

Pour une évaluation normative du programme nanotechnologique

Un moratoire des recherches, ou même, à court terme, un encadrement législatif ou réglementaire, ne pourrait être que mondial. Le mieux que l'on puisse espérer est d'accompagner, à la même vitesse que leur développement et, si possible, en l'anticipant, la marche en avant des nanotechnologies, par des études d'impact et un suivi permanent, non moins interdisciplinaires que les nanosciences elles-mêmes.

par Jean-Pierre Dupuy (1)

Il n'est pas fréquent que les *Annales des Mines* publient un article à caractère philosophique, fût-il écrit par un chercheur venu à la philosophie par les sciences. Si le lecteur éprouve un sentiment d'étrangeté, j'ai tout fait pour qu'il ne résulte ni d'un jargon obscur ni de références absconses à tel maître du passé. L'interrogation philosophique devrait être accessible à tous, et le fait de tous. Elle implique la pratique systématique du doute, le travail sur les concepts qui nous servent à penser le monde, la remise en cause des fausses certitudes. Là où le philosophe est passé, on en « sait » moins après

qu'avant. Ce qu'on croyait savoir à tort a fait place à une attitude d'étonnement et de questionnement. Puisqu'il s'agit ici de philosophie pratique, il faut ajouter que les réponses éthiques ne préexistent pas aux problèmes qui les suscitent, contrairement à ce que pensent parfois les dits comités d'éthique. La tâche du philosophe n'est pas d'appliquer des doctrines toutes faites, kantiennes ou autres, aux objets qui le sollicitent, mais de construire, à partir de l'objet, un cadre conceptuel adéquat.

Le jeu en vaut-il la chandelle ?

Le débat sur les avantages et les risques est mal parti. La philosophie n'est pas la seule discipline qui se donne pour ambition de former des jugements normatifs fondés – normatifs, c'est-à-dire portant sur ce qui devrait être et non pas sur ce qui est. Le droit et l'économie ont la même prétention. Pour une bonne part, la très grande difficulté que nous avons à penser clairement, en termes normatifs, au sujet des technologies émergentes, résulte de ce que la vision économique du monde exerce un quasi monopole sur leur évaluation. C'est toujours en termes de bilan entre des coûts et des avantages que celle-ci se fait. C'est presque toujours en termes de « risques » que les coûts s'expriment. Le fameux principe de précaution, qui en théorie relève du droit, est en réalité tout entier pris dans cet économisme que je dénonce.

La plaquette que le Ministère de la recherche et des nouvelles technologies vient de consacrer à la présentation du « nanomonde » se conclut sur les mots suivants : « Les enjeux sociétaux des nanotechnologies sont importants. La perspective de manipuler la matière à l'échelle moléculaire et d'interférer avec le monde du vivant pose bien évidemment des questions d'éthique. [...] Tout progrès scientifique comporte un risque, mais les risques des nanosciences, qui peuvent dans une certaine mesure être maîtrisés, sont à mettre en balance avec les immenses avantages qu'elles apportent, dans le domaine de la santé et de l'environnement notamment. » On ne saurait mieux illustrer cette réduction de l'évaluation sociale et éthique à la seule problématique du calcul coûts-avantages et à l'analyse des risques. Mais, dirait le premier kantien venu, la prudence et l'éthique ne sauraient être assimilées l'une à l'autre sans confusion grave.

Je défends une thèse qui peut se dire simplement : l'évaluation normative (2) du programme nanotechnologique doit donner sa juste place à la question des « risques », cela va de soi, mais ni plus ni moins. Or, dans la confusion actuelle qui tient lieu de débat, les « risques » occupent toute la place. La seule façon de sortir de l'ornière est de se libérer de ce carcan mental et cela à deux niveaux : il faut comprendre que 1) les

Les promoteurs des nanotechnologies sont nombreux, puissants et influents

(1) Professeur de philosophie à l'École Polytechnique et à l'université Stanford. Membre du Conseil Général des Mines et de l'Académie des Technologies – jpdupuy@stanford.edu

(2) Le lecteur peut se demander si cette expression n'est pas un pléonasme. Elle ne l'est pas, car il existe des évaluations non normatives, celles qu'opère le marché, par exemple.

risques ne sont qu'un type d'effets parmi beaucoup d'autres, et certainement ni les plus importants ni les plus intéressants ; 2) le calcul des risques, qui est la seule méthode d'évaluation envisagée, est complètement inadapté à l'appréhension normative de la plupart des effets.

Les promoteurs des nanotechnologies sont nombreux, puissants et influents : les scientifiques et les ingénieurs enthousiasmés par la perspective de percées fabuleuses ; les industriels attirés par l'espoir de marchés gigantesques ; les gouvernements des nations et des régions du globe terrorisés à l'idée de perdre une course industrielle, économique et militaire très rapide où vont se jouer les emplois, la croissance, mais aussi les capacités de défense de demain ; et, enfin, les représentants de ce vaste sujet collectif et anonyme qu'est la fuite en avant technologique où la technique apparaît seule capable de contenir les effets indésirables et non voulus de la technique.

On se s'étonne donc pas que soient vantés partout en termes hyperboliques les bienfaits pour l'humanité de la révolution scientifique et technique en cours. Le rapport américain de la National Science Foundation (NSF) qui a pour titre « Converging Technologies for Improving Human Performances » (2002), bat sans doute tous les records. Il ne promet pas moins à terme que l'unification des sciences et des techniques, le bien-être matériel et spirituel universel, la paix mondiale, l'interaction pacifique et mutuellement avantageuse entre les humains et les machines intelligentes, la disparition complète des obstacles à la communication généralisée, en particulier ceux qui résultent de la diversité des langues, l'accès à des sources d'énergie inépuisables, la fin des soucis liés à la dégradation de l'environnement. Prudemment, le rapport conjecture que « l'humanité pourrait bien devenir comme un 'cerveau' unique, [dont les éléments seraient] distribués et interconnectés par des liens nouveaux parcourant la société. » On

A trop vanter les conséquences positives de la révolution en cours, on s'expose à ce que des critiques non moins hypertrophiées s'efforcent de la tuer dans l'œuf

reçoit cependant un choc en découvrant que l'un des deux responsables de la publication, William Sims Bainbridge, technocrate influent de la NSF, milite dans la vie civile dans un mouvement qui prêche le « transhumanisme », c'est-à-dire le dépassement de l'imparfaite espèce humaine par une cyber-humanité. Celle-ci pourra accéder à l'immortalité lorsqu'on saura transférer le contenu informationnel du cerveau, « donc » l'esprit et la personnalité de chacun, dans des mémoires d'ordinateur. On ne s'amuse plus du tout lorsqu'on apprend que, prévoyant des résistances de la part des institutions et des élites « traditionnelles », à commencer par les religions établies, M. Bainbridge en appelle à la rébellion et à la constitution de sociétés secrètes (3).

Double langage

Quelques chercheurs de base sont assez lucides pour comprendre ceci. A trop vanter les conséquences positives « fabuleuses » ou « immenses » de la révolution en cours, on s'expose à ce que des critiques non moins hypertrophiées s'efforcent de la tuer dans l'œuf. Si l'on prend au sérieux le programme de celui qui a lancé aux Etats-Unis le projet nanotechnologique, Eric Drexler, alors on ne peut pas ne pas s'effrayer des risques inouïs qui en résulteraient (4). Le succès du dernier roman de Michael Crichton, *Prey*, a rendu célèbre dans toute l'Amérique le risque de *gray goo*, dit encore d'écophagie globale : le risque d'une autoréplication sauvage des nanomachines chères à Drexler, à la suite d'un accident de programmation. Tout ou partie de la biosphère serait alors détruite par épuisement du carbone nécessaire à l'autoreproduction des nano-engins en question. Ce risque ne peut vraiment effrayer que celui qui croit à la possibilité de telles machines. Il suffit de nier cette possibilité pour écarter le pseudo-risque d'un haussement d'épaules (5).

En introduction à un numéro spécial du *Journal du CNRS* de l'été 2002, consacré au « nanomonde », l'actuel directeur du département « sciences physiques et mathématiques » du CNRS, Michel Lannoo, éminent physicien, spécialiste des semi-conducteurs et l'un des principaux artisans du développement des nanosciences en France, déclarait : « L'œuvre d'Eric Drexler m'a beaucoup influencé. J'ai acheté vingt-cinq exemplaires d'un de ses livres, *Engines of Creation*, pour que chacun des membres de mon laboratoire le lise. » Et pourtant, il est aujourd'hui de bon ton, dans le lobby nanotechnologique français, de railler comme « non sérieuses » les élucubrations de Drexler. La vérité est que la communauté scientifique tient un double langage, ainsi qu'elle l'a souvent fait dans le passé. Lorsqu'il s'agit de vendre son produit, les perspectives les plus grandioses sont agitées à la barbe des décideurs. Lorsque les critiques, alertés par tant de bruit, soulèvent la question des risques, on se rétracte : la science que nous fai-

(3) Le lecteur pourra juger par lui-même en consultant le site <http://www.transhumanism.com/>. A noter que M. Bainbridge n'est pas lui-même un scientifique : c'est un sociologue spécialisé dans l'étude des sectes religieuses. Il est donc bien placé pour évaluer le type de résistance que l'esprit religieux opposera à la progression du programme transhumaniste !

(4) Voir le rapport du groupe ETC – qui fit naguère plier Monsanto sur les OGM –, *The BigDown*, accessible sur la Toile à <http://www.etcgroup.org/>. ETC a déposé un projet de moratoire sur les nanotechnologies à la conférence de Johannesburg, qui n'a évidemment pas été retenu.

(5) La question de savoir si le programme de Drexler, baptisé *Molecular Nanotechnology* (MNT) ou encore *Molecular Manufacturing*, est physiquement, techniquement, industriellement ou économiquement possible, est très vigoureusement débattue aux Etats-Unis et ailleurs – mais certainement pas en France. Le prix Nobel de chimie Richard Smalley, l'un des découvreurs/inventeurs de la fullerène, et Eric Drexler lui-même échangent arguments et contre-arguments sur ce point, chacun accusant l'autre au plan *moral* : Smalley reproche à Drexler de causer des peurs injustifiées en agitant des menaces qui ne verront jamais le jour ; à quoi Drexler répond en accusant Smalley d'empêcher, par ses propos irresponsables, que la société se prépare à affronter des risques inédits et sans doute considérables. Il faut croire que Drexler a gagné ce combat, sinon au plan scientifique, du moins au plan politique, puisque le Congrès américain a passé mi-novembre 2003 un « bill » sur « les nanotechnologies du vingt-et-unième siècle » qui prévoit une étude d'impact de la MNT et des nanorobots capables de s'auto-répliquer qui la réaliseront, comme s'il n'y avait pas de doute au sujet de leur possibilité. A noter que la plaquette du Ministère français de la recherche déjà citée semble prendre au sérieux de tels risques, puisqu'on y lit, dans le passage mentionné : « Les risques des systèmes auto-reproducteurs, avec dissémination intra-corporelle ou dans l'environnement, ne doivent eux aussi pas être cachés (*sic*). Ils existent dans des technologies actuelles que les nanotechnologies sont amenées à remplacer. »

sons est modeste. Le génome contient l'essence de l'être vivant *mais* l'ADN n'est qu'une molécule comme une autre – et elle n'est même pas vivante ! Grâce aux OGM, on va résoudre une fois pour toutes le problème de la faim dans le monde, [...] *mais* l'homme a pratiqué le génie génétique depuis le Néolithique. Les nanobiotechnologies permettront de guérir le cancer et le Sida, *mais* c'est simplement la science qui continue son bonhomme de chemin. Par cette pratique du double langage, la science ne se montre pas à la hauteur de ses responsabilités.

« La science ne pense pas », disait Heidegger. Il ne voulait évidemment pas dire que les scientifiques sont tous des imbéciles. La thèse est que, par constitution, la science est incapable de ce retour réflexif sur elle-même qui est le propre de toute activité humaine responsable. Le débat public sur les nanotechnologies, déjà intense aux Etats-Unis, encore au stade embryonnaire en France, a toutes chances de dégénérer dans la confusion. Il va être, il est déjà, presque impossible de réfléchir.

La question essentielle est la suivante : comment expliquer que la technoscience soit devenue une activité si « risquée » que, selon certains scientifiques de premier plan, elle constitue aujourd'hui la principale menace à la survie de l'humanité (6). Certains philosophes répondent à cette question en disant que le rêve de Descartes – « se rendre maître et possesseur de la nature » – a mal tourné. Il serait urgent d'en revenir à la « maîtrise de la maîtrise ». Ils n'ont rien compris. Ils ne voient pas que la technoscience qui se profile à l'horizon, par convergence de toutes les disciplines, vise précisément à la non-maîtrise. L'ingénieur de demain ne sera pas un apprenti sorcier par négligence ou incompetence, mais par finalité. Il se « donnera » des structures ou organisations complexes et il se posera la question de savoir ce dont elles sont capables, en explorant le paysage de leurs propriétés fonctionnelles – démarche « ascendante », ou *bottom-up*, comme on dit en français. Il sera au moins autant un explorateur et un expérimentateur qu'un réalisateur. Ses succès se mesureront

plus à l'aune de créations *qui le surprendront lui-même* que par la conformité de ses réalisations à des cahiers des charges préétablis. Des disciplines comme la vie artificielle, les algorithmes génétiques, la robotique, l'intelligence artificielle distribuée, répondent déjà à ce schéma.

Un regroupement de centres de recherches européens s'est donné pour nom *NanoToLife* – abréviation de « *B r i n g i n g* Nanotechnology to

Life ». L'ambivalence de l'expression est un chef d'œuvre de ce double langage que je dénonçais ci-dessus. Elle peut signifier, modestement, dans une attitude de retrait, « Faire venir les nanotechnologies à l'existence », ou bien encore « Rapprocher les nanotechnologies des sciences de la vie ». Mais on ne peut pas ne pas y entendre le projet démiurgique de fabriquer de la vie au moyen de la technique. Et celui qui veut fabriquer – en fait, *créer* – de la vie ne peut pas ne pas ambitionner de reproduire sa capacité essentielle, qui est de créer à son tour du radicalement nouveau.

Le lobby nanotechnologique a actuellement peur. Il a peur que son opération de relations publiques aboutisse à un ratage encore plus lamentable que celui qu'a connu le génie génétique. Avec la conférence d'Asilomar en 1975, les choses avaient pourtant bien commencé pour la communauté scientifique. Celle-ci avait réussi à se donner le monopole de la régulation du domaine. Trente ans plus tard, le désastre est accompli. La moindre réalisation biotechnologique fait figure de monstruosité aux yeux du grand public. Conscients du danger, les promoteurs des nanotechnologies cherchent une issue du côté de la « communication » : calmer le jeu, rassurer, assurer l'« acceptabilité ». Ce vocabulaire de la pub a quelque chose d'indécent dans la bouche des scientifiques (7).

La convergence des technologies

On va résoudre le problème de la faim dans le monde... mais l'homme a pratiqué le génie génétique depuis le Néolithique

Pendant que les participants à ce dialogue de sourd s'invectivent au sujet de la réalité des risques et des avantages ou pour savoir qui des uns ou des autres l'emportera dans la balance du calcul économique, personne ne réfléchit à des enjeux ou des effets qui, bien que plus cachés, n'en sont pas moins fondamentaux. De ces effets, l'analyse en

termes de risques n'a rien à dire. Pour qu'il y ait risque trois éléments doivent être présents : a) une éventualité de

dommage, affectée normativement d'un signe moins ; b) un degré de vraisemblance assigné en principe à l'occurrence de ce dommage ; c) une population d'individus touchés potentiellement par le dommage et dont les « utilités » (ou « satisfactions », ou « ophélimités », etc.) servent d'étalon pour l'appréciation du dommage. Le débat sur la « précaution » a introduit une distinction d'ordre *épistémique*, à savoir le type de connaissance que les acteurs ont ou n'ont pas du degré de vraisemblance de l'occurrence du dommage, par exemple sous la forme de probabilités objectives. Je crains que ce débat n'ait brouillé les pistes en détournant de l'essentiel. L'essentiel, ce sont ces effets qui ne sont pas des risques, en ce qu'ils ne satisfont aucune des trois conditions que je viens de rappeler. Lorsque la National Science Foundation dit des nanotechnologies qu'elles vont « entraîner un changement de civilisation », bien malin serait celui qui s'aventurerait à mettre un signe, plus ou moins, devant cette éven-

(6) Cf. la mise en garde, très remarquée et discutée, de l'un des informaticiens américains les plus brillants, Bill Joy, parue dans la revue très « branchée », *Wired*, sous le titre éloquent : « Why the future doesn't need us » (avril 2000). Le sous-titre précise : « Our most powerful 21st-century technologies – robotics, genetic engineering, and nanotech – are threatening to make humans an endangered species. » Voir aussi le livre de l'astronome royal britannique, Sir Martin Rees, *Our Final Hour. A Scientist's Warning : How Terror, Error, and Environmental Disaster Threaten Humankind's Future in this Century – on Earth and Beyond*, Basic Books, New York, 2003.

(7) Devant l'incertitude qui s'attache aux risques des nanotechnologies existantes pour ce qui concerne la santé humaine et l'environnement, et en l'absence de toute réglementation, il semble que, pour sa part, le monde des affaires et de l'industrie s'interroge et ralentisse les investissements.

tualité, qui se prononcerait sur son degré de vraisemblance ou qui en évaluerait les conséquences en additionnant les différentiels d'« utilités » sur toute la population.

J'ai utilisé l'expression « technologies convergentes » en l'empruntant au document officiel américain « *converging Technologies* » déjà cité, mais plus connu sous l'acronyme NBIC : la convergence dont il s'agit est en effet celle des Nanotechnologies, des Biotechnologies, des technologies de l'Information et des sciences Cognitives. (8).

Porter d'emblée la réflexion normative au niveau le plus englobant, celui des NBIC, présente deux avantages. On est d'abord moins incité à tomber dans le piège qui consiste à traiter chacun des « risques nouveaux » comme s'il était isolé. Puisque les technologies convergent, les effets dont elles sont grosses font eux-mêmes système. La tâche prioritaire qui incombe à celui qui entreprend de porter un jugement normatif sur ces technologies est de retracer le système de leurs effets. Un second avantage est que certaines composantes des NBIC donnent mieux à voir que d'autres, suivant le cas, tel ou tel aspect de la méthode d'évaluation. A se limiter à l'une d'entre elles, on se priverait inutilement de matériaux.

Les effets sur les relations de domination (effets de pouvoir)

Nous savons tous que ces effets sont considérables et que ce sont eux qui, au fond, mobilisent l'opinion et expliquent l'essentiel de ses rejets. Comme tous les acteurs – y compris les opposants –, ont, certes inégalement, des enjeux de pouvoir, un *déplacement*, comme on dirait en psychanalyse, a souvent lieu, et le débat en vient à porter uniquement sur les risques. Ce qui en vérité est en jeu va de l'appropriation par un tout petit nombre de firmes des conditions de production et de reproduction de la vie à la domination qu'exercent la science et la technique sur des populations qui dans leur immense majorité n'ont pas accès à la

culture scientifique et technique ; de l'humiliation que les scientifiques ressentent à devoir se livrer à des opérations publicitaires ou de relations publiques pour conquérir une « acceptabilité » de plus en plus évanescence à la colère de ceux qui n'ont plus la maîtrise de ce qu'ils mangent ; de l'approfondissement des inégalités mondiales aux nouvelles pauvretés engendrées par le monopole qu'exercent les techniques nouvelles sur des actes ou des relations qui traditionnellement échappaient à la technique ; etc.

Les effets sur le rapport à la nature (effets ontologiques)

Le débat actuel sur la transformation du rapport à la nature provoquée par les techniques nouvelles se présente ainsi. D'un côté, l'écologie profonde qui fait de la nature un modèle immuable d'équilibre et d'harmonie, et de l'homme un prédateur irresponsable et dangereux ; de l'autre, le projet humaniste moderne d'arracher l'homme à la nature et de le rendre maître et possesseur du monde et de lui-même. Dans un cas la « transgression » est vilipendée, dans l'autre elle est revendiquée. Entre les deux, peut-être, une série de positions intermédiaires : les scientifiques sur la défensive soulignent que l'homme fait partie de la nature, que ses interventions

par essence naturelles et que les techniques actuelles ne font qu'accélérer des processus qui ont toujours eu lieu ; une position raisonnable ne consisterait-elle pas à limiter l'action de l'homme sur la nature à des interventions qui ne mettent pas en péril son bien-être ou sa survie ?

Je crains que le débat ainsi engagé ne passe à côté de l'essentiel. En arrière-fond de tout « paradigme » scientifique et technique, il y a ce que Karl Popper appelait un « programme métaphysique de recherches » – ensemble non « testable » de propositions que l'on tient pour vraies sans chercher à les remettre en cause, cadre théorique qui limite le type de questions que l'on pose mais aussi qui en donne l'inspiration première.

re. Le programme métaphysique de recherches des NBIC tient dans les deux mots d'ordre suivants (9) :

a) Il faut viser à naturaliser l'esprit pour qu'il retrouve sa place au sein de la nature qui l'a engendré ;

b) Cette naturalisation de l'esprit passe par une mécanisation et une artificialisation, tant de la nature que de l'esprit. Par rapport au débat en cours, le paradoxe est considérable et fait penser au tour du célèbre clown Grock qui, avant de se mettre à jouer – magnifiquement – les variations Goldberg, trouvait la juste distance entre le tabouret et son Steinway... en déplaçant péniblement ce dernier. Si les NBIC, ce chef d'œuvre de l'esprit humain, ambitionnent de prendre le relais de la nature et de la vie, ce n'est que parce qu'elles ont auparavant complètement redéfinies ces dernières à leur image. Voici comment l'un de leurs promoteurs réécrit en termes purement technologiques l'évolution qui a conduit de l'origine de la vie à la complexité présente de la biosphère : « [Au départ], des algorithmes génétiques en nombre astronomique se déplaçaient en titubant à la surface de la terre et dans les profondeurs sous-marines [...] Finalement, l'écologie tout entière du monde vivant sur la planète a accumulé, et représenté aujourd'hui, sous forme comprimée et schématisée, une quantité colossale d'information » (10).

Une fois admise une telle vision du monde, il n'y a qu'un pas pour en arriver à former le projet de se rendre maître de ces machines informationnelles ou algorithmiques, d'abord en les simulant et en les reproduisant (naissance de l'intelligence, puis de la vie artificielles), ensuite en intervenant sur elles à la manière de l'ingénieur (biotechnologies, technologies cognitives, etc.). Le problème n'est plus de savoir jusqu'à quel point on peut ou on doit « transgresser » la nature. Le problème, c'est que la notion même de transgression est sur le point de perdre tout son

(8) Le rapport est accessible sur la Toile à <http://www.vtcc.org/ConvergingTechnologies/>

(9) Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind*, Princeton University Press, 2000, « Introduction ».

(10) Damien Broderick, *The Spike. How our lives are being transformed by rapidly advancing technologies*, New York, Forge, 2001.

sens. L'homme ne rencontrera jamais plus qu'un monde à l'image de ses propres créations artificielles.

Les effets sur le rapport à la connaissance (effets épistémiques)

A l'aube des temps modernes, Jean-Baptiste Vico formula dans des termes célèbres le postulat de la « nouvelle science » (1725) : « *Verum et factum convertuntur* » (Ce qui est vrai et ce que l'on fait sont convertibles). Nous ne pouvons connaître rationnellement que ce dont nous sommes la cause, que ce que nous avons fabriqué. A l'origine, le principe du *verum factum* s'entendit sur le mode du manque : nous ne pourrions jamais connaître la nature comme Dieu, car Celui-ci l'a créée et nous ne pouvons que l'observer. Bientôt cependant, le principe acquit une valeur positive, plus en confor-

mité avec l'affirmation croissante du subjectivisme moderne. Ce que l'homme fait, il peut le connaître rationnellement, de façon démonstrative et déductive, malgré la finitude de son entendement. Par ordre décroissant de perfection de la connaissance, les mathématiques, selon ce critère, étaient classées en premier, suivies cependant non par les sciences de la nature, mais par les sciences morales et politiques. « L'Histoire [était] la seule et unique sphère où l'homme pourrait obtenir la connaissance certaine puisqu'il n'y aurait affaire qu'aux produits de l'activité humaine » (11). Cependant, la science de la nature elle-même devait être dès les commencements orientée par la conviction qu'on ne peut connaître qu'en faisant, ou plutôt qu'en re-faisant. « Dès le début (...) le savant aborda la nature du point de vue de Celui qui l'a créée » (12). L'insistance sur le comment des processus plutôt que sur l'être des choses s'explique ainsi, mais aussi et surtout le rôle considérable dévolu à l'expérimentation et à la modélisation par la science. « Pour utiliser l'expérimentation afin de connaître, il fallait déjà être convaincu que l'on ne peut connaître que ce que l'on a fait, car cette conviction signifiait que l'on peut s'informer des choses que l'homme n'a

point faites en se représentant et en imitant les processus qui les ont amenées à l'existence » (13).

Avec les NBIC, cependant, le *verum factum* devrait trouver son aboutissement ultime. Ce n'est plus seulement en faisant des expériences sur elle, ce n'est plus seulement en la modélisant, que les hommes désormais connaîtront la nature. C'est en la re-faisant. Mais, du coup, ce n'est plus la nature qu'ils connaîtront, mais ce qu'ils auront fait. Ou plutôt, c'est l'idée même de nature, donc de donné extérieur à soi, qui apparaîtra comme dépassée. La distinction même entre connaître et faire perdra, avec les NBIC, tout son sens, de même que celle qui sépare encore aujourd'hui le savant de l'ingénieur (14).

Nous ne pouvons connaître rationnellement que ce que nous avons fabriqué (Vico)

Les effets sur la possibilité même de l'éthique (effets éthiques)

En traitant la nature comme un artefact, l'homme se donne le pouvoir d'agir sur la nature à un degré qu'aucune technoscience jusqu'ici n'a jamais rêvé d'atteindre. Cette nature artificielle, l'homme peut espérer non seulement la manipuler à volonté, mais même la fabriquer selon ses désirs et ses fins. Les nanotechnologies ouvrent un continent immense que l'homme va devoir normer s'il veut leur donner sens et finalité. Il faudra alors que le sujet humain recoure à un surcroît de volonté et de conscience pour déterminer, non pas ce qu'il peut faire, mais bien ce qu'il *doit* faire. Il y faudra toute une éthique, infiniment plus exigeante que celle qui, aujourd'hui, se met lentement en place pour contenir le rythme et les dérives des biotechnologies. Qui dit « éthique », « conscience », « volonté » dit le triomphe du sujet. Mais que signifie ce triomphe dans une conception du monde qui traite la nature, y compris l'homme, comme une machine computationnelle ? Cet homme qui s'est ainsi fait machine, au nom de quoi ou de qui va-t-il exercer son immense pouvoir sur la nature et sur lui-même ? Au nom du mécanisme aveugle auquel il s'identifie ? Au nom d'un sens dont il prétend qu'il n'est qu'apparence ou

phénomène ? Sa volonté et ses choix ne peuvent qu'être suspendus dans le vide. L'élargissement sans limites du champ de l'éthique se traduit par la négation de l'éthique, de la même manière que la connaissance d'une nature devenue tout entière l'objet du faire humain se traduit par la négation, et de la nature, et de la connaissance. *Les effets sur les catégories (effets métaphysiques)*

Avec le biophysicien et philosophe Henri Atlan, on peut tout à la fois considérer que les métaphores mécanistes et informationnelles sur lesquelles se sont bâties tant les sciences cognitives que la biologie moléculaire sont scientifiquement et philosophiquement fausses et concéder qu'elles nous donnent une puissance d'agir et une maîtrise radicalement inédites sur le donné naturel et vivant (15). Si tel est le cas, les succès mêmes que remporteront ces nouvelles technologies rendront les représentations mécanistes et informationnelles de la nature et de la vie incontestables et nul ne pourra plus voir qu'elles sont illusoire. Il n'est pas exagéré de parler d'effets métaphysiques.

L'effet le plus troublant est sans conteste le brouillage des distinctions catégorielles au moyen desquelles l'humanité, depuis qu'elle existe, s'est toujours repérée dans le monde. Le naturel non vivant, le vivant et l'artefact sont en bonne voie de fusionner.

La responsabilité de la science

Ces effets sont graves et ce n'est pas parce qu'on ne peut dire simplement s'ils sont « bons » ou « mauvais », encore moins les quantifier ou leur affecter des probabilités d'occurrence, qu'on doit les négliger. A se limiter à la question des risques, on regarderait là où il

(11) Hannah Arendt, *Condition de l'homme moderne*, Calmann-Lévy, 1961, p. 336.

(12) *Ibid.*, p. 333.

(13) *Ibid.*, p. 332. Cf. aussi Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind*, op. cit., chapitre premier.

(14) On voit déjà aujourd'hui avec les seules biotechnologies que la distinction entre découverte et invention, sur laquelle repose le droit des brevets, est de plus en plus délicate à tracer, ainsi que l'attestent les débats sur la brevetabilité du vivant.

(15) Voir Henri Atlan, *La fin du « tout génétique » ?*, Paris, INRA Éditions, 1999.

y a de la lumière – tout en sachant que ce que l'on cherche est ailleurs.

Que faire ? Il serait naïf de croire que l'on pourrait envisager un moratoire des recherches, ou même, à court terme, un encadrement législatif ou réglementaire, lequel, en tout état de cause, ne pourrait être que mondial. Les forces et les dynamiques à l'œuvre n'en feraient qu'une bouchée. Le mieux que l'on puisse espérer est d'accompagner, à la même vitesse que leur développement et, si possible, en l'anticipant, la marche en avant des nanotechnologies, par des études d'impact et un suivi permanent, non moins interdisciplinaires que les nanosciences elles-mêmes. Une sorte de mise en réflexivité en temps réel du changement scientifique et technique serait une première dans l'histoire de l'humanité. Elle est sans doute rendue inévitable par l'accélération des phénomènes.

La science, en tout cas, ne peut plus échapper à sa responsabilité. Cela ne veut évidemment pas dire qu'il faut lui donner le monopole du pouvoir de décision. Aucun scientifique ne le souhaite. Cela veut dire qu'il faut obliger la science à sortir de son splendide isolement par rapport aux affaires de la Cité. La responsabilité de décider ne peut se concevoir que partagée. Or c'est de cela que les scientifiques, tels qu'ils sont formés et tels qu'ils s'organisent à présent, ne veulent absolument pas. Ils préfèrent de beaucoup s'abriter derrière

le mythe de la neutralité de la science. Qu'on les laisse accroître les connaissances en paix et que la société, sur cette base, décide de là où elle veut aller. Si tant est que ce discours ait jamais eu une quelconque pertinence, il est aujourd'hui irrecevable.

Les conditions de possibilité d'un partage et d'une articulation des responsabilités entre la science et la société ne sont aujourd'hui nulle part réunies. L'une de ces conditions, la principale peut-être, exige de l'un et l'autre partenaire une révolution mentale. Ils doivent ensemble viser, selon la belle expression du physicien Jean-Marc Lévy-Leblond, à mettre la science en culture. *Connaître* la science, c'est tout autre chose que s'informer à son sujet. La débilite des programmes scientifiques mis en place par les médias à l'adresse du grand public résulte, soit dit en passant, de la confusion entre information et culture scientifiques. C'est évidemment la manière dont on enseigne la science dans l'enseignement secondaire mais aussi supérieur qui est complètement à revoir. Introduire dans le cursus l'histoire et la philosophie des sciences est une nécessité, mais qui est loin d'être suffisante : la réflexion sur la science doit faire partie inté-

grante de l'apprentissage de la science. Mais, de ce point de vue, hélas, la plupart des scientifiques ne sont pas plus cultivés que l'homme de la rue.

La raison en est la spécialisation du métier de scientifique. Dès le début du vingtième siècle, Max

Weber l'avait parfaitement senti. Dans sa conférence de 1917, *Le métier et la vocation de savant*, il prononçait ces terribles paroles :

« *De nos jours, et au regard de l'organisation [Betrieb] scientifique, [la] vocation [scientifique] est d'abord déterminée par le fait que la science est parvenue à un stade de spécialisation qu'elle ne connaissait pas autrefois et dans lequel elle se maintiendra à jamais, pour autant que nous puissions en juger. L'affaire ne tient pas tant aux conditions extérieures du travail scientifique qu'aux dispositions intérieures du savant lui-même : car jamais plus un individu ne pourra acquérir la certitude d'accomplir quelque chose de vraiment parfait dans le domaine de la science sans une spécialisation rigoureuse. [...] De nos jours l'œuvre vraiment définitive et importante est toujours une œuvre de spécialiste. Par conséquent, tout être qui est incapable de se mettre pour*

Il faut obliger la science à sortir de son splendide isolement par rapport aux affaires de la Cité

(16) *Le savant et le politique*, Librairie Plon, 1959.

ainsi dire des œillères [...] ferait mieux tout bonnement de s'abstenir du travail scientifique. « (16).

En dépit de leur brio, il faut souhaiter que les analyses de Max Weber soient démenties par l'avenir. Des savants avec des œillères, c'est précisément ce que nos sociétés ne peuvent plus se permettre de former, d'entretenir et de protéger. Il y va de notre survie. ●