ont révélé au grand jour ce que nous appelons des « interstices », des moments charnière dans le processus d'élaboration d'une technologie, sur lesquels il devenait possible d'avoir une prise, d'influencer le cours des événements.

Action and Belief: a New Sociology of Knowledge?, London, Routledge, pp. 196-223.

³⁰ Voy., par exemple, la construction sociale des faits scientifiques in LATOUR, B., and WOOLGAR, S., *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, trad. Biezunski Michel, Paris, La Découverte, 1988.

³¹ SCLOVE, R. E., « STS on Other Planets », in CUTCLIFFE, S. H. et MITCHAM, C. (dir.), *op. cit.*, pp. 111-122.

* *De nouvelles formes d'engagement*

À partir du développement conjoint des nanotechnologies et des STS, des espaces ont été générés, au sein desquels une intervention devenait possible. Celle-ci peut prendre différentes formes et impliquer tantôt le décideur politique, tantôt la société civile. C'est ainsi qu'un très grand nombre d'exercices participatifs ont vu le jour, spécialement en matière de nanotechnologies. Les valeurs et les visions implicitement inscrites dans le projet de développement des nanotechnologies devaient être rendues explicites et mises sur la place publique, dans des forums *ad hoc*, afin d'y être débattues. Si de tels exercices avaient déjà eu lieu auparavant³², sans doute de manière plus intuitive, ils ont vocation – pour ce qui concerne les nanotechnologies – à exercer une influence directe sur le processus de décision publique³³. Leur forme s'est considérablement diversifiée, des groupes focalisés à la méthode *delphi*, en passant par les *science shops* ou encore les conférences de citoyens, menées aux États-Unis, en Grande-Bretagne ou au Danemark. Pensons également au cycle de dix-sept débats initiés en France par la Commission nationale du débat public (CNDP). Beaucoup de ces initiatives embrassent les conclusions de l'« agir communicationnel »³⁴, c'est-à-dire les vertus éthiques de la délibération.

³² LAURENT, B., « Un tournant participatif ? Une mise en perspective historique de la participation du public dans les politiques scientifiques américaines », in BAQUE, M.-H. et SANTOMER, Y. (dir.), *La démocratie participative : Histoires et Généalogies*, Paris, La Découverte, à paraître, 2010.

³³ JOSS, S. et BELLUCCI, S., *Participatory Technology Assessment. European Perspectives*, London, Centre for the Study of Democracy, 2002.

³⁴ HABERMAS, J., *The Theory of Communicative Action. Vol. I: Reason and the Rationalization of Society*, trad. Thomas McCarthy, Boston: Beacon Press, 1984.

Ces différentes initiatives ont produit des résultats contrastés en matière de nanotechnologies, conduisant la discipline STS à repenser ses propres agendas de recherche. Pour l'essentiel, les nouvelles directions prises en la matière plaident pour une implication plus grande des chercheurs en sciences sociales et humaines au processus de développement des nanotechnologies³⁵. En d'autres termes, elles réclament une implication plus grande et plus directe des STS au cœur même des mécanismes de « gouvernance des nouvelles technologies », étiquette emblématique sous laquelle se dissimulent toutes les anxiétés et les réflexions d'une discipline qui cherche à opérationnaliser son rapport, en l'espèce, aux nanotechnologies³⁶.

Conclusions

Les nanotechnologies sont donc cet ensemble étrange et hybride qui défie l'entendement humain, notre perception des choses mais également notre conception du monde, si minuscules soient-elles. Elles sont d'ailleurs bien difficiles à définir. Elles sont pourtant l'objet d'un engagement très fort de la communauté politique globale, par le biais de ses différentes zones technologiques³⁷. Sous les entêtes racoleurs se cache, en l'espèce, une réalité complexe, une multitude d'options et de paramètres. Tous ces éléments se reflètent par ailleurs, d'une part, dans la complexité du processus de prise de décision politique et, d'autre part, dans les divisions qui

³⁵ FISHER, E., « Lessons learned from the Ethical, Legal and Social Implications program (ELSI): Planning societal implications research for the National Nanotechnology Program », in *Technology in Society*, vol. 27, 2005, pp. 321-328.

³⁶ BARBEN, D., FISHER, E., SELIN, C. et GUSTON, D., *op.cit.* ; MACNAGHTEN, P., KEARNES, M. et WYNNE, B., « Nanotechnology, Governance and Public Communication: What Role for the Social Sciences? », *Science Communication*, vol. 27, n° 2, 2005, pp. 268-291.

³⁷ BARRY, A., *op. cit.*

habitent la communauté même des « nanotechnologues ». À une approche plus visionnaire – d’aucuns diront plus utopiste – les politiques publiques ont préféré une approche plus pragmatique. Objet de maintes controverses, les nanotechnologies font débat depuis leurs prémisses. Ceci n’est pas sans lien avec la promiscuité chronologique qui a vu les STS se développer en exact parallèle et exact contraste avec les nanotechnologies. Tout est parti d’une intention d’ordre plutôt politique. Par la suite, méthode et empirisme ont eu pour effet de mettre le « mouvement » sur les rails d’une « discipline », institutionnalisée et affirmée, entraînant une politique de dépolitisation des STS, marquée par une portée très analytique et descriptive³⁸.

Pourtant, avec le succès remarquable connu par les nanotechnologies, c’est à une reconfiguration totale des cadres des STS à laquelle on assiste aujourd’hui, pour récents qu’ils soient. Cette évolution est particulièrement lourde d’enjeux et de significations – elle interroge rien moins que le rôle du chercheur en science sociale dans la société. Si elle est si délicate à négocier, c’est qu’elle exige la production de cadres normatifs et leur utilisation au sein du processus de développement des nanotechnologies. Par exemple, dans les idées de « gouvernance anticipative »³⁹ et « d’évaluation technologique en temps réel (RTTA) »⁴⁰, on trouve l’affirmation tacite que le chercheur en STS – tantôt philosophe, historien, sociologue ou politologue – a un rôle actif, une position déterminée, des réponses « expertes » à apporter aux questions posées par le développement des nanotechnologies. Autrement dit, tout au long de ce papier, que ce soit en matière de nanotechnologies ou de STS, nous avons essayé de pointer les fondations politiques qui sous-tendent la recherche,

³⁸ FEENBERG, A., *Questioning Technology*, New-York, Routledge, 1999.

³⁹ BARBEN, D., FISHER, E., SELIN, C. et GUSTON, D., *op. cit.*

⁴⁰ GUSTON, D. H. et SAREWITZ, D., « Real-Time Technology Assessment », *Technology in Society*, n° 24, 2002, pp. 93-109.

aussi bien en termes d'objets technologiques qu'en termes d'intentions politiques (souvent implicites, souvent niées).

En conclusion, c'est à une réflexion profonde sur les fondements de la discipline des STS, par le prisme de la Science politique, que nous convient aujourd'hui les nanotechnologies. Que ce défi soit de taille, tout le monde en convient. D'aucuns s'avancent même à le considérer comme inversement proportionnel à l'échelle du nanomètre...