

Barrières cognitives dans la perception des nanotechnologies

ENJEUX ET RISQUES
DES DÉBATS PUBLICS
SUR LA SCIENCE

La plupart des gens ne connaissent rien aux nanotechnologies. C'est gênant, quand il s'agit d'un domaine aussi porteur de développements scientifiques et de changements à notre manière de vivre. Dans un tel contexte d'ignorance et de crainte, le premier message structuré est de la plus haute importance. Comment le concevoir, comment le délivrer ?

par **Alexei GRINBAUM**, CEA Saclay, Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière (*) (**)

Plusieurs études et rapports récents consacrés aux problèmes éthiques et sociétaux des nanotechnologies révèlent une opinion publique partagée face à ces technologies. Outre les points de vue extrêmes, positifs ou négatifs, on trouve peu de réactions et ce, pour deux raisons. D'abord, le débat autour de la notion hautement controversée de la machine moléculaire – introduite par Eric Drexler (1) – a déterminé la plupart des premières discussions sur les nanotechnologies. Même aujourd'hui, lorsqu'on parle du rôle du mythe et de la fiction dans la perception publique des nouvelles technologies, ce débat parfaitement légitime et nécessaire subit souvent une incursion non exigée de la problématique drexlerienne. Ensuite, cette polarisation des opinions peut être vue comme une conséquence de l'incertitude inhérente aux nanotechnologies en tant que technologies émergentes, laquelle est renforcée par l'existence de barrières cognitives. Un rapporteur à l'Unesco reconnaît que «... les évaluations des nanotechnologies tendent à diverger radicalement... Ces évaluations radicalement divergentes entre elles, qui ont jusqu'à ce jour dominé le débat autour des nanotechnologies, semblent attribuables à l'absence de tout terrain commun (2)».

L'«absence de terrain commun» n'est certes pas sans précédent dans l'histoire des technologies (3), et de nombreux scientifiques redoutent – à juste titre – une nouvelle «débâcle du type OGM» (4). Afin d'éviter cet écueil, le présent article propose trois questions, qu'il convient de poser :

- que disent les scientifiques, au grand public ?

- qu'entendent les gens ?
- comment réagissent-ils ?

En posant ces questions, il est crucial d'établir un retour qui permette à la réaction du public d'influencer le discours tenu par les scientifiques à l'adresse du grand public. Idéalement, ce retour étant assuré et pris en compte, la tension sociale (toujours possible) pourra être évitée, grâce à un mécanisme démocratique. Toutefois, la réalité est très éloignée de cet idéal, comme en témoignent les extraits suivants, l'un tiré du rapport d'un sondage d'opinion effectué en 2004 à la demande de la Royal Society et du Groupe de travail sur les nanotechnologies de l'Académie Royale d'Ingénierie, et commissionné par le gouvernement britannique ; et l'autre tiré des avis et recommandations du panel de citoyens de la région Ile-de-France sur les enjeux liés au développement des nanotechnologies.

« Les interrogés ont éprouvé des difficultés à réagir face à l'information initiale qui leur a été donnée, à propos des nanotechnologies. Ils ont eu le sentiment qu'en l'absence d'exemples concrets de leurs utilisations possibles, il leur était difficile de se faire une opinion. Il y avait aussi ces interrogés qui voulaient que les scientifiques leur donnent une liste d'avantages et d'inconvénients, afin de pouvoir trancher. Par ailleurs, d'autres

(*) Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière (SPEC/LAR-SIM, membre du C'Nano), CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex. Courrier électronique alexei.grinbaum@cea.fr.

(**) Traduit de l'anglais par Marcel Charbonnier.

sondés encore, en dépit de la clarté des explications apportées par les scientifiques, ont trouvé le concept de nanotechnologies, de manière générale, très abstrait et très difficile à saisir... Toutefois, malgré ce caractère confus, les sondés ont spontanément créé des espaces, certes à la fois pour le soupçon et la préoccupation, mais aussi pour des réactions positives (5)».

«Face au monde des nanotechnologies, nous éprouvons beaucoup de curiosité mais nous avons également beaucoup d'interrogations. Les nanotechnologies représentent un monde fait de complexité qu'il est difficile de comprendre... La complexité du nanomonde... suscite de l'inquiétude... Notre groupe se déclare majoritairement favorable aux nanotechnologies... Les nanotechnologies représentent indéniablement un progrès et même un espoir pour le monde d'aujourd'hui et de demain (15)».

Beaucoup de scientifiques sont décontenancés ; ils ne comprennent pas pour quelles raisons leurs travaux – apparemment inoffensifs – sont attaqués de la sorte par les « nanosceptiques » (16). Cet article se propose d'analyser l'origine possible de la suspicion et de la crainte suscitées par les nanotechnologies, et de proposer une méthodologie permettant de les éviter.

COMMUNICATION « GRAND PUBLIC » EN MATIÈRE DE NANOSCIENCES ET DE NANOTECHNOLOGIES

On reconnaît, en général, que les nanotechnologies n'en sont qu'aux prémises de leur développement, et qu'il est donc trop tôt pour tirer des conclusions définitives au sujet des changements que ces technologies sont susceptibles d'apporter à la « condition de l'homme moderne », pour reprendre une expression de Hannah Arendt qui fut parmi les pionniers de l'analyse philosophique sérieuse des rapports entre l'homme, la société et la technique. Cependant, les nanotechnologies sont d'ores et déjà bien présentes, tant dans le débat public à propos de la science et de la technologie que dans les documents officiels des organismes et des agences gouvernementales et internationales. Cet article défendra l'idée que c'est précisément ce fait – le déclenchement précoce du débat public – qui est à la fois positif et dommageable. Les non-professionnels concernés – notamment les décideurs et les citoyens ordinaires – sont invités à formuler des jugements sur les nanotechnologies, alors même qu'il n'existe aucun ensemble de résultats avérés, menés jusqu'à la production à grande échelle, et non pas simplement prophétisés.

L'avenir technologique est incertain, et même quand des scientifiques communiquent en direction du grand public sur leurs résultats et leurs travaux en cours, le sens de leurs messages fait souvent l'objet de controverses, et aboutit à une confusion chez leurs destinataires. Les évaluations des nanotechnologies hautement polarisées et radicalement divergentes sont la consé-

quence du lancement prématuré du débat public portant sur les technologies et les technologies convergentes, lesquelles, en l'absence de résultats tangibles qui auraient déjà produit un effet sur la société, sont grossies par toute une variété de distorsions échappant à la rationalité de l'analyse scientifique. La situation étant celle-ci, un scientifique affirmant qu'il fait « son travail, comme à l'accoutumée » a moins de chances d'être entendu qu'un visionnaire – authentique ou prétendu – prophétisant pour bientôt un changement radical dans la condition humaine. En même temps, la réaction publique « s'enrichit des craintes liées aux expériences passées comme l'amiante, le nucléaire... » (15). Un exemple d'un message de scientifiques existant, au sujet des nanotechnologies, est le film fortement encensé – *Nanotechnology* – sponsorisé par l'Union européenne, et qui a été récompensé par plusieurs prix internationaux (6). Ce film, destiné à la grande diffusion, recourt à un langage non technique, et n'expose aucun exemple d'applications d'ores et déjà commercialisées des nanotechnologies. Le commentaire est centré sur des « applications possibles » et sur des prototypes n'existant « à l'heure actuelle, qu'en quelques exemplaires, et toujours dans l'attente d'une production à grande échelle ».

L'effet cognitif produit lorsque, par exemple, un télé-spectateur voit, sur son écran, une paire de pantalons hydrofuges, comporte une barrière identique à celle que l'on trouve dans une campagne de publicité ordinaire, diffusée par les mass media. En insistant sur les aspects positifs des produits nanotechnologiques nouveaux – mais pas encore commercialisés – sans même en mentionner les désavantages et les risques éventuels, ni les problèmes d'ores et déjà rencontrés – on donne l'impression qu'on a affaire à une campagne de *marketing* standard. En conséquence, une telle publicité soulève, chez le spectateur, le soupçon qu'il fait l'objet d'une manipulation psychologique, et il émet des réserves quant à l'acceptabilité de la technologie en cause. En ne mettant l'accent que sur les seuls aspects positifs, les scientifiques ne font que renforcer le soupçon qu'on cache quelque chose au spectateur, en particulier, les risques liés aux produits dont il s'agit dans la publicité. Une réaction typique serait de se demander « s'il n'y a pas également une volonté délibérée de la part de toute une série d'acteurs (des scientifiques, des industriels, des politiques) de ne pas réaliser cette évaluation (des risques) ou bien quand elle a lieu, de dissimuler ses résultats » (15).

C'est ainsi qu'est anéanti le seul avantage dont disposent les scientifiques : le fait que le grand public se fie à leur crédibilité, en leur qualité de représentants du monde non commercial. Si les gens sont informés au sujet des nanotechnologies de la même manière qu'on leur fait découvrir une nouvelle marque de yoghourts, on peut difficilement s'attendre à une quelconque acceptabilité sociale, ni à une quelconque appréciation des efforts déployés par les scientifiques. Dans l'étude britannique citée ci-dessus, les sondés ont demandé aux

scientifiques de leur procurer « une liste d'avantages et d'inconvénients ». Si les scientifiques leur donnent exclusivement une liste d'avantages, cette information ne sera, *a priori*, pas crédible. Si de tels effets indésirables se produisent, dans la perception par le public, c'est parce que les scientifiques ne prennent pas en compte la façon dont le public perçoit le message de l'expert. Nous nous proposons d'étudier ces perceptions particulières, qui nous permettront de préciser le concept de barrière cognitive.

BARRIÈRES COGNITIVES

Aversion à la non-connaissance et l'impossibilité de croire

Au début des années 1950, les travaux de Leonard Savage sur les fondements des statistiques ont imposé un nouveau paradigme de la théorie de la décision, fondé sur une approche selon laquelle les probabilités seraient des degrés subjectifs de croyance, obtenus individuellement par chaque agent, et remis à jour conformément à la règle de Bayes, en théorie des probabilités (7). Avec son paradoxe énoncé en 1953, l'économiste français Maurice Allais entendait démontrer que les axiomes de probabilité subjective de Savage sont très éloignés de ce qui peut être observé en économie, dans des contextes courants de prise de décision. Un exemple allait bientôt être proposé, dont l'une des versions est connue sous le nom de paradoxe d'Ellsberg (8). L'idée clé, tant d'Allais que d'Ellsberg, était qu'il existe une aversion pour le fait de ne pas savoir. La non-connaissance doit être comprise comme l'opposé du fait de savoir ; il s'agit donc de la négation d'une propriété prescrite définie – à distinguer, par conséquent, de l'ignorance. L'ignorance présuppose qu'il y ait quelque chose susceptible d'être connu, alors qu'ici, nous avons affaire à une situation où l'on ne sait pas et où l'on n'est pas en mesure de savoir, à cause des conditions imposées en situation de jeu, ou à cause de certains facteurs, dans la vraie vie. L'aversion à la non-connaissance peut prendre la forme d'une aversion pour l'incertitude, dans des situations où l'incertitude est synonyme d'incertitude épistémique. Toutefois, en règle générale, l'aversion à la non-connaissance transcende les limites conceptuelles de la théorie de Savage. Le paradoxe d'Ellsberg est un exemple d'une situation dans laquelle des agents préféreront de manière « irrationnelle » la situation comportant une information, même limitée, à une autre situation exempte de toute information, ceci bien qu'il soit « rationnel » – d'après les prescriptions de la théorie de la décision – de faire le choix inverse.

Imaginons deux urnes : A, et B (voir figure). On sait que dans l'urne A, il y a exactement 7 boules blanches et 7 boules noires. L'urne B contient quatorze boules,

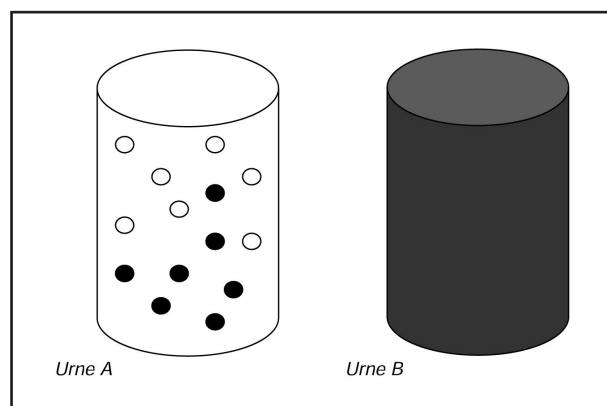


Figure – Le paradoxe d'Ellsberg.

dont certaines sont blanches et d'autres sont noires, mais dans des proportions inconnues. Une boule doit être tirée, au hasard, de chacune des deux urnes. Innocemment, une personne doit choisir l'une des deux urnes, puis parier sur la couleur de la boule retirée. D'après la théorie de Savage, l'urne B devrait être choisie même si la décomposition des boules entre noires et blanches n'est pas connue. Si la personne est rationnelle, au sens de Savage, elle forme subjectivement des probabilités, et donc elle parie sur la couleur de boule la plus probable subjectivement. Si les probabilités subjectives ne sont pas de 50-50, un pari sur l'urne B sera strictement préféré à un pari sur l'urne A. Si les probabilités subjectives sont précisément de 50-50, alors le preneur de décision sera indifférent. Contrairement aux conclusions de ce raisonnement, Ellsberg a argué du fait qu'une stricte préférence pour l'urne A est plausible parce que la probabilité de tirer une boule blanche ou une boule noire est connue d'avance. Il a étudié les préférences d'un groupe d'économistes, et il a trouvé qu'il y avait des preuves même parmi ce public de spécialistes plaidant contre l'applicabilité des axiomes de Savage.

Le paradoxe d'Ellsberg remet en cause le caractère pertinent du choix rationnel selon les probabilités subjectives en théorie de la décision. Il remet aussi en question l'hypothèse selon laquelle les décideurs humains sont des calculateurs de probabilités. De fait, si l'on s'était donné la peine d'évaluer le problème posé par ces urnes du point de vue des probabilités, on aurait nécessairement recouru à la règle de Bayes, et donc, on aurait conclu que l'urne B est le meilleur choix. Mais, comme l'a montré Ellsberg, l'aversion à la non-connaissance est plus puissante que la tendance à calculer des probabilités. Par conséquent, l'aversion à la non-connaissance érige une barrière cognitive, qui sépare le décideur humain du champ de la théorie du choix rationnel.

C'est un autre type, différent, de barrière cognitive qui surgit quand l'agent est confronté à une catastrophe, réelle ou imaginaire. Les fictions répandues, liées aux nanotechnologies, à propos de la « gelée grise » ou de la « gelée verte » (10), sont un exemple de ce type de catastrophe imaginaire. L'obstacle qui empêche l'agent d'agir face à une catastrophe future annoncée, qu'il

s'agisse d'un changement climatique planétaire ou de la « gelée grise », indépendamment de la question de savoir si les experts l'estiment réelle ou fictionnelle, ne réside pas seulement dans l'incertitude scientifique que nous sommes susceptibles d'avoir en présence d'un événement futur ; une de ses composantes tout aussi importante (sinon plus importante) est l'impossibilité de croire que le pire va advenir. Contrairement au pré-supposé fondamental de la logique épistémique, on peut savoir que P, sans, pour autant, croire que P. Puisque, du point de vue de la théorie cognitive, seule la croyance peut déclencher l'action, cette impossibilité de croire constitue un obstacle important à l'action de l'agent face à la catastrophe future.

la société se trouve inévitablement dans la même situation : celle où la prise de décision et la formulation d'une opinion précise sont exigées sans que, et avant que le sujet ait fait un effort de formation préalable.

Origine et conséquences des barrières cognitives

Quelle peut bien être l'origine des barrières cognitives ? Tout d'abord, l'aversion à la non-connaissance et l'impossibilité de croire ne sont pas sans rapport l'une avec l'autre. Toutes deux résultent du fait que l'action humaine, en tant que résultat du processus cognitif de



© François Henry/REA

L'aversion pour la non-connaissance peut prendre la forme d'une aversion pour l'incertitude (manifestation grenobloise contre les nanotechnologies).

Assurément, il y a des cas où les gens voient *réellement* venir une catastrophe, même si celle-ci ne sortira jamais du domaine de l'*imaginaire*, et s'y préparent dûment. Ceci signifie, tout simplement, que la barrière cognitive en question n'est pas absolue, et qu'elle peut être surmontée. Mais, dans l'ensemble, les agents humains ne croient pas en une catastrophe dès que celle-ci est annoncée, et, par conséquent, ils n'agissent pas conformément à cette annonce. Les citoyens admettent que « des efforts sont nécessaires pour pouvoir participer au débat », mais que « nous mêmes, avons très peu de connaissances sur le sujet (des nanotechnologies) avant de commencer notre formation » (15). La majorité de

prise de décision, dépend du fait d'avoir une information. Les agents cognitifs ne peuvent agir sans information et sans expérience, à partir desquelles ils construisent des analogies avec la situation courante. Par conséquent, une barrière cognitive fondamentale s'élève dès lors qu'un agent ne dispose d'aucune information ou d'aucune expérience, et n'agit pas. Vu depuis l'extérieur, cela prend l'allure d'une paralysie de la prise de décision. L'aversion à la non-connaissance est causée par cette barrière cognitive fondamentale ; pourtant maintenant, l'agent, comme dans le paradoxe d'Ellsberg, est contraint d'agir. Il choisit alors une action, qui n'est pas rationnelle d'après les axiomes de

Savage, mais qui découle du fait de ne pas avoir d'information, ou d'expérience. Si l'agent était autorisé à ne pas agir, comme dans les situations de la vie réelle, un des résultats les plus probables serait la paralysie. Quand le choix doit s'opérer entre le relativement mauvais, l'inconnu, et l'inaction, cette dernière se révèle la plus attrayante. Si elle n'est disponible parmi les options et si le choix à opérer est uniquement entre le relativement mauvais et l'inconnu, alors c'est le relativement mauvais qui s'avère le vainqueur.

Les nanotechnologies sont comme l'urne B dans le paradoxe d'Ellsberg. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) – il conviendrait de rappeler qu'on redoute, avec les nanotechnologies, une débâcle de l'acceptation sociale qui ressemblerait à celle des OGM – sont comme l'urne A. Dans une situation caractérisée par l'absence d'information (« l'accès à l'information s'avère un défi ») et le caractère singulier du changement technologique à venir, s'il existe une option plus familière apportant plus d'information, comme l'urne A, alors l'agent la choisira ; par exemple : l'agent peut interpréter la situation de choix comme dénuée d'information (urne B, nanotechnologies), si bien qu'elle équivaut à la situation de choix avec information, ce qui peut être dû, par exemple, au fait de l'existence, dans sa mémoire, d'une histoire encore récente des débats sur la question (urne A, OGM). De plus, s'il y a une possibilité de ne pas agir, alors cette possibilité sera préférée par l'agent (paralysie cognitive).

En revanche, l'agent est susceptible de trouver impossibles à croire des scénarios futurs, comme celui de la « gelée grise ». Confronté à un choix cornélien entre une catastrophe et un changement radical de style de vie requis afin de l'éviter, la plupart des gens sont paralysés. En tant qu'agents cognitifs, ils n'ont aucune information, aucune expérience, ni aucun savoir-faire pratique concernant l'événement inouï, et la barrière cognitive interdit au décideur humain d'opérer un choix et d'agir en conséquence.

Une autre conséquence de la barrière cognitive, c'est le fait que, si un agent est contraint à agir, il fera de son mieux afin d'acquérir de l'information. Dans le processus de prise de décision, la barrière cognitive dicte à l'agent de collecter le plus d'information possible et à agir conformément à celle-ci, même s'il peut s'avérer, plus tard, qu'il a pris la mauvaise décision ou encore que son action n'a pas été optimale. La réticence à se procurer l'information disponible ou, plus grave encore, le refus de rechercher de l'information, sont en eux-mêmes des décisions spéciales, qui requièrent de l'agent qu'il décide en toute conscience de s'atteler au problème de la qualité et de la quantité d'information dont il a besoin pour adapter son action. Si l'agent se donne pour tâche d'analyser le problème de savoir quelle information est nécessaire ou superficielle pour la prise de décision, alors il est compréhensible qu'il refusera d'acquérir de l'information, comme le fait l'agent rationnel dans le paradoxe d'Ellsberg. Mais si cette méta-analyse des conditions préalables de la prise de

décision n'est pas entreprise, alors l'agent tendra naturellement à collecter, au minimum, l'information qui est disponible immédiatement. Tel est le cas, dans la plupart des situations de la vie réelle. Par conséquent, la barrière cognitive implique que l'information directement disponible est vue comme pertinente pour la prise de décision. Ceci explique la raison pour laquelle beaucoup de personnes, dans le public, se réfèrent à leur expérience acquise en matière de générations précédentes de technologies amenées sur la place publique, dans leur formation de jugements au sujet de l'utilité des nanotechnologies.

La barrière cognitive, sous sa forme claire et nette, s'applique à des situations où l'on est confronté à un choix entre une absence totale d'information et une disponibilité minimale de connaissances partielles. Quand il s'agit d'un événement singulier – même si seulement prophétisé, comme, par exemple, un changement radical dans la condition humaine induit par une nouvelle technologie – les agents ne disposent d'aucune information au sujet de cet événement et de ses conséquences. Par définition, le fait qu'un événement est singulier signifie que l'agent ne peut utiliser son expérience antérieure pour analyser la liste de ses conséquences possibles et pour évaluer certaines conséquences particulières, appartenant à cette liste. Pour entrer dans le processus de prise de décision rationnel, selon Savage, les agents ont besoin d'une information ou d'une expérience antérieure, qui leur permette de former des probabilités *a priori*. Si cette information n'existe pas, ou si elle est telle qu'aucune donnée expérimentale antérieure n'est disponible, le processus est très facilement paralysé. Contrairement à la prescription de la théorie des probabilités subjectives, dans une situation d'absence d'information, les agents cognitifs réels ne choisissent pas d'établir des probabilités *a priori* de manière arbitraire. Pour eux, le fait de sélectionner des probabilités, et même de commencer à penser de manière probabiliste sans avoir aucune raison particulière pour ce faire, semble purement irrationnel et non crédible. Indépendamment de l'issue, positive ou négative, d'un événement futur, dès lors qu'il s'agit bien d'un événement singulier, les agents cognitifs se tiennent à l'écart du champ du raisonnement probabiliste subjectif, et ils sont paralysés. Il faut, dans ce cas, leur offrir un mode de fonctionnement qui soit à même de sortir les agents de l'impasse de la paralysie cognitive, et de les ramener vers un mode opérationnel.

QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE ?

Les « espaces spontanés, à la fois pour le soupçon et la préoccupation, mais aussi pour des réactions positives » mentionnés au début de cet article sont typiques d'un raisonnement impliquant des barrières cognitives. Il convient de distinguer trois catégories paradigmatiques de raisonnement :

- le raisonnement non réflexif, qui peut aussi être qualifié de processus spontané de prise de décision. Ce raisonnement n'implique nulle réflexion sur les lois de la réflexion, et les barrières cognitives, ici, atteignent dans ce cas leur étanchéité maximale. Ce type de raisonnement est caractéristique de la majorité des décisions prises par les agents humains ;
- le raisonnement mécaniste, des experts et des théoriciens qui introduisent dans la vie réelle les outils théoriques comme les arbres de décision ou la méthode des scénarios. Ce raisonnement mécaniste n'a pas d'impact sur le processus spontané de prise de décision des agents humains ordinaires (12) et il ne contribue en aucune manière à la levée des barrières cognitives ;
- le raisonnement en temps du projet (13), qui est une partie de la méthodologie de l'évaluation normative continue. Cet article propose l'idée que ce type de raisonnement élimine les barrières cognitives et peut véritablement influencer un raisonnement humain non réflexif.

A l'évidence, nous ne sommes pas capables de voir dans l'avenir pour savoir quelles seront les applications des nanotechnologies, afin d'ajuster les programmes actuels de communication publique à un contenu scientifique futur qui soit exact. Une solution procédurale différente est requise, qui soit éminemment flexible et capable de s'adapter à un contexte technologique en rapide évolution.

L'évasion aux barrières cognitives peut être obtenue par des mesures faisant passer le processus humain de prise de décision, auparavant « spontané » (catégorie 1), dans la catégorie 3. Il peut également être obtenu en soulignant délibérément la composante émotionnelle du processus de prise de décision et, par conséquent, en éliminant le problème entier de la perception publique de la sphère de la théorie rationnelle. En se focalisant sur la première solution, cet article souligne qu'il est naïf d'attendre qu'on puisse « enseigner » au public à prendre des décisions de manière non spontanée. Toutefois, il n'est pas aussi naïf d'adopter une stratégie qui fournisse des incitations à ce que la première décision, spontanée, prise de façon irréfléchie, fasse l'objet d'une investigation et d'une réflexion ultérieures plus poussées. A cette fin, l'information initiale distribuée au public doit être honnête, et elle doit signaler que beaucoup de choses ne sont *pas connues* et que, de plus, il y aura d'autres facteurs à prendre en considération, à l'avenir, les connaissances ne cessant de progresser. Trop souvent, les scientifiques s'adressent au public en utilisant le langage d'un sage ou d'un oracle persuadé de détenir toutes les réponses, et attendent simplement du profane qu'il comprenne ce qu'il entend et qu'il acquiesce. Si le message du scientifique est le suivant : « *Ce nouveau produit sera tout simplement génial, pour vous* », ce message sera spontanément classé avec les autres publicités que peut entendre tout un chacun. En l'absence d'information plus approfondie, l'agent humain se formera un jugement fondé sur une information antérieurement acquise, qu'il considèrera appli-

cable au cas d'espèce (le plus souvent, sans y avoir réfléchi). Les conséquences de ce type de jugement peuvent s'avérer désastreuses pour l'acceptation par le public – fortement désirée par les chercheurs et les industriels – des nouvelles technologies en question.

Le premier pas à accomplir en vue d'un dialogue responsable et sérieux avec le public requiert du scientifique qu'il détienne la maîtrise de ses propres messages en direction de l'opinion publique. Dans une situation où 71 % des sondés ne connaissent rien au sujet des nanotechnologies (14), le premier message venu, quel qu'il soit, formatera fortement la réaction du public. Il est extrêmement important, par conséquent, de formuler ce premier message de manière à ce que ses récepteurs soient encouragés à demander plus d'information. Ainsi, ce message pourrait être exprimé en ces termes : « *Nous avons fait ceci et cela, mais il y a une liste de choses que nous ne savons pas encore, et il y aura peut-être d'autres inconnues, à l'avenir. Il est trop tôt pour tirer une conclusion définitive, mais nous pensons que les résultats intermédiaires sont les suivants...* ». Ce n'est que si les scientifiques sont sérieux au sujet de l'incertitude et s'ils ne se montrent pas absolument certains d'avoir raison que le public continuera à leur faire confiance pour la poursuite de leurs recherches.

L'évasion aux barrières cognitives, telle que prescrite par la méthodologie de l'évaluation normative continue, tient, dans une large mesure, à la formulation prudente et à la compréhension des messages envoyés au public par les scientifiques, ainsi qu'à l'intégration, la plus rapide et la plus sérieuse possible, des réponses qu'ils en reçoivent, en retour.

RÉFÉRENCES

- (1) K.E. Drexler, *Nanosystems : Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation* (New York : John Wiley). K.E. Drexler, *Engines of Creation : The Coming Era of Nanotechnology* (New York : Anchor Books, 1986). Traduction française : K.E. Drexler *Engins de création : L'avènement des nanotechnologies*, Vuibert, 2005. Voir aussi le débat entre Drexler et R. Smalley in *Cenear* 81 n° 48 (003) : 37-42.
- (2) B. Gordijn, « Nanoethics », contribution à la troisième session du Comest, Unesco, Décembre 2003.
- (3) Voir la revue *Common Ground*, consacrée aux questions éthiques en matières de médecine et d'écologie, publiée depuis 1982.
- (4) Les expressions de cette crainte sont multiples. Ainsi, au colloque « Nano4Food : Des nanotechnologies pour les industries alimentaires » (Université de Wageningen, 2005), une des questions clés fut la suivante : « Comment éviter une nouvelle débâcle du type ONG dans l'apport d'améliorations à l'échelle nano aux industries alimentaires ? » Voir aussi G.S. Day and P.J.H. Schoemaker, *Peripheral Vision :*

Detecting the Weak Signals that Will Make or Break Your Company (Cambridge : Harvard Business School Press, 2006).

(5) BMRB Social Research, *Nanotechnology :Views of the General Public*, Etude préparée pour la Royal Society et le Groupe de Travail Nanotechnologies de l'Académie Royale d'Ingénierie, janvier 2004.

(6) Site Cordis, films documentaires et brochure, disponibles à l'adresse URL suivante : http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/pe_leaflets_brochures.htm (consulté pour la dernière fois le 27 janvier 2007).

(7) L. Savage, «The Theory of Statistical Decision», *Journal of the American Statistical Association* 46 (1951), 55-67. L. Savage *Foundations of Statistics* (John Wiley, New York, 1954).

(8) M. Allais, «Le comportement de l'homme rationnel devant le risque, critique des postulats et axiomes de l'école américaine», *Econometrica* 21 (1953), 503-546.

(9) D. Ellsberg, «Risk, Ambiguity and the Savage Axioms», *Quarterly Journal of Economics* 75 (1961), 643-669. Voir aussi D. Kahneman and A. Tversky, eds., *Choices, Values, and Frames* (Cambridge University Press, 2000).

(10) Il s'agit d'un scénario de science-fiction qui a marqué les débuts des débats sur les implications sociales

des nanotechnologies. Voir *supra*, note 1. Voir aussi : *Nanoscience and Nanotechnologies : Opportunities and Uncertainties* (London : The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004), chapitre 6.

(11) Un exemple, relatif au changement climatique, est discuté en détail in J.P. Dupuy and A. Grinbaum «Living with Uncertainty : From the Precautionary Principle to the Methodology of Ongoing Normative Assessment», *C.R. Geosciences* 337 (2005), 457-474.

(12) A. Tversky and D. Kahneman, «Availability : A Heuristic for Judging Frequency and Probability», *Cognitive Psychology* 5 (1973), 207-232.

(13) A. Grinbaum and J.P. Dupuy, «Living with Uncertainty : Toward the Ongoing Normative Assessment of Nanotechnology», *Techné* 8, n. 2 (2004), 4-25.

(14) *Supra*, note 5.

(15) Les avis et recommandations de la conférence de citoyens de la région Ile-de-France sur les nanotechnologies, <http://espaceprojets.iledefrance.fr/jahia/webdav/site/projets/users/sobellanger/public/avis%20et%20recommandations%20citoyens.pdf>.

(16) Voir par exemple : S. Huet, «Le débat sur les nanotechs court-circuité», *Libération*, 13 décembre 2006 ; Y. de Kerorguen «Ces nanotechnologies qui dérangent», *La Tribune*, 13 décembre 2006.