

L'INNOVATION À L'AUNE DES NANOTECHNOLOGIES

Denis Vernant

Presses Universitaires de France | *Revue de métaphysique et de morale*

2014/3 - N° 83
pages 327 à 340

ISSN 0035-1571

Article disponible en ligne à l'adresse:

<http://www.cairn.info/revue-de-metaphysique-et-de-morale-2014-3-page-327.htm>

Pour citer cet article :

Vernant Denis, « L'innovation à l'aune des nanotechnologies »,
Revue de métaphysique et de morale, 2014/3 N° 83, p. 327-340. DOI : 10.3917/rmm.143.0327

Distribution électronique Cairn.info pour Presses Universitaires de France.

© Presses Universitaires de France. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

L'innovation à l'aune des nanotechnologies

RÉSUMÉ. — *Le vocable d'innovation est utilisé de façon prolixe et ambiguë. Nous proposons de distinguer les concepts axiologiquement neutres d'invention et de novation de la notion, surdéterminée idéologiquement, d'innovation. Appliquant ce schéma analytique à la « révolution nanotechnologique », nous examinerons sous l'angle épistémologique son processus d'invention pratico-théorique ; sous l'angle praxéologique, l'aspect novateur du dispositif rhizostomique qu'elle a généré ; et enfin, sous l'angle pragmatique et dialogique, ses prétentions innovatrices ouvrant la question d'une évaluation et d'un contrôle démocratique des novations technologiques.*

ABSTRACT. — *The word "innovation" is used in some prolix and ambiguous ways. We suggest to separate the neutral concepts of invention and novation of the notion, ideologically overdetermined, of innovation. Applying this analytical distinction to the "nanotechnology revolution", we shall examine under the epistemological angle its process of pratico-theoretical invention ; under the praxeological angle the novel aspect of the rhizostomic system it generated ; and finally, under the pragmatic and dialogical angles, its innovative claims asking the question of a valuation and democratic control of technological innovations.*

Si le vocable d'innovation est fort ancien (XIII^e siècle), son usage dans le discours tant théorique que prosaïque est récent. Foncièrement polysémique et ambigu, il convient d'abord de définir son sens. Nous proposerons un outil analytique définissant les concepts d'invention et de novation ainsi que la notion d'innovation. Séparant ce qui relève de l'étude objective et ce qui dépend d'un jugement évaluatif, nous l'appliquerons au domaine des nanotechnologies afin d'opérer un examen critique de ce qui est présenté comme une véritable « révolution ».

DÉFINITION LIMINAIRE DE L'INNOVATION

Pour clarifier des usages protéiformes et équivoques, distinguons invention, novation et innovation.

L'invention.

Qualifiant une *activité*, le terme « invention » spécifie l'étape première de l'innovation. L'intelligence humaine se révèle une capacité d'invention (*ingenium*) d'idées inattendues, inédites. Par cet acte inaugural s'opère non une transformation par amélioration, mais une *rupture*, l'irruption du neuf, le surgissement de l'inouï, l'ouverture du présent habituel à l'a-venir inventif. Ce processus, cœur du développement de la pensée, fait l'objet d'analyses de logiciens qui, par exemple, dans une perspective peircienne scrutent la fécondité du raisonnement abductif, ou des méthodologues qui examinent les conditions de la sérendipité. De cette activité première, résulte ce que nous appellerons proprement la novation.

La novation.

Pour acquérir force opératoire, une analyse conceptuelle doit distinguer et séparer vocable, concept et notion. Le *concept* univoquement définissable dans une théorie est toujours polarisé, mais il demeure, et doit demeurer, axiologiquement neutre. En revanche, la *notion* est axiologiquement valorisée et, comme telle, autorise un usage idéologique souvent incontrôlé. Par exemple, le concept praxéologique premier de coopération est polarisé en entraide ou lutte¹ alors que la notion de coopération est généralement immédiatement valorisée positivement². Convenons donc d'introduire le concept de *novation* comme le *résultat* de l'invention sous forme de procédures et/ou de produits (biens ou services). Ainsi la novation, objectivement polarisée, peut toujours s'apprécier positivement ou négativement par une analyse factuelle. Tel est le cas de l'automobile, de l'avion, de la photographie, de la télévision, de l'informatique, du laser³, de l'holographie, d'Internet, etc.

1. Voir Tadeusz KOTARBINSKI, *Traité du travail efficace* (1953), Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2007, chap. 7, et notre article : « De la bipolarité des concepts, des théories & des axiomatiques », in P.-E. BOUR, M. REBUSCHI, L. ROLLET (éd.), *Construction, Festschrift für Gerhard Heinzmann*, Londres, College Publications, « Tributes », vol. 14, 2010, pp. 667-681.

2. Pour un examen des conséquences importantes de cette distinction dans le champ dialogique, voir notre *Introduction à la philosophie contemporaine du langage*, Paris, Armand Colin, 2010, chap. 4, § 2.3, pp. 174-175.

3. Outre ses usages industriels et commerciaux bien connus, le laser est utilisé dans les microscopes à force atomique, dans une méthode de synthétisation des nanotubes de carbone mono-paroi ainsi qu'en électronique moléculaire organique.

L'innovation.

On a coutume de dire « Tout nouveau, tout beau ». L'adage nous renseigne non sur le concept, mais bien sur la notion et son usage habituel. Une telle notion, que nous nommerons « innovation », implique *volens nolens* une valorisation axiologique plus ou moins explicite. Si l'on n'y prend garde, l'innovation impose l'adhésion par recours subreptice à l'idéologie positiviste du progrès⁴. Dans notre société postindustrielle, les innovations techniques sont des moteurs de développement, des facteurs de compétitivité⁵ et donc de croissance. Dans notre société de consommation médiatiquement dirigée, les novations industrielles, culturelles, artistiques se présentent et veulent s'imposer comme des innovations indispensables, nécessaires. Il faut être « moderne », « à la page », « d'avant-garde », « tendance », « branché », « geek », etc. Dans l'industrie, l'obsolescence, désormais programmée, des innombrables objets de consommation conduit à leur renouvellement de plus en plus rapide au nom de l'innovation, fût-elle la plus futile. En « art contemporain », la course à l'innovation, souvent présentée comme révolutionnaire et subversive – en particulier en France –, tourne à la caricature et mène parfois à une totale vacuité, notamment sociale.

Armé de cette distinction entre invention, novation et innovation, on peut procéder à une *analyse critique* des phénomènes d'« innovation » dont on nous abreuve *ad nauseam*. Pour exemple, nous examinerons ce qu'il est convenu d'appeler « la révolution nanotechnologique ». Notre objectif n'est bien évidemment pas de rendre compte précisément d'un phénomène aussi complexe, mais d'en cerner de façon cursive, sous l'angle épistémologique, la dimension inventive ; sous l'angle praxéologique, l'aspect novateur ; et enfin, sous l'angle pragmatique, les prétentions innovatrices. Ce cadre analytique permettra d'en apprécier l'originalité, le fonctionnement, les effets et les conséquences.

LA « RÉVOLUTION NANOTECHNOLOGIQUE »

Par-delà les multiples fantasmes de savants enthousiastes, mythes d'écrivains prolixes et exagérations journalistiques que suscitent les nanotechnologies, il

4. La croyance au progrès et à la raison constitue un héritage des Lumières. On sait malheureusement ce qu'il est advenu de la confiance en la raison. Quant à l'idée de progrès, elle a été dévoyée dans la mesure où initialement elle supposait un développement harmonieux des progrès techniques, sociaux, moraux, culturels et intellectuels. Voir, par exemple, CONDORCET, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, (1793), Paris, Vrin, 1970. On peut toutefois désormais émettre de sérieux doutes sur la « perfectibilité » de l'être humain.

5. Après la période de guerre froide qui fonctionnait à l'idéologie, la « compétitivité » caractérise la lutte économique internationale répondant aux impératifs du libéralisme.

convient d'abord de produire une analyse épistémologique qui fournisse une définition claire de l'objet et une caractérisation précise de son mode d'invention.

Pour une définition opératoire.

On présente souvent une nanotechnologie comme un dispositif scientifique et technique permettant la manipulation d'objets de taille nanométrique impliquant une convergence entre nanotechnologie, biotechnologie, informatique et sciences cognitives (NBIC)⁶. Un examen critique des multiples définitions proposées jusqu'alors montre leur diversité et l'ambiguïté de nombre d'entre elles. Le fait qu'un tel objectif définitoire ne soit pas univoquement atteint aujourd'hui témoigne du caractère surdéterminé et ambivalent du phénomène.

Il existe de multiples définitions des nanotechnologies souvent floues et de trop grande extension⁷. Une définition qui paraît aller de soi consiste à dire que les nanotechnologies concernent les objets de dimension (1, 2 ou 3D) nanométrique entre 1 et 100 nanomètres⁸. Sont concernés les atomes, les molécules, les macromolécules, les virus, etc. Une telle définition dimensionnelle présente le mérite de souligner qu'à cette échelle, non plus du micro (que l'on pense à la microélectronique) mais du nano, nous quittons la mécanique classique pour considérer des objets relevant de la physique quantique. Mais il appert immédiatement que cette définition n'est pas assez discriminante dans la mesure où les pratiques du physicien atomiste, du chimiste des polymères ou du biologiste ayant affaire aux cellules et virus relèveraient aussi des nanotechnologies. C'est en ce sens que l'on ne parle pas de nanosciences. Il importe donc de s'intéresser non seulement à la description de l'objet en cause, mais au *processus de son invention*.

S'impose donc d'abord une analyse proprement *épistémologique* visant à décrire le plus précisément possible les transformations scientifiques et techniques qui se produisent aujourd'hui. En particulier, il importe de définir la nature de ce qu'on appelle la « révolution » des nanotechnologies. Est-ce que, par-delà les innovations technologiques induites, s'ouvre une véritable rupture épistémologique ? Si oui, a-t-on affaire à un changement de paradigme au sens kuhnien du terme ? Toutes questions épistémologiques indispensables que nous

6. Voir le rapport NBIC, *Converging Technologies for Improving Human Performance*, rapport de 2002 pour la National Science Foundation et le Department of Commerce des États-Unis.

7. Cela résulte de la multiplicité des agents impliqués, de la diversité de leurs domaines d'intérêts ainsi que du besoin de marquer un territoire nouveau pour attirer subventions et financements. Le même phénomène s'est produit avec lesdites « sciences cognitives ».

8. Un nanomètre (nm) égale 10⁻⁹ mètres, c'est-à-dire 1 milliardième de mètre. La dimension d'un atome est de l'ordre du dixième de nanomètre, une molécule d'eau a un diamètre de 0,29 nm, et la molécule d'ADN 2,5 nm. Les processeurs les plus récents sont gravés avec une finesse de 25 nm.

ne traiterons pas ici de façon théorique, mais que nous proposons d'éclairer par l'examen cursif de *l'activité d'invention* qui a donné naissance aux nanotechnologies.

Une invention technoscientifique.

Classiquement, on considère que l'invention résulte d'un processus purement théorique, conceptuel, abstrait, relevant de la science fondamentale et conduisant ensuite, par simple application, à une innovation technique. Telle que comprise par Gaston Bachelard, l'ampoule électrique avec son fin filament de tungstène dans une enveloppe de gaz raréfié est l'image paradigmatique du « bi-objet » abstrait/concret réalisant, concrétisant la théorie⁹. Un tel schéma opposant et articulant théorie/expérience, science pure/appliquée, recherche/industrie ne saurait valoir pour ce qui symptomatiquement s'appelle « nanotechnologies¹⁰ ». Le terme souligne pertinemment la *dimension technologique* qui s'inscrit au cœur même du procès d'invention du phénomène. L'examen du processus d'invention des premiers nano-objets impose une *inversion* du schéma classique.

En physique, le schéma classique de l'invention d'un phénomène est celui de l'observation et de l'expérimentation. Un phénomène de taille microscopique peut s'observer au moyen d'un microscope photonique permettant de construire une *image optique* de l'objet qui en est la *reproduction*. Il en va différemment pour les phénomènes d'ordre nanométrique. Les « nanoscopes » que sont les microscopes à balayage à effet tunnel¹¹ fonctionnent par interprétation informatique d'une procédure d'appréhension physique du phénomène. La relation n'est donc plus optique, mais tactile, et l'*image haptique* construite numériquement constitue une véritable *production* technique de l'objet. Ces instruments d'accès à l'objet nanométrique autorisent une seconde opération inédite qui consiste à *manipuler* les éléments composant le phénomène. L'illustration la plus simple, et la première, en est l'écriture du sigle « IBM » par Donald Eigler en 1989 au

9. Voir Gaston BACHELARD, *Le Rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949, pp. 105-110. Une analyse analogue pourrait valoir aujourd'hui pour les diodes électroluminescentes ou LED (*Light Emitting Diode*).

10. Le terme fut introduit en 1974 par Norio Taniguchi de l'université des sciences de Tokyo. Sa définition insiste sur la manipulation des matériaux atome par atome.

11. *Scanning Tunneling Microscopy*, inventé par l'Allemand Gerd Binnig et le Suisse Heinrich Rohrer au laboratoire IBM de Zurich en 1981, qui ont reçu le prix Nobel de physique en 1986 (partagé avec Ernst Ruska, inventeur en 1931 du microscope électronique). L'« effet tunnel » est un effet quantique se produisant par interaction de la pointe mono-atomique et de la surface conductrice. Selon la tension électrique, la pointe peut attirer ou repousser un atome individuellement. Existait aussi des *microscopes à force atomique* qui mesurent la pression sur la pointe par la surface. Ils sont notamment utilisés pour observer *in vitro* l'ADN.

moyen du microscope à effet tunnel par l'agencement de 35 atomes de Xénon sur une surface de nickel à une température proche du zéro absolu¹². Des nano-objets plus complexes supposent de même la combinaison et l'organisation effective d'éléments atomiques selon une procédure ascendante (*bottom-up*). En 2002, le même laboratoire réalisa un transistor à effet de champ à base de nanotubes de carbone mono-paroi ouvrant la voie à la nanoélectronique.

Épistémologiquement, l'invention des nanotechnologies requiert ainsi la réévaluation du rapport entre science et technique chez les théoriciens tels que Kuhn, Lakatos, Hacking¹³... À la différence de simples améliorations techniques, telle l'imprimante 3D, les nanoscopes constituent un *moyen d'investigation inédit* de la matière qui, ouvrant la possibilité de travailler atome par atome, permet une « individualisation » évitant l'effet de masse. De tels outils peuvent susciter une interprétation renouvelée des thèmes bachelardiens du couplage Raison/Expérience, du dialogue Théorie et Phénoménotéchnique¹⁴. Désormais la connaissance progresse technologiquement par préhension, manipulation et construction d'objets et non plus par pure spéculation théorique abstraite. L'objectif des nanotechnologies est la *fabrication* moléculaire¹⁵ qui en même temps permet l'étude des propriétés nouvelles (mécaniques, électriques, magnétiques, thermiques, optiques¹⁶, etc.) acquises par les matériaux lorsqu'on atteint le niveau quantique. Naît ainsi une *ingénierie atomique* qui ne relève plus d'une application seconde de la physique quantique comme pour la construction de la bombe, mais bien d'une possibilité technologique inédite d'observation et de manipulation des atomes et des molécules. Analytiquement, prime donc le *contexte d'invention* par lequel se produit matériellement *l'émergence* d'un phénomène reproductible à partir de sa *description* numérique, sa *manipulation* physique et le *contrôle* technique de ses effets¹⁷. Instrumentale et machinique, l'invention s'avère pratico-théorique.

12. On notera que cette invention, comme celle du nanoscope qui la rend possible, est issue d'un centre de recherche *industriel* privé. La *privatisation* des résultats de la recherche (en particulier dans l'industrie pharmaceutique) est scellée par le dépôt de brevets.

13. Pour un examen détaillé de cet aspect épistémologique, voir Thierno GUËYE, *Les Nanotechnologies ou l'impensé de l'épistémologie: d'une science qui se représente à une science qui intervient*, Grenoble, 2014.

14. Voir Gaston BACHELARD, *Le Nouvel Esprit scientifique*, Paris, Puf, 1973, Introduction, p. 7.

15. L'une des premières constructions est celle des nanotubes de carbone. Des structures plus complexes tels des « assembleurs » nanomoléculaires, éventuellement « auto-répliquants » et fonctionnant comme « nanorobots » biologiques, relèvent pour une large part du fantasme. La dimension fantasmagique et mythogène des nanotechnologies joue un rôle crucial dans le processus de marchandisation en nourrissant un puissant effet de mode. Elle intervient aussi dans la séduction opérée sur les décideurs politiques par les multiples lobbyistes.

16. Par exemple, dans les phénomènes de luminescence, la variation de taille et de forme des nanoparticules métalliques modifie la couleur.

17. Du point de vue pragmatique, on a là une *performativité* nouvelle en ce que le faire (technique) produit le dire (scientifique): *How to do words with things!*

Sans aller plus loin ici, notons que cette dimension foncièrement technologique de l'invention va jouer un rôle central dans les deux autres aspects du phénomène : son caractère novateur et sa prétention innovatrice.

LA NOVATION DU DISPOSITIF NANOTECHNOLOGIQUE

À propos de la « révolution » nanotechnologique, journalistes et politiciens parlent souvent d'« inquiétudes » ou de « peurs » de la part du « public » ou de la population, inquiétudes ou peurs tout aussi injustifiées et inconsidérées que celles suscitées par les innovations scientifiques et techniques antérieures : l'automobile, le train, l'électricité ou, plus près de nous, l'atome¹⁸. Ces beaux esprits prétendent que la révolution nanotechnologique serait du même ordre que les précédentes et en particulier que celle, majeure, du nucléaire. Or, rien n'est moins sûr. Pour en avoir le cœur net, il convient de compléter l'examen épistémologique par une *analyse praxéologique* qui aborde le phénomène nanotechnologique dans sa systématité opératoire et la complexité du jeu des agents impliqués. Seule cette dimension praxéologique permettra de saisir la particularité de cette *novation* qui s'impose nettement si l'on compare le dispositif nanotechnologique au projet *Manhattan*.

Faisant l'hypothèse descriptive que l'organisation scientifique et technique de notre société a changé de nature à la fin du siècle dernier, nous distinguerons schématiquement deux configurations successives.

Le projet Manhattan.

La première organisation scientifico-technique du xx^e siècle est née, comme souvent dans l'histoire de l'humanité, du gigantesque effort de guerre durant les années 1940. De la nécessité de décoder les messages de la machine de cryptage nazie *Enigma*, naquirent la construction de l'ordinateur par Alan Turing, puis l'informatique fondamentale, et enfin dans les années 1950 le programme inouï d'une Intelligence artificielle, d'une pensée machinique totalement étrangère au paradigme cartésien qui réservait l'exercice de la pensée au seul *Cogito*. Cette première novation, transformant profondément les techniques d'information et de communication, façonna notre univers médiatique et accéléra le processus d'une mondialisation tant économique que culturelle.

Mais se produisit antérieurement une autre novation dont les effets furent plus immédiats et dramatiques. Il s'agit du projet *Manhattan* qui conduisit aux bom-

18. Après Tchernobyl et Fukushima ce genre de discours a du plomb dans l'aile.

bardements d'Hiroshima le 6 août 1945 et de Nagasaki trois jours plus tard mettant fin à la Seconde Guerre mondiale en même temps qu'ils ouvraient l'ère atomique. Comme chacun sait, ce programme naquit d'une volonté politique et militaire affirmée et d'une programmation méthodique associant étroitement militaires, scientifiques, techniciens et industriels. Dirigé par le général Leslie Groves et le physicien Robert Oppenheimer, il mobilisa 130 000 personnes et coûta deux milliards de dollars à l'époque. Il en résulta ce qu'on nomma le « complexe militaro-industriel ». Importe ici seulement le fait que ce complexe, si sophistiqué fût-il, se présenta toujours comme un système centralisé, planifié et politiquement contrôlé. Relativement identifiable nonobstant le secret qui l'entoura initialement, il put faire l'objet d'une opposition claire et résolue de certains politiciens, scientifiques et philosophes ainsi qu'en témoigne, à la suite des efforts initiaux de Frédéric Joliot-Curie, l'appel Russell-Einstein du 9 juillet 1955. Cette opposition fut à l'origine de la Conférence de *Pugwash* qui, en 1957, réunit vingt-deux savants (dont des soviétiques) et initia un mouvement qui déboucha sur la signature, en 1970, du traité de non-prolifération nucléaire.

Un dispositif rhizostomique.

À la fin du xx^e siècle, sous l'effet combiné des développements scientifiques notamment en physique fondamentale, nucléaire puis quantique¹⁹, et des progrès technologiques rendus possibles par l'outil informatique, se produisit une réorganisation du champ technico-scientifique que l'on peut résumer commodément par la convergence NBIC déjà mentionnée. Par-delà l'aspect technico-scientifique de ce bouleversement, il importe de souligner la *transformation systémique* qu'il accomplit devant nous aujourd'hui. Au complexe militaro-industriel étatiquement contrôlable et politiquement critiquable se substitue insidieusement un développement inédit de nature foncièrement « rhizostomique »²⁰ se déployant dans différentes directions et qui, pour une part, demeure opaque par sa complexité même. Il associe scientifiques, ingénieurs, techniciens, industriels, militaires, politiques, universitaires, commerciaux, financiers, journalistes et écrivains ; ces différents acteurs se caractérisant par des divergences d'intérêts, des différences de préoccupations, d'objectifs et de temporalité d'action. De plus, un tel dispositif

19. À noter que le physicien Richard Feynman (prix Nobel de physique avec Julian Schwinger et Sin-itiro Tomonaga pour leurs travaux en électrodynamique quantique) qui participa au projet *Manhattan*, fut l'un des premiers à entrevoir les potentialités de ce qui deviendra trois décennies plus tard les nanotechnologies, voir sa conférence du 29 décembre 1959 intitulée : « There is plenty of room at the bottom », <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>

20. La rhizostome est la méduse communément appelée « gelée de mer ».

mêle étroitement institutions publiques et entreprises privées avec un fort encouragement à la constitution de « partenariats » mixtes. Il croise les niveaux local et régional (la « territorialisation de l'économie »), national, européen et international²¹ (la « mondialisation » et sa concurrence généralisée). Ce déploiement, dans sa globalité, ne répond plus à aucune programmation étatique, à aucun véritable contrôle politique et n'est même plus clairement identifiable, donc critiquable. Sa dynamique propre combine de façon stochastique pulsion de savoir, souci de maîtrise technique, désir d'hégémonie militaire, intérêts mercantiles puissants, manipulations médiatiques et volonté de pouvoir.

Un tel dispositif se révèle objectivement *novateur* au sens où il est inédit et diffère notablement du « complexe militaro-industriel » connu jusqu'alors. Reste à en évaluer les effets et conséquences sociétaux. S'ouvre alors une dernière dimension, fortement idéologique, celle de sa *valeur* d'« innovation ».

L'« INNOVATION » NANOTECHNOLOGIQUE

Le dernier niveau d'analyse, portant sur les attentes, croyances, projections et incitations des agents, passe par un examen pragmatique des discours et des argumentations comme par une étude dialogique des stratégies d'échange et de « débats » visant à faire accepter les *innovations* nanotechnologiques. Fort complexe, la question des effets et conséquences à court et à long terme du dispositif nanotechnologique peut se monnayer en trois sous-questions.

La dimension idéologique.

À travers leurs réalisations concrètes, les innovations nanotechnologiques s'inscrivent dans la dynamique puissante de la société de consommation médiatiquement dirigée et sont justifiées par la réactualisation de la vieille idéologie du progrès scientifique. Qu'une raquette de tennis, un cosmétique, un revêtement, un « objet communicant » contienne (ou prétende contenir) une once de nanoparticules devient un argument de vente : *Nano is beautiful!* On rêve alors d'un supposé idyllique « nanomonde », on « surfe » sur une excitante « nanoculture » ! Mais par-delà ces effets de surface se propagent, surtout aux États-Unis, des phénomènes moins anodins. Une *analyse idéologique* requiert d'interroger la dimension culturelle du problème et, par exemple, les résurgences des croyances scientistes dans le progrès qui

21. C'est ainsi que sur le site grenoblois STMicroelectronics et le CEA-Leti ont rejoint en 2008 l'alliance IBM.

se parent du masque aseptisé de la Recherche & Innovation. Une salutaire *mise en perspective historique* s'impose pour repérer la réapparition de thèmes idéologiques récurrents comme de l'amélioration de l'espèce humaine qui, déjà, avait été proposée par le biologiste néodarwinien Julian Huxley, président de l'*Eugenics Society* et frère d'Aldous, l'auteur du fameux et prophétique *Le Meilleur des mondes*.

Les enjeux socio-éthiques.

De même convient-il de mesurer par une réflexion relevant de l'*éthique appliquée* les enjeux moraux de la production d'objets susceptibles de transformer non seulement les rapports des hommes à la Nature, mais aussi des hommes à leur propre corps, comme des hommes entre eux. Sont en cause moins les éléments nanotechnologiques eux-mêmes que les potentialités qu'ils offrent à des artefacts dont les usages sociaux sont loin d'être neutres. Il s'agit d'apprécier les conséquences des « innovations » techniques sur nos usages individuels, nos pratiques sociales et nos conceptions collectives du monde. Le champ est fort vaste qui va des progrès de la médecine d'augmentation (*enhancing medicine*) en passant par l'ambition transhumaniste de maîtriser l'évolution biologique et de repousser les limites de la mort (*lifespan enhancement*).

On peut vanter les « nanomatériaux », mais comment les recycler ? En médecine, ces nouvelles techniques font naître de nombreux espoirs qui peuvent se révéler légitimes, mais aussi nombre d'inquiétants fantasmes, tel le rêve de « transhumanisme »²² ! Quelles sont les limites de l'usage des nano-objets « intelligents », « communicants », etc., en ce qui concerne la vie privée et les libertés publiques ?

Sont ici en jeu la mécanisation et la marchandisation de nos modes de vie comme la *totalitarismisation*²³ de nos sociétés.

Du débat démocratique.

À ces aspects idéologiques et éthiques s'ajoute une dimension *dialogique* dont relèvent les procédures de vulgarisation, de médiatisation et souvent les tenta-

22. Sur ce point, voir Jean-Yves GOFFI, « Transhumanistes et bioconservateurs », in V. ADAM et A. CAIOZZO (éd.), *La Fabrique du corps humain : la machine modèle du vivant*, Publications de la MSH-Alpes, Grenoble, 2010, pp. 351-371.

23. Nous nommons ainsi le processus insidieux et insensible qui, par la modification du vocabulaire, le formatage des comportements par la publicité, l'uniformisation des « informations », la manipulation médiatique, le traçage et profilage numérique des personnes, et la restructuration rhizostomique du complexe militaro-industriel, conduit à une dilution des liens sociaux, une déresponsabilisation des citoyens et un délitement des libertés individuelles et collectives.

tives, délibérées ou non, de manipulation de l'opinion publique comme des croyances communes. Est notamment ici en cause l'idéologie du *consensus* dont l'« éthique de la discussion » de Jürgen Habermas constitue selon nous l'exemple le plus clair²⁴. La prolifération des débats, participatifs ou non, forums, conférences de *consensus*, etc., constitue le symptôme d'un malaise profond qui ne saurait se résoudre par une politique de « communication » ou un effort de « pédagogie » à l'égard du « public ». S'impose ainsi de repenser les formes du débat démocratique, le rôle des instances de représentation ainsi que des mécanismes de contrôle politique. Nul doute qu'il convient, loin du rêve idéaliste d'un « espace public » irénique, de prendre en compte la dimension conflictuelle de *l'arène publique*. Il existe des conflits d'intérêts et des tactiques d'opacité. Que constatons-nous ces dernières années ? Au début, l'objectif était de susciter des discussions qui oscillaient entre totale naïveté et cynique manipulation, consistant à faire accepter à tout prix ce qui était préalablement décidé, construit, mis sur le marché. Très clairement, le « débat » était organisé *post festum*²⁵. Il s'agissait d'assurer l'« acceptabilité du produit par le consommateur ». En réaction, a émergé un type nouveau de contestation qui, revendiquant l'anonymat et exploitant les ressources d'Internet, a pris délibérément une forme également rhizostomique parfaitement adaptée à la situation nouvelle²⁶. On a tenté d'y répondre par la multiplication des comités d'éthique, une idéologie de la démocratie participative et des « nano-dialogues »²⁷ ! L'échec patent d'une telle stratégie montre que la question doit être repensée de fond en comble.

24. Voir notre article : « Dialogue & praxis, le cas Habermas », in B. GEAY et B. AMBROISE (éd.), *Langage & politique*, Paris, Puf-Curapp, 2009. Il s'agirait, en faisant abstraction des contraintes et divergences « stratégiques », de parvenir par un « agir communicationnel » purement rationnel et irénique à un *consensus* sur les valeurs socio-politiques. Bien entendu, Habermas se situe au niveau transcendantal et ne s'engage pas sur les modalités pratiques de la « discussion » (la « situation idéale de dialogue » s'avère un nouvel avatar de la rationalité pure pratique kantienne).

25. À Grenoble, de *Minatex* au projet *Giant* en passant par *NanoBio* et *Minalogic*, le schéma fut toujours le même : il s'est agi d'assurer *après coup* l'« acceptabilité » par le « public » de ce qui était déjà décidé, au moyen d'une longue série de « débats » tous plus démocratiques les uns que les autres : forums « Sciences et démocratie » (2005, 2006, 2007), les débats *Nanoviv* (2006) ; forums de *Libération* (2007, 2008) ; *ad libitum*. Au plan national, la Direction générale de la santé organisa à partir de 2007 des « nano-forums » et, de 2009 à 2010, la Commission du débat public proposa des « débats publics sur le développement et la régulation des nanotechnologies » qui furent un échec retentissant. Aujourd'hui, quatre autorités politiques en appellent à « des débats publics vraiment ouverts et contradictoires ». Voir « La France a besoin de scientifiques techniciens » par Robert Badinter, Jean-Pierre Chevènement, Alain Juppé et Michel Rocard, dans *Libération* du 14 octobre 2013. Ce quatuor insigne n'aura émis qu'un vœu pieux si l'on ne tire pas lucidement les enseignements des errements passés et si l'on n'a pas clairement conscience des enjeux socio-politiques.

26. L'opposition aux nanotechnologies (comme aux autres technologies « innovantes ») prit dès 2000 la forme d'un ensemble d'« individus politiques » anonymes, intitulé *Pièces et main d'œuvre* (PMO), qui propose un « site de bricolage pour la construction d'un esprit critique grenoblois ».

27. Nom donné à un module itinérant d'exposition et d'intervention. Existait aussi des projets de « nano-école ».

À terme, la structuration rhizostomique du dispositif technico-scientifique actuel peut, si l'on n'y prend garde, rendre *inélucltable* le principe de Dennis Gabor²⁸ : « Tout ce qui est possible se réalisera nécessairement²⁹. » On aura compris que cette question des nanotechnologies – qui doit être reposée à la lumière des contraintes imposées par la crise économique, sociale et écologique actuelle et à venir – ne se résoudra pas par la seule organisation de tables rondes au cours desquelles échangent, de façon plus ou moins amène, spécialistes et « experts » de divers acabits et où la « salle » a le droit de poser *au terme* quelques questions, mais par une véritable politique de formation scientifique des élèves, lycéens et étudiants, d'information objective du citoyen, de délibération politique transparente et éclairée, de mise en place d'instances effectives et efficaces de contrôle. La collusion initiale des sphères scientifique, industrielle, militaire, politique et médiatique, alliée à des stratégies dialogiques des plus maladroites, a engendré une perte évidente de légitimité démocratique et une méfiance profonde à l'encontre des « responsables » dont il importe de prendre la mesure.

DE LA NOVATION À L'INNOVATION : LE SAUT AXIOLOGIQUE

Envisagée conceptuellement, l'analyse d'une novation peut se déployer de façon objective en s'appuyant sur des faits et en les évaluant de façon polaire, dégageant leurs aspects positifs et négatifs. Une telle approche est cependant fortement contrecarrée par les effets idéologiques induits par les valorisations indues du passage à la dénomination d'« innovation ». À ne pas y prendre garde, *toute novation va se parer du titre d'innovation* pour peu que d'aucuns y trouvent un intérêt quelconque (industriel, commercial, politique, médiatique, culturel, militaire, etc.). Or, *hic est saltus* et le saut est axiologique. Par-delà toute stratégie manipulatrice d'acceptabilité, il importe absolument qu'individuellement et collectivement nous soyons en mesure d'apprécier et d'évaluer clairement les modalités d'usage, les effets et conséquences personnelles et sociétales de la prétendue innovation. Les enjeux, manifestement éthiques et politiques, engagent un *choix de valeurs* impliquant une conception de la Nature, de l'Homme, de son environ-

28. Physicien hongrois, il reçut en 1971 le prix Nobel de physique pour son invention en 1948 de l'holographie.

29. Dans ce domaine comme dans tant d'autres, l'argument pour lever tout scrupule éthique et/ou politique est : « Si nous ne le faisons pas, d'autres le feront. » Cet argument pernicieux – que nous nommons « argument de la compétitivité » – constitue l'un des ressorts rhétoriques du dispositif rhizostomique conduisant à l'abandon par ses agents de toute responsabilité personnelle.

nement (*Umwelt*) et de sa vie sociale (*Lebenswelt*). La *vigilance* s'impose, là comme ailleurs, mais peut-être là encore *plus* qu'ailleurs³⁰. L'évaluation axiologique peut parfaitement conduire à une inversion des valorisations usuelles. Les « innovations » tant vantées peuvent être légitimement contestées. Ainsi en va-t-il des OGM (organismes génétiquement modifiés) en passant par les GDS (gaz de schiste) jusqu'aux procédures insidieuses de contrôle autorisées par les objets communicants (RFID)³¹ ou la multiplication des drones. Si, en théorie, l'on peut s'accorder sur l'analyse conceptuelle des novations, il ne saurait en être de même des innovations qui, constitutivement, ouvrent débats, disputes et conflits. Ainsi peut-on s'entendre pour décrire l'invention des nanotubes de carbone et distinguer les avantages et inconvénients de cette novation³². Mais demeure entière la question de sa *valeur d'innovation* requérant que l'on s'interroge sur son utilité, les effets divers de ses utilisations³³. On ne se situe plus alors dans l'enquête objective et factuelle.

À l'aune de valeurs humaines et sociétales fondamentales telles que la liberté, l'égalité, la démocratie, la santé, la paix, le souci de l'environnement, la plupart des innovations contemporaines paraîtront futiles et même mortifères. À l'échelle planétaire ont-elles assuré la paix universelle, l'aisance des peuples, l'harmonie sociale ou la sérénité des individus ? Dans un univers qui prône le bonheur narcissique par la consommation individuelle et la réussite par la recherche aveugle du profit à court terme, ce qu'on a appelé « innovation » consiste bien souvent à *faire du vieux avec du neuf*. La réelle innovation serait enfin d'en finir avec les conflits armés, les déséquilibres continentaux, la famine, les génocides, l'exploitation, la misère, la détresse, etc. Toute la question se résume à celle des finalités que poursuit l'humanité.

30. Plus actuel que jamais nous paraît l'appel de Pierre Mendès-France à la *vigilance démocratique* : « Que le pouvoir soit délégué pendant cinq ans à des hommes non contrôlés même s'ils ont été librement élus, ce n'est pas encore la démocratie. La démocratie, c'est quelque chose qui doit se manifester de manière permanente [...] par la persistance de la pression du peuple, par l'action des citoyens toujours vigilants et exigeants pour que leurs décisions soient respectées ; et d'autre part, sur un autre plan par les réformes institutionnelles qui doivent permettre à ces pressions de s'exercer, de se faire jour là où se prennent les décisions, là où s'exercent ces contrôles. »

31. Les *Radio Frequency Identification Devices* sont des puces électroniques, munies d'une antenne, qui, implantables sur des matériaux, objets, animaux et humains, permettent par lecture à distance leur traçabilité et leur contrôle.

32. Ce sont des matériaux environ cent fois plus résistants que l'acier et six fois plus légers (ces propriétés varient selon leur structure), doués d'une grande conductibilité thermique et électrique. De diamètre allant de 1 à 10 nm, les nanomolécules de carbone peuvent se disperser et engendrer une pollution dont on mesure encore mal la toxicité ainsi que les conséquences écologiques et sanitaires. (Il semblerait que certaines nanoparticules passent les barrières hémato-encéphaliques.) La plupart du temps, les potentialités ouvertes par une novation technique sont difficilement prévisibles et contrôlables *a priori*. D'où la nécessité d'un suivi constant et d'un contrôle pérenne.

33. On envisage leur utilisation en aérospatiale, aéronautique, industrie automobile, audiovisuel, informatique, etc.

Comme le saut quantique en physique, le saut axiologique imposé par les innovations technologiques récentes (nano ou non) produit des perturbations inédites dont il convient de prendre toute la mesure. Il s'agit désormais d'un défi majeur pour les sciences de l'homme et de la société.

Denis VERNANT

Professeur à l'université Pierre-Mendès-France, Grenoble