

NANOSCIENCES : LES ENJEUX DU DÉBAT

[Étienne Klein](#), [Vincent Bontems](#), [Alexei Grinbaum](#)

Gallimard | « [Le Débat](#) »

2008/1 n° 148 | pages 65 à 79

ISSN 0246-2346

ISBN 9782070119868

DOI 10.3917/deba.148.0065

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-le-debat-2008-1-page-65.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Gallimard.

© Gallimard. 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.

Étienne Klein, Vincent Bontems, Alexei Grinbaum

Nanosciences : les enjeux du débat

Les nanosciences et les nanotechnologies sont souvent présentées comme un domaine de recherche radicalement neuf. Pour les scientifiques, elles représentent une avancée considérable vers la miniaturisation extrême, dont le cap fut fixé en 1959 par le physicien américain Richard Feynman, qui envisageait la possibilité de faire tenir les vingt-quatre tomes de l'*Encyclopaedia Britannica* dans le volume d'une tête d'épingle. Mais, au fil du temps, le mot est devenu polysémique, d'où l'impression de fourretout qu'il dégage aujourd'hui : on qualifie de « nanos » aussi bien l'électronique dernier cri que les nouvelles biotechnologies ou la conception de matériaux dits « intelligents ». Il existe toutefois deux points communs entre ces diverses thématiques de recherche : toutes impliquent l'étude et la manipulation d'objets invisibles, comme les atomes par exemple, et presque toutes sont justifiées au travers de récits faisant implicitement appel aux grands mythes de l'humanité.

Si elles enthousiasment les chercheurs, les

« nanos » inquiètent une partie du public : ne modifieront-elles pas profondément nos corps, notre environnement, notre rapport à la nature, nos relations à autrui ? Ne vont-elles pas effacer la frontière entre l'inerte et le vivant ? Et ne nous obligeront-elles pas à préciser bientôt ce qui, dans l'homme, doit être considéré comme intangible, et ce qui peut être amélioré ou complété ? Comme on le pressent, les enjeux des nanosciences débordent largement le cadre de la seule science, et ceux des nanotechnologies celui de la seule technique.

Du fait de leur nouveauté proclamée, les nanosciences et les nanotechnologies donnent lieu à un foisonnement d'analyses et de commentaires, abondamment relayés par la presse. Même si ce n'est pas toujours à bon escient, leur seule invocation semble capable d'étayer toutes sortes de discours et d'induire les scénarios les plus contradictoires : on les accole ici à d'effrayantes prophéties, là à de séduisantes promesses. Ainsi les nanosciences et les nanotech-

Étienne Klein, Vincent Bontems et Alexei Grinbaum appartiennent au laboratoire de recherche sur les sciences de la matière du CEA-Saclay. Étienne Klein vient de publier *Le facteur temps ne sonne jamais deux fois* (Paris, Flammarion, 2007).

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

nologies sont-elles associées tantôt à l'idée de salut (avec, en ligne de mire, un « homme nouveau » débarrassé des soucis liés à la matérialité du corps), tantôt à celle de révolution pour notre civilisation, mais aussi à l'idée de catastrophe, de transgression des limites corporelles, d'estompe-ment de la distinction entre nature et artifice. Anticipant un développement rapide des nanotechnologies au cours des deux prochaines décennies, des magazines américains n'hésitent plus à annoncer une percée qu'ils ont baptisée « *small bang* », qui serait comme une réplique technologique du *big bang* dont notre univers physique est issu, et qui engendrerait une « post-humanité ». Ce *small bang* adviendra, selon eux, comme le résultat d'une convergence technologique généralisée, d'une symbiose détonante entre les progrès de l'informatique, des nanotechnologies, de la biologie et des sciences cognitives. Il devrait ouvrir grand les portes à une post-humanité dont nos ridicules limites humaines peinent à concevoir l'étendue des facultés, notre seule gloire étant de concourir à l'avènement de cette nouvelle espèce qui portera sur nous un regard de pitié condescendante et incrédule.

Les nanosciences et les nanotechnologies s'étant d'emblée couplées aux mondes économique et industriel, elles contribuent à brouiller la distinction entre savoir et savoir-faire. D'ordinaire, la science progresse grâce à des expériences qui viennent valider des hypothèses théoriques. Ce schéma classique tend à être remplacé par un autre, où l'entreprise scientifique consisterait à fabriquer des objets artificiels possédant des propriétés désirées. Le chercheur en nanosciences est aussi – et peut-être même d'abord – un ingénieur : son but est de construire un objet, non pas de tester une théorie. Dans le cas des nanosciences et des nanotechnologies, la recherche

fondamentale, mue par la curiosité et le désir de savoir, et la recherche technologique, orientée *in fine* vers la production industrielle, tendent à se confondre. Cela implique que la séparation entre, d'un côté, la science neutre et, de l'autre, ses applications techniques bonnes ou mauvaises perd de son sens, et c'est donc à bon droit que l'on en vient à s'interroger sur les orientations de la science à partir de ses applications, puisque ses applications semblent ne faire plus qu'un avec elle.

Que sont les nanosciences ?

De quoi est-il question lorsqu'on utilise les mots « nanosciences » et « nanotechnologies », ou que l'on accole le préfixe « nano » aux substantifs « objet », « particule », « monde », etc. ? À première vue, la définition de ces termes dépend de celui qui parle et aussi de celui à qui l'on s'adresse : si les scientifiques les emploient selon des critères précis, le public identifie en général les « nanos » à un nouveau monde, assez flou, d'entités minuscules et imperceptibles. Entre ces deux pôles circulent des métaphores et des analogies plus ou moins pertinentes, qui anticipent souvent sur ce que *seront* les « nanos », si bien que ces prévisions futuristes, décalées par rapport à la réalité présente, engendrent aussitôt des espoirs, mais aussi des craintes.

Employé pour la première fois en 1974 par le chercheur japonais Norio Taniguchi, le terme « nanotechnologies » n'a cessé depuis de se disperser et de s'embrumer. Aujourd'hui, la définition des nanosciences et des nanotechnologies est tout sauf simple à établir. Le défi est donc d'élaborer une appréhension cohérente de ce phénomène qui est à la fois scientifique, poli-

tique et médiatique : les « nanos » sont un *champ multidisciplinaire* de recherches (regroupées en vertu de leur appartenance à un ordre de grandeur, celui du nanomètre), un *label attractif* désignant l'horizon des politiques de recherche actuelles, mais aussi un *enjeu de société* suscitant une multitude de rapports, tels ceux du Comité d'éthique du CNRS¹, de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques², ou du Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé³.

En 2004, la Royal Society et la Royal Academy of Engineering définirent ainsi les nanosciences et les nanotechnologies : « Les nanosciences sont l'étude des phénomènes et la manipulation de matériaux aux échelles atomiques, moléculaires et macromoléculaires, où les propriétés diffèrent significativement de celles observées à plus grande échelle.

» Les nanotechnologies recouvrent la conception, la caractérisation, la production et l'application de structures, de dispositifs et de systèmes par un contrôle de la forme et de la taille exercé à l'échelle nanométrique⁴. »

Les nanosciences se caractérisent donc par un ordre de grandeur spatiale et par l'existence de propriétés originales de la matière à cette échelle. Comme nous l'avons déjà dit, elles ne constituent nullement une nouvelle théorie dont il s'agirait d'établir l'exactitude en la confrontant à l'expérience. Il s'agit plutôt d'un champ de recherche transversal où interviennent plusieurs disciplines déjà constituées : physique, chimie, science des matériaux, science des surfaces, électronique, biologie, informatique, etc. Pour autant, il serait réducteur de compartimenter rigide-ment nanophysique, nanochimie et nanotechnologies, comme l'ont proposé l'Académie des sciences et l'Académie des technologies⁵.

Plusieurs paradigmes ont été avancés pour caractériser la démarche scientifique globale qui prévaut à l'échelle nanométrique. Les principaux sont désignés en anglais comme les modèles « *top - down* » et « *bottom - up* », descendants et ascendants. Le premier, popularisé par Eric Drexler, transfère à l'échelle de l'atome les méthodes de l'assemblage mécanique : on manipule la matière « atome par atome ». Les nanotechnologies apparaissent alors comme le prolongement des microtechnologies, franchissant un nouveau seuil de miniaturisation. Le second paradigme, promu par Richard Smalley, prix Nobel de chimie en 1996, entend au contraire pointer les limites de la manipulation atome par atome et s'appuyer sur les capacités d'auto-assemblage moléculaire. Il s'agit de déclencher artificiellement des processus qui imitent la nature pour obtenir des assemblages inédits. Les pratiques correspondent à celles de la chimie, mais appliquées à la molécule individuelle et non à l'échelle molaire⁶. Ces deux paradigmes sont relativement incompatibles et ne recouvrent pas la totalité des recherches entreprises dans le champ des nanosciences. Qui plus est, leur fonction est exotérique, destinée à éclairer les non-scientifiques :

1. COMETS, *Enjeux éthiques des nanosciences et nanotechnologies*, 2006, http://www.cnrs.fr/fr/presentation/ethique/comets/docs/ethique_nanos_061013.pdf.

2. J.-L. Lorrain et D. Raoul, *Nanosciences et progrès médical*, 2004, <http://www.senat.fr/rap/r03-293/r03-293.html>.

3. J.-C. Ameisen et C. Burlet (rapporteurs), *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*, Avis 96 du Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, Paris, 2007.

4. Royal Society et Royal Academy of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies. Opportunities and Uncertainties*, <http://www.nanotech.org.uk/>, chapter 2, 2004.

5. Académie des sciences et Académie des technologies, *Nanosciences, nanotechnologies*, Paris, Tec&Doc, Rapport Science et Technologie, n° 18, 2004.

6. Cette conception a été notamment popularisée par le livre du chimiste britannique Richard A. L. Jones, *Soft Machines : Nanotechnology and Life*, Oxford University Press, 2004.

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

ils ne guident pas vraiment les chercheurs dans leur travail quotidien, comme le ferait un paradigme normal au sens de Thomas Kuhn.

Parce qu'elles semblent échapper aux catégories préconstituées de l'épistémologie et de la sociologie des sciences, les nanosciences réclament un effort de définition *sui generis*. Le modèle d'une nanoscience *en amont* dont découlent les applications nanotechnologiques *en aval* ne s'applique plus guère. Les nanosciences sont un faisceau de connaissances hétérogènes (théories, modèles, savoir-faire), d'origines diverses, réunies et mobilisées dans un champ défini en fonction d'une échelle de distance. Ce champ ne possède pas de consistance théorique propre : à sa limite inférieure, des effets spécifiquement quantiques apparaissent ; à sa limite supérieure, la physique classique reprend ses droits. Il constitue en ce sens une zone intermédiaire, une sorte d'interface sollicitant plusieurs théories physiques.

Dans les rapports officiels comme dans la langue commune, c'est le terme « nanotechnologies » qui domine et englobe les nanosciences aussi bien que leurs applications. Les scientifiques privilégient, quant à eux, une définition plus restrictive. Il paraît en effet abusif de qualifier de nanotechnologique un feu de bois produisant de la suie (qui contient des nanoparticules), ou de ranger dans les nanosciences les connaissances acquises sur la vitamine C. Les critères de démarcation pertinents font plutôt appel au rôle de l'instrumentation, qui permet l'observation et l'ingénierie directe des molécules ou des atomes, aux propriétés inédites et parfois surprenantes des objets à l'échelle nanométrique.

Les nanosciences utilisent des modèles souvent originaux et innovants, car elles étudient des objets atomiques, pris individuellement, aux potentialités jusque-là inexploitées. Elles ne doi-

vent pas être considérées seulement comme des « sciences appliquées ». Reste que la frontière entre nanosciences et nanotechnologies demeure arbitraire, de sorte que l'on peut les qualifier ensemble de *recherches technologiques fondamentales à l'échelle nanométrique*.

Mais même si l'on adopte cette définition opératoire, le champ des nanotechnologies demeure d'un périmètre incertain : les hybridations entre disciplines complexifient ses contours et ses divisions. Par exemple, les nanobiotechnologies constituent un sous-champ assez autonome qui focalise l'attention des médias et des décideurs politiques en raison des résonances affectives qu'entraîne l'estompement de la frontière entre matières inorganique, organique et organisée à l'échelle moléculaire (par exemple avec l'instrumentalisation de l'ADN), ainsi qu'en raison des applications et des risques anticipés dans le domaine de la santé. Les recherches toxicologiques se développent dans la perspective de la production industrielle et de la commercialisation de produits intégrant des nanoparticules : leur propension à franchir les barrières biologiques est la principale source d'inquiétudes.

Enfin, le développement des microscopes en champ proche (SNOM), à effet tunnel (STM) ou à force atomique (AFM) a permis la diffusion de l'imagerie « nano », dont le pouvoir expressif et persuasif fut de « faire voir les atomes », ce qui est une *vue de l'esprit* dans la mesure où l'infographie représente (à partir du traitement du signal électrique) un domaine inférieur à la longueur d'onde de la lumière, donc invisible en toute rigueur, et qui devrait être distingué de la perception visuelle des objets à notre échelle. Les progrès accomplis dans le domaine de l'infographie ont ainsi permis de rapprocher le « nanomonde » de nos intuitions familières, au risque de céder à l'anthropomorphisme en attri-

buant de jolies couleurs et des ombres aux atomes.

Comment et pourquoi ce domaine de recherche, défini en fonction de l'échelle, est-il devenu un champ scientifique? En 1997, une étude scientométrique⁷ a mesuré la diffusion du préfixe « nano » au sein des titres et des résumés des articles scientifiques. On y constatait une croissance exponentielle : la fréquence d'utilisation de ce préfixe doublait tous les dix-neuf mois. Certains experts ont alors considéré qu'on assistait à l'émergence très rapide d'un champ interdisciplinaire entraînant une reconfiguration globale de la science. Toutefois, l'adoption du label « nano » par les chercheurs ne signifie pas nécessairement un changement profond de leurs pratiques. Si le terme « nano » se retrouve désormais dans toutes les disciplines, il serait prématuré d'en conclure que l'on assiste à l'émergence d'un champ *interdisciplinaire*. En effet, la croissance exponentielle de l'utilisation du préfixe « nano » ne peut s'expliquer par le seul développement de nouvelles recherches : de nombreux chercheurs se reconvertissent dans les nanosciences en adoptant tout simplement ce vocabulaire pour présenter les recherches qu'ils menaient déjà auparavant. La quasi-disparition de l'Angström (10^{-10} mètre) comme unité de longueur n'est qu'une manifestation parmi d'autres de ce processus. Ainsi, plutôt que d'une vaste convergence *interdisciplinaire*, le développement du label « nano » profite surtout, pour le moment, d'une reconversion massive des chercheurs dans un champ *multidisciplinaire*, c'est-à-dire où coexistent plusieurs disciplines⁸.

Cette adoption si rapide du sigle « nano » tient à la distorsion induite par la stratégie d'investissement des États et des entreprises et aux priorités affirmées des politiques budgétaires. Prenant acte de ce processus, tout en l'alimen-

tant, chaque agence gouvernementale souligne les efforts budgétaires consentis par les autres et en tire argument pour encourager les investissements publics et privés. Bien plus que les retours sur investissements observés, c'est cette stratégie d'émulation (qui se renforce d'elle-même) qui explique pourquoi les capitaux affluent. De manière comparable à ce que fut la conquête de l'espace, l'échelle des « nanos » apparaît aujourd'hui comme l'*horizon* principal vers lequel doivent se concentrer les moyens financiers et les efforts des chercheurs.

Sans aller jusqu'à les taxer d'opportunisme, il faut reconnaître que les chercheurs ne peuvent faire abstraction des arbitrages budgétaires qui s'exercent au travers des politiques scientifiques. Pour beaucoup d'entre eux, le ralliement au label « nano » est devenu la condition *sine qua non* de l'obtention des crédits nécessaires à leurs recherches. D'où la définition parodique qui est parfois donnée du terme « nano » : « Nano est un préfixe fabriqué et introduit dans les demandes de financement pour exploiter la générosité inhabituelle des fonds scientifiques à l'échelle nanométrique⁹. » La rhétorique « nano » est également reprise à plus grande échelle quand certains font état d'une convergence des nanotechnologies, des biotechnologies, de l'informatique et des sciences cognitives (« convergence NBIC »). Cette prétention à former un ensemble cohérent en cours d'homogénéisation paraît encore plus improbable que celle des nanotechnologies.

7. T. Braun, A. Schubert et S. Zsindely, « Nanoscience and Nanotechnology On the Balance », *Scientometrics*, 28, 2, 1997, pp. 321-324.

8. J. Schummer, « Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Patterns of Research Collaboration in Nanoscience and Nanotechnology », *Scientometrics*, 593, 2004, pp. 425-465.

9. Cité in *NanoGeopolitics : ETC Group Surveys the Political Landscape*, 2005, http://www.etcgroup.org/upload/publication/pdf_file/51.

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

Plutôt que de convergence programmée, le processus de reconfiguration de la recherche semble davantage aller dans le sens d'un décloisonnement entre secteurs qui n'annule pas l'originalité d'un biologiste par rapport à un physicien, ni même la division du travail scientifique entre les chercheurs orientés vers l'expérimentation ou l'instrumentation et ceux orientés vers la théorie ou la simulation. Mais cette reconfiguration s'opère dans un contexte historique qui accentue, au moins dans les apparences, la réorientation *technoscientifique* de la recherche. L'encouragement à faire breveter les découvertes ou à établir des passerelles avec l'industrie est un mouvement de fond, engagé depuis plusieurs années, qui entend ainsi répondre aux exigences de la compétition internationale. Même si l'importance des sommes engagées impose des exigences en matière de retour sur investissements, ces contraintes concernent la *megabuck science*¹⁰ dans son ensemble. L'évaluation politique des recherches scientifiques reposant essentiellement sur les réponses aux questions « Combien ça coûte ? » et « À quoi ça sert ? », il est assez logique que l'inflation des promesses aille de pair avec celle des budgets.

Les halos des « nanos »

Certains redoutent que l'échelle nanométrique ne tienne pas toutes ses promesses en termes de « révolution technologique » et que l'on assiste bientôt à l'éclatement d'une bulle spéculative. Les scientifiques ont donc intérêt à ne pas trop exacerber les attentes des investisseurs aussi bien que du public, sous peine de risquer de les décevoir. Mais, au moins en Europe, ce sont rarement eux qui nourrissent les rêves

technologiques les plus utopiques. Ceux-ci ne manquent pas, cependant.

En toute rigueur, la « technologie » désigne un ensemble de techniques parvenues à un certain stade de développement et accompagnées d'un discours qui les insère dans l'univers social et culturel. Cette singularité de la langue française par rapport à l'anglais est heureuse, car les nanotechnologies furent dès leur origine une construction de ce type : qu'il s'agisse de *The Beginning* d'Eisler (où le sigle IBM était écrit avec 35 atomes de xénon sur une surface de nickel), du discours futurologique de Drexler sur les « assembleurs universels », des angoisses du prince Charles au sujet des risques de « gelée grise », des visions utopiques du président Clinton, des cauchemars propagés par des romans de science-fiction (*L'Âge de diamant* de Neal Stephenson et *La Proie* de Michael Crichton) ou encore des promesses d'immortalité des transhumanistes, rarement une perspective de progrès technique n'aura été autant entourée de fantasmes et de fictions. La littérature qui circule à l'intérieur du champ scientifique est surtout technique, elle traite des recherches en cours et des applications déjà obtenues, mais les discours qui se propagent à l'extérieur du champ sont en majorité de nature futurologique. Ils spéculent souvent à propos d'inventions qui n'ont pas l'ombre d'une chance de se concrétiser un jour.

Le débat sur les nanotechnologies fut d'abord dominé par des visions extrêmes et irréalistes : d'un côté, diverses utopies sociales et autres scé-

10. Littéralement « la science à gros biftons », expression imagée forgée en 1953 par Norbert Wiener pour désigner le régime de production des connaissances mis en place après la Seconde Guerre mondiale et réclamant un investissement massif de capitaux. Voir Norbert Wiener et Steve Joshua Heims, *Invention : The Care and the Feeding of Ideas*, Boston, MIT Press, 1993.

narios futuristes – ce que l'on appelle le *hype* – ont occupé le devant de la scène¹¹; de l'autre, ces fictions ont entraîné en réaction des visions dystopiques non moins radicales, celles d'un monde apocalyptique auquel nous voueraient les nanotechnologies¹². Depuis, le débat s'est réorienté vers la recherche d'une « science responsable ». Reste qu'aujourd'hui encore les effets sur l'opinion des fantasmes initiaux demeurent visibles. Le *hype* autour des nanosciences et des nanotechnologies et les argumentaires anti-*hype* continuent d'occuper une place importante dans la littérature¹³.

Aux États-Unis, les différents groupes sociaux qui participent à cette inflation communicationnelle autour des nanotechnologies sont facilement repérables¹⁴ : les auteurs de science-fiction se servent librement des « nanos » pour pimenter la trame de leurs romans ; les chercheurs concernés au premier chef (chimistes, physiciens et biologistes) ne s'expriment guère ; parmi les scientifiques, ceux qui se font le plus entendre sont les toxicologues qui lancent des avertissements sur les risques associés aux nanoparticules, et les informaticiens qui recyclent le discours futuriste qu'ils tenaient autrefois sur l'intelligence artificielle ; quant aux décideurs politiques, ils justifient par les promesses des « nanos » la réorientation des politiques de recherche vers des finalités essentiellement économiques ; le monde de la finance évalue les chances de profit pour l'investissement privé, mais aussi les risques d'éclatement de la bulle spéculative qui s'est formée autour des nanotechnologies ; les transhumanistes rêvent que l'on pourra grâce à elles « changer la vie », voire éradiquer la mort ; les chercheurs en sciences sociales tentent d'anticiper les impacts sociaux qu'auront les nanotechnologies ; enfin, les médias amplifient surtout le discours des toxicologues et

celui des investisseurs, car ils entendent informer le public du conflit pressenti entre les intérêts du développement économique et ceux de la sécurité sanitaire et écologique.

L'ensemble de ces acteurs se retrouve dans le contexte européen, à l'exception des transhumanistes dont le discours est beaucoup moins recevable en Europe qu'aux États-Unis. Cette configuration tend à réduire la réflexion sur les conséquences éthiques et sociales à une simple évaluation des risques toxicologiques et des perspectives économiques. Or, il y a un réel danger à rejeter ainsi l'ensemble des autres discours dans la catégorie des fictions à démystifier : *si le discours des scientifiques se limite à un discours scientifique, il laisse le champ libre aux symboles anxigènes*. Pour l'instant, les chercheurs semblent tenir deux discours à la fois. D'un côté, ils s'adressent aux citoyens comme à des profanes : « Nous nous occupons de tout, ayez confiance. » De l'autre, ils s'adressent aux consommateurs et aux contribuables comme s'il s'agissait de les séduire et de les enthousiasmer : « Ce que nous faisons va produire des résultats fabuleux, donnez-nous vos sous. » Ainsi la revendication d'une relation plus équilibrée et plus partageuse entre scientifiques et citoyens se trouve-t-elle ignorée. Cette aspiration est par conséquent relayée par des groupes et des associations qui se

11. K. Eric Drexler, *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies* [1986], trad. de l'anglais, Paris, Vuibert, 2005.

12. ETC Group, *The Big Down*, 2003.

13. Mihail C. Roco et William S. Bainbridge, *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, National Science Foundation (US) et Boston, Kluwer, 2001 ; Alfred Nordmann, *Converging Technologies : Shaping the Future of European Societies*, rapport du High Level Expert Group « Foresighting the New Technology Wave », European Commission, Research Directorate, 2004.

14. J. Schummer, « Societal and Ethical Implications of Nanotechnology : Meanings, Interests Groups, and Social Dynamics », *Techné*, 8, 2, 2004, pp. 56-87.

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

posent comme représentants de la société face à la science, et adoptent volontiers une attitude rebelle vis-à-vis de l'institution scientifique.

Pour que les scientifiques et les institutions soient en mesure de s'orienter dans ces débats, il leur faut prendre conscience que les produits issus des nanotechnologies ne sont pas uniquement évalués par la société en fonction des critères techniques et des valeurs reconnues au sein du champ scientifique. D'autres facteurs interviennent : l'incidence des technologies dans la vie quotidienne, leur impact sur l'environnement et sur l'économie, et aussi la coloration et la tonalité générale qu'elles donnent à nos vies. Le plus souvent, ce sont ces facteurs qui déterminent, de façon plus ou moins consciente, les jugements portés sur les objets techniques. Leur mode d'insertion dans la culture, notamment *via* les mécanismes du marché, relativise l'évaluation technique en la mettant en concurrence avec une évaluation purement marchande : des artefacts qui ne trouvent pas acquéreurs sont dévalorisés au point d'être condamnés à la casse sans égard pour le travail humain qu'ils concentrent en eux. Sans doute la qualité de ce travail n'est-elle pas sans rapport avec leur devenir sur le marché, mais ce sont avant tout les « halos psychosociaux¹⁵ » qui déterminent le parcours social des objets techniques. Tous les objets techniques circulant dans la société sont en effet comme entourés d'un halo, c'est-à-dire d'un complexe d'opinions et de motivations qui en redéfinit l'identité en fonction des résonances culturelles qu'il fait naître.

Considérées dans leur complexité au niveau de la recherche scientifique, des politiques de recherche et des relations entre science et société, les nanosciences et les nanotechnologies représentent une nouveauté qui n'est pas d'ordre purement scientifique, mais aussi politique et

sociale. Pour autant, il serait abusif de leur assigner comme finalité de transformer le monde ou la vie dans un sens fixé à l'avance. *Car il ne s'agit pas tant de mettre en musique un programme pré-établi que de donner sens à une expérience en cours, dont on ne connaît pas encore les résultats, et d'en éclairer l'incertitude même.*

À l'intérieur comme à l'extérieur du champ scientifique, les halos des nanotechnologies sont le germe d'une cristallisation symbolique : les résonances sociales et culturelles sont amplifiées par l'emploi du préfixe « nano ». Celui-ci provoque une intensification de l'attention prêtée aux recherches scientifiques et une forme de polarisation affective autour d'elles. La nécessité d'un éclairage éthique se fait sentir pour contrôler ces émotions collectives. Il doit prendre en compte le fait que les produits issus des nanotechnologies ne sont pas des réalités techniques neutres dont seuls les usages seraient justiciables d'un jugement éthique. Ils véhiculent eux-mêmes des valeurs en tant qu'objets chargés de résonances psychosociales. Dans ce contexte, vouloir lever les obstacles à l'acceptabilité des « nanos » ne devient un objectif légitime que si la société se reconnaît en ces valeurs.

L'éthique et les mythes

La référence à l'éthique est devenue une sorte de code diffus par lequel toute question nouvelle se trouve projetée dans le champ des valeurs. Elle tend à se systématiser, du fait de notre récente hypersensibilité aux risques. Vou-

15. Gilbert Simondon, « L'effet de halo en matière technique : vers une stratégie de la publicité », *Cahiers de l'Institut des sciences économiques appliquées*, 1960 ; repris dans les *Cahiers philosophiques*, n° 42, mars 1990.

lant montrer qu'ils ont pris acte de cette nouvelle donne sociale, les organismes de recherche, les agences gouvernementales et quelques acteurs industriels impliqués dans les nanotechnologies ramènent les problèmes éthiques liés aux nanosciences aux seuls risques toxicologiques. Une telle stratégie sous-entend que la prudence, associée à des calculs coûts-bénéfices, serait un moyen universel d'analyser toutes les conséquences envisageables des progrès scientifiques et techniques. Elle nous semble faire fi de l'existence d'incertitudes plus profondes. Afin de les analyser, il convient d'établir une distinction entre des notions qui sont souvent amalgamées alors qu'elles soulèvent des questions différentes¹⁶ :

RISQUE OBJECTIF : Les probabilités des dommages possibles sont connues. Les techniques de l'évaluation des risques s'appliquent alors directement.

RISQUE SUBJECTIF : Sont connus les types et les degrés de dommages possibles, mais pas leurs probabilités. Les techniques de l'évaluation des risques ne s'appliquent plus, sauf si l'on adhère à une conception subjective des probabilités, considérées alors comme de simples degrés de croyance. Dans ce cas, le principe de précaution s'applique et incite à mener des recherches supplémentaires pour déterminer les différentes probabilités objectives.

INCERTITUDE : La mesure des dégâts et la caractérisation des causes sont elles-mêmes floues, soit à la suite d'un désaccord entre les experts, soit en raison d'une contestation sociale plus large. Il ne suffit plus alors d'essayer de quantifier la probabilité des différentes formes de dommages.

IGNORANCE : La connaissance des formes de dommages possibles est incomplète : « On ne

sait pas qu'on ne sait pas. » L'événement dont on voudrait évaluer le risque n'est plus défini, de sorte que la surprise future fait par essence partie du processus. Ni l'évaluation des risques ni le principe de précaution ne s'appliquent alors, car les différentes probabilités dépendent, d'une part, de l'analyse que nous faisons du problème, d'autre part de nos propres actions futures.

L'éthique ne se réduit à aucune de ces notions. Sur la base de nombreux exemples, un chercheur anglais, David Fleming, a élaboré un « principe inverse d'évaluation des risques » : la propension d'une communauté à reconnaître l'existence d'un risque est déterminée par l'idée qu'elle se fait de l'existence de solutions¹⁷. L'éthique va donc au-delà de la simple observation des phénomènes sociaux et de l'évolution des mentalités qu'ils reflètent. Elle pose des questions originales, non conventionnelles, sur les divers aspects de l'existence humaine. En tant que discipline philosophique, elle ne prétend pas répondre par elle-même aux questions qu'elle soulève, mais elle en éclaire la formulation et propose un contexte de réflexion. Elle met ainsi sur la table des problématiques dont le public n'a pas encore reconnu toute la pertinence. Un éthicien travaille donc souvent de façon spéculative, en amont des processus historiques et des transformations du jugement individuel.

Incontestablement, l'intelligibilité du monde (notamment du monde physique) augmente, mais cela n'implique pas que la connaissance

16. J.-P. Dupuy et A. Grinbaum, « Living With Uncertainty : Toward the Ongoing Normative Assessment of Nanotechnology », *Techné*, 8, 2, 2004, pp. 4-25.

17. David Fleming, « The Economics of Taking Care : An Evaluation of the Precautionary Principle », in D. Freestone et E. Hey (éd.), *The Precautionary Principle and International Law*, La Haye, Kluwer Law International, 1996, p. 148.

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

générale des conditions dans lesquelles nous vivons croisse également. Même s'ils s'habituent à l'environnement technique, la plupart de nos contemporains ne savent pas comment expliquer des prouesses techniques qui auraient naguère été considérées comme miraculeuses, par exemple la transmission sans fil du son et de l'image. Mais ils savent que ces phénomènes s'expliquent rationnellement. Le profane idéalise ainsi la technique, il la réduit à une épure merveilleuse dont les principes sous-jacents lui demeurent opaques. Dans cette optique, le travail intermédiaire entre une vision ou un désir du scientifique et leur réalisation technique – l'élaboration des théories, des outils et l'explication du « comment ça marche » – est évacué : on pense le progrès de la technique en passant directement de son état actuel à un état rêvé ou idéalisé, où elle fonctionnera enfin sans obstacles et où toutes les technologies convergeront. Du fait de sa complexité, le contenu véritable du travail du scientifique constitue pour le public une sorte de boîte noire. Le progrès, qu'il soit perçu comme accomplissement ou comme malédiction, devient alors l'objet d'une croyance utopique. Le profane considère en conséquence la science comme une divinité à la fois bienveillante et terrible qui tient un rôle central et mystérieux, mais bien connu des initiés. Le statut symbolique de la science et de la technique se rapproche ainsi de celui du mythe.

Or, les mythes se distinguent des sciences par leur finalité, leur structure et leurs objets, qui sont les grands moments de l'existence humaine : la naissance, la mort, la filiation. L'expérience humaine est intégrée dans des récits dont la finalité est de donner un sens à ces moments en les rattachant les uns aux autres, qu'il s'agisse d'expériences passées, futures ou rêvées. Ce sens induit des normes de comportement : les

mythes s'accompagnent le plus souvent de règles qui structurent et organisent la vie. Dans les sociétés traditionnelles, les mythes jouent ainsi le rôle d'intégrateur des individus dans l'organisation sociale. Dans la société contemporaine, un tel rôle est dévolu à la science et à la technique, du moins telles qu'elles sont véhiculées (transfigurées ?) par l'économie de marché.

Toutefois, la science ne donne pas sens à toutes nos expériences humaines, et n'y prétend point. Toute mise en correspondance simpliste entre la science et le mythe est source de confusions. Loin de relever d'un rapprochement, leur rapport est plutôt celui d'*un éclairage réciproque de sens*. Pour autant, l'éthique des sciences traite des problèmes créés par la science et la technique sans que celles-ci possèdent de moyens propres pour les résoudre. De tels moyens se trouvent ailleurs, en particulier dans les mythes qui offrent une projection porteuse de sens, éventuellement multiples, sur les expériences qui font le gros des questions éthiques concernant les nouvelles technologies. Les mythes créent une distance par rapport à nos activités immédiates, et ils aident à expliciter le contexte historique et moral au sein duquel apparaissent les nouvelles questions éthiques. Les décisions portant sur ce qui est souhaitable et sur ce qui ne l'est pas n'en sont pas pour autant facilitées. Car les mythes projettent des significations divergentes, souvent contradictoires quant aux positions éthiques auxquelles nous pourrions adhérer. Autrement dit, les mythes ne donnent pas de réponse univoque aux problèmes éthiques. Leur vertu est, en l'occurrence, de permettre de trouver un référentiel capable d'accommoder un débat qui dépasse le cadre de la pure rationalité scientifique.

On peut se demander si les nanotechnologies présentent une authentique nouveauté pour

l'éthique. Nécessitent-elles une « nano-éthique » radicalement novatrice ? Si l'on choisissait de répondre par l'affirmative à cette question, alors la charge de la preuve serait si lourde qu'elle ne saurait s'appuyer sur la seule connaissance des faits scientifiques actuellement disponibles ; et si l'on choisissait de répondre par la négative, alors on se croirait dédouanés du devoir d'élaborer une réflexion éthique spécifiquement liée aux nanotechnologies. Un mythe biblique, celui du poisson de Tobie, propose une troisième manière de répondre.

Tobie, accompagné par l'archange Raphaël, part pour un long voyage. Un jour, alors que Tobie descend sur la rive pour se laver les pieds, voici qu'un énorme poisson s'élanche vers lui pour le dévorer. Tobie pousse un cri d'effroi : « Seigneur, il se jette sur moi ! » L'ange lui dit : « Prends-le par les ouïes et tire-le à toi. » Tobie saisit alors le poisson par les ouïes et le tire sur la terre ferme. Après que le poisson a cessé de se débattre, l'ange s'adresse à nouveau à son protégé : « Vide ce poisson, et conserve-en le cœur, le fiel et le foie, car ils pourront être employés comme d'utiles remèdes¹⁸. »

Comment est-il possible, d'une part, qu'un poisson effraie un solide gaillard comme Tobie et, d'autre part, que celui-ci emporte la mise aussi aisément ? L'animal était-il pour lui un monstre inconnu, une créature jamais rencontrée dont sa seule nouveauté lui faisait peur ? Tant que le poisson était dans l'eau, Tobie ignorait sa véritable taille et ses intentions, mais il lui paraissait énorme et lui semblait bien décidé à le tuer. L'animal était agrandi par la peur qu'il inspirait. Mais après que Tobie eut appris comment se saisir du poisson, il put l'extraire de l'eau et en tira profit en fabriquant des médicaments. L'incertitude devant l'avenir avait disparu, et la peur avec elle. Il se pourrait que les

nanotechnologies soient pour nous l'équivalent du poisson pour Tobie. Comme lui, nous vivrions certainement un changement de regard analogue envers elles. Seulement, faute de pouvoir faire appel à un archange capable de nous éclairer, et faute de savoir à l'avance où sont les « ouïes » des nanotechnologies qui permettraient d'emblée de bien les saisir, notre peur et notre paralysie se prolongeront tant que nous n'aurons pas trouvé la bonne approche.

Le cas des opposants aux nouvelles technologies est un autre exemple de situation où il est utile de faire appel à des correspondances entre science et mythes. La contestation du développement des nanotechnologies n'est pas motivée en premier lieu par l'intérêt particulier. Elle est de l'ordre du sacré et correspond à des réactions *misonéistes* ou *luddites* : elle exprime l'ensemble des réactions *symboliques* qui sont celles de l'homme face à la technoscience lorsqu'on en dramatise les effets futurs.

La technique est symboliquement traitée comme une divinité. Or, il arrive que l'on se révolte contre une divinité, qu'elle soit jugée bienveillante ou malfaisante : si la technique apparaît comme une transgression de l'ordre existant, alors la réaction sociale s'oppose à cette transgression, ce qui revient à défendre le *statu quo* ; si, au contraire, la technique ne semble pas menacer les habitudes et les normes, alors ce sont sa trivialité et sa neutralité complaisante qui lui sont reprochées. La bataille de l'homme contre le sacré vise, en fin de compte, à sa propre réintégration dans un nouvel ordre qui, lui, sera pacifique : on se révolte contre la technique non pour l'anéantir, mais pour tenter de s'incorporer dans l'ordre social qu'elle impose.

limiter la violence de la résistance aux nano-

18. Tobie, vi, 2-5.

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

technologies est un but légitime, mais espérer l'annuler complètement est une illusion, car sa disparition signifierait la fin même des nanotechnologies comme moteur d'une transformation technique *réfléchie* du monde. L'opposition au changement est parfois un signe de ce que la société essaie d'adhérer à ce changement. La contestation fait alors partie intégrante de la force transformatrice qu'elle semble combattre, au sens où elle intervient pour avertir des risques de rupture qu'une évolution trop rapide pourrait engendrer. En somme, elle est aussi nécessaire à la transformation du monde que le circuit de refroidissement l'est au moteur d'une automobile. L'opposition au progrès technique peut apparaître ainsi comme l'une des conditions de la prise de conscience de ce progrès par la société. Elle permet l'adaptation progressive de la société au nouveau paysage que le progrès technique construit.

Ce que nous considérons aujourd'hui comme moralement interdit pourrait ne plus l'être pour ceux qui vivront dans le monde futur. Personne ne peut préjuger absolument de ce qu'il en sera de l'avenir, ni d'ailleurs utiliser les valeurs et les normes de la morale actuelle pour comprendre les jugements d'autrefois. Car l'éthique des sciences et des techniques est confrontée à une double évolution : celle des normes qui se corrigent et se rectifient pour demeurer fidèles aux valeurs qui leur donnent sens, et celle des valeurs morales, souvent implicites, dont l'évolution est plus lente et qui sont moins aisément objectivables. Il faut se souvenir que le téléphone, qui est parfaitement accepté par la morale actuelle, a été rejeté à l'origine par plusieurs collectivités territoriales, notamment en Suisse, au motif qu'il était éthiquement inacceptable et susceptible de ruiner les relations humaines. Un tel jugement paraîtrait aujourd'hui bien désuet.

D'une façon générale, même si les valeurs morales continuent de se dire avec les mêmes mots qu'auparavant, l'interprétation de ces mots évolue.

Si l'on se tourne maintenant vers l'avenir, on doit admettre que nos descendants, qu'ils soient proches ou lointains, vivront dans un monde différent du nôtre à cause de l'évolution des technologies, mais aussi à cause de celle des mœurs. Si les adultes du début du xx^e siècle avaient imaginé ce que la vie serait au début du xxi^e siècle, il leur aurait été difficile d'anticiper la situation actuelle, non seulement sur le plan de la technique, mais aussi sur celui de la morale, d'autant plus que ces deux plans sont intriqués. Ils font en effet partie d'un processus de coévolution historique. Appliquer les normes éthiques d'aujourd'hui pour décider des technologies dont la naissance est projetée dans un avenir qui dépasse l'horizon d'une ou deux générations est donc parfaitement illusoire : le jugement éthique à propos des techniques futures se fera au travers d'une transformation progressive des normes et d'une réinterprétation des valeurs. Il convient donc de surveiller continûment l'évolution de notre condition technique de telle façon que chaque nouvelle question éthique puisse être discutée en connaissance de cause. Cela suppose d'instaurer une *pratique d'évaluation normative continue* des nanosciences et des nanotechnologies.

Que peuvent changer les nanotechnologies ?

Les nanobiotechnologies, c'est-à-dire les nanotechnologies couplées aux biotechnologies et à la médecine, posent des questions éthiques

qui recouvrent en partie celles de la bioéthique traditionnelle. Mais elles en posent également d'autres, du fait qu'elles effacent la frontière entre nature et artifice. En biologie, on en vient à réaliser une instrumentation à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire d'une taille adaptée à la manipulation de molécules biologiques. En médecine, la vectorisation de nanoparticules dotées de fonctionnalités physiques ou chimiques particulières, par exemple pour cibler des tumeurs, ouvre la voie à de nombreuses possibilités thérapeutiques. De façon plus générale, la possibilité désormais acquise d'introduire des artefacts dans le cerveau, ou d'implanter dans le corps humain des mécanismes nanométriques à des fins médicales, mais également pour augmenter ses performances, conduit à un enchevêtrement du naturel et de l'artificiel. Alors que l'ADN, autrefois appelé «la molécule de la vie», se trouve utilisé comme matériau auxiliaire dans la fabrication des transistors en électronique, de plus en plus d'objets techniques investissent la biologie propre de l'*homo sapiens*, sans que l'on puisse juger s'il y a ou non transgression de la nature. Tant que la frontière entre nature et artifice était précisément déterminée, une violation de cette frontière ne présentait pas, en fin de compte, de difficulté éthique particulière : on savait parfaitement à quel état des choses on pouvait souhaiter revenir. Mais la ligne de séparation entre le milieu dans lequel l'homme vit et agit, qui lui est extérieur, et son intériorité corporelle sera bientôt difficile à repérer. Après avoir dopé sa mémoire et ses muscles, reculé l'âge de sa vieillesse et de sa mort, l'homme est en effet en passe d'augmenter davantage ses capacités par l'insertion de machines au sein de son corps.

La réflexion éthique sur les transformations technologiques doit donc prendre en compte à

la fois la façon dont l'homme *vit* (ses travaux, son environnement, ses pensées) et ce que l'homme *est* (son identité biologique). Cela nous amène à poser trois questions différentes. La première concerne les conditions de vie de l'homme, c'est-à-dire les relations qu'il entretient avec son milieu associé, l'ensemble des pratiques et des objets qui appartiennent à son quotidien. La deuxième concerne la condition de l'homme, au sens de Hannah Arendt, définie par l'ensemble des activités et des capacités humaines, bornées par la naissance et la mort. La troisième question porte sur la nature humaine, comprise ici comme identité biologique (de manière à ne pas entrer dans les débats métaphysiques sur l'absence de l'homme).

De toute évidence, les nanotechnologies s'insèrent dans le processus millénaire de transformation technique du milieu naturel et, à travers elle, *des* conditions d'existence de l'homme. Avec l'avènement des produits issus des nanotechnologies, l'homme modifie à coup sûr sa façon quotidienne de vivre, de communiquer, de travailler. À notre première question, celle de savoir si les nanotechnologies vont changer les conditions de vie, la réponse sera donc positive.

Faut-il en rester à ce premier constat ou faut-il aller plus loin ? Telle est notre deuxième question. En d'autres termes, ne s'agit-il là que d'une simple affaire de degré dans la modification de nos conditions de vie, ou bien est-on en face d'une transformation radicale de *la* condition humaine ? Il n'est pas exagéré de dire que l'homme modifie à présent aussi sa condition, l'«humaine condition». Une telle perspective avait été anticipée par de nombreux penseurs, qui l'ont souvent considérée comme une contestation par l'homme de sa propre finitude. Mais on peut aussi concevoir que le propre de la condition humaine consiste justement en une

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

certaine indétermination vis-à-vis de sa nature. Dès lors, la véritable exigence de l'humanisme n'est pas de sacraliser une nature prétendument immuable. Elle consiste plutôt à percevoir, à la suite de Montaigne, l'« humaine condition » qui nous rattache à tout autre homme, si différent soit-il, y compris lorsqu'il diffère de nous par la technique qu'il utilise ; elle invite donc à se reconnaître en l'homme, même lorsqu'il change sa condition naturelle, par exemple en prolongeant sa vie. Si les progrès des nanotechnologies semblent conduire à une rupture majeure au sein de l'histoire de l'humanité, par suite d'une transformation du corps désirée par l'homme et délibérément irréversible, ils ne signifient pas pour autant l'abandon de cette exigence.

Notre troisième question est celle-ci : en se plaçant lui-même – et de lui-même – dans la sphère d'action des techniques, et en se rendant en quelque sorte homogène aux objets, l'homme ne change-t-il pas carrément de nature ? L'augmentation de ses capacités, la longévité généralisée (avec la quête de l'immortalité à l'horizon) modifieront-elles profondément notre identité biologique ? Et si la réponse à cette question s'avère positive, quels seront les rapports entre les êtres qui auront été augmentés et l'*homo sapiens* ordinaire, qu'ils jugeront sans doute inférieur ou désuet ? On voit apparaître ici un nouveau défi, qui vient du fait que notre pensée n'est pas aujourd'hui « équipée » pour juger du bien et du mal lorsque rien ne distingue un homme né d'un père et d'une mère biologiques d'un autre fabriqué par la technique. Nous devons peut-être inventer une nouvelle éthique et, cela faisant, nous commettrons sans doute des fausses prophéties et des erreurs de jugement.

Avec les nanobiotechnologies, certains pensent qu'un seuil sera de toute façon franchi, puisque l'homme deviendra l'objet de la trans-

formation que lui-même désire et commande. À ce jour, on continue de considérer que la réversibilité de toute intervention dans la nature, y compris sur l'homme, garantit en quelque sorte son innocence éthique. Mais la question fondamentale ne se limite déjà plus à la seule réversibilité. Elle est celle-ci : un homme portant un implant cérébral, qu'il puisse ou non le retirer à sa guise, est-il exactement le même homme qu'un homme sans implant ? La notion de dignité humaine joue évidemment un rôle déterminant dans la définition de ce qui est ou non acceptable en termes d'interventions techniques sur le corps humain. Or l'interprétation du mot « dignité » évolue au cours du temps, mais de façon lente. Cela tient à ce que le respect de l'intégrité de la personne demeure fermement ancré dans celui du schéma corporel. Une atteinte au corps, dont on pense aujourd'hui qu'elle serait dégradante, monstrueuse, ou contre nature, sera très probablement jugée de la même façon dans dix ans. Mais le rythme du progrès technique, lui, est très rapide : son accélération ne cesse de réduire le temps laissé à la société pour s'adapter. Même si des visionnaires nous ont avertis, il y a déjà longtemps, de l'arrivée des nouvelles générations technologiques, nous vivons sans cesse un conflit dû au fait que la vitesse de leur insertion dans nos vies dépasse largement celle de notre adaptation à la nouvelle condition.

L'implantation d'un corps étranger ne visant plus à restaurer la santé ou le fonctionnement normal de l'organisme mais à augmenter ses performances n'est pas *a priori* contraire à l'éthique. Pas plus que les autres types de changements que nous avons envisagés. Mais quel jugement porterons-nous sur ces trois évolutions éventuelles des conditions de vie, de la condition humaine, de la nature humaine : positif ? négatif ? sans incidence pour l'éthique ?

É. Klein, V. Bontems,
A. Grinbaum
Nanosciences

Des réponses définitives ne s'élaboreront qu'au cas par cas. Cependant, certains ne manqueront pas de trouver la modification de la nature humaine plus effrayante que l'évolution de la condition de l'homme. Modifier la donne biologique, se mêler en profondeur des affaires de la nature, n'est-ce pas entrer dans une zone dangereuse, voire interdite ? Pourtant l'homme a toujours mis progressivement la main – sa main d'artisan bricoleur – sur les choses qui relevaient jadis du sacré : le feu et la terre, la lumière et la chaleur, la santé corporelle et la distance géographique. Pourquoi ne la mettrait-il pas aussi sur telle ou telle cellule appartenant à son corps ? Et si cette possibilité se réalise, la morale saura-t-elle s'adapter à la nouvelle donne ?

Une réponse positive à la troisième question nous embarrasserait peut-être moins qu'à la deuxième. Car, dans le cas où c'est la condition de l'homme qui serait modifiée, nous encourrions le danger de ne plus nous reconnaître en nous-mêmes. Cela non pas à cause d'un implant qui augmenterait nos capacités, mais parce que nous aurions rendu notre propre histoire obsolète. L'enjeu est donc de savoir si une modification de la *nature* humaine conduira, de façon inévitable, à rompre l'universalité de l'hu-

main *condition*. L'homme de demain pourra-t-il encore affirmer, à la manière de Térence : « *Posthomo sum, sed humani nil a me alienum puto* » (Je suis post-humain, et pourtant rien de ce qui est humain ne m'est étranger) ? Si l'on admet l'immortalité comme un horizon réaliste des recherches menées aujourd'hui, écrivait Hannah Arendt, alors « tout ce que l'on a pensé concernant la mort et sa profondeur deviendrait tout simplement risible. Il serait possible de dire que ce prix est trop élevé en contrepartie de la suppression de la mort¹⁹ ». Sans souscrire nécessairement à ce jugement, retenons que le danger pour l'homme n'est pas tant de s'octroyer des capacités nouvelles ou même de se doter d'une nature augmentée. Il est surtout d'aller si loin et si vite dans la modification de sa condition que l'individu futur ne se reconnaîtrait plus dans la continuité de *notre* histoire.

Étienne Klein,
Vincent Bontems,
Alexei Grinbaum.

19. Hannah Arendt, *Journal de pensée*, Paris, Éd. du Seuil, 2006.