

L'ESTHÉTIQUE QUANTIQUE : UN REGARD CROISE ARTS ET SCIENCES

MICHEL CAFFAREL ET MONIQUE MARTINEZ

Du côté de l'art

En 1994 naît une association internationale à Grenade connue sous le nom de Salon des Indépendants, qui revendique le quantique comme fer de lance d'une nouvelle esthétique « révolutionnaire ». Selon ses fondateurs, la physique quantique aurait joué un rôle fondamental dans le « désordre » de la postmodernité et aurait servi de terreau fertile à l'élaboration des grandes théories (philosophiques, historiques, sociologiques, esthétiques) du siècle dernier et du XXI^{ème} siècle. Dans le domaine de l'art, la physique quantique, en remettant en cause les principes de la physique classique, en opposant le discontinu à la continuité, le hasard à la causalité, l'interdépendance des atomes à la séparabilité et à l'objectivité pourrait permettre de mieux comprendre et de mieux produire les œuvres artistiques de demain.

Dans le *Manifeste de Valence* issu de ces rencontres, les signataires (une soixantaine d'artistes dont les écrivains Juan Goytisolo et Javier Tomeo) revendiquent clairement l'esthétique quantique, nécessaire à la rénovation formelle et éthique dans une Espagne encore trop engluée, selon eux, dans le réalisme du XIX^{ème} siècle. Gregorio Morales, l'un des pionniers du mouvement, a approfondi sa réflexion sur l'esthétique quantique dans plusieurs ouvrages : *le cadavre de Balzac. Une vision quantique de la littérature et de l'art* (1998) ; *Le principe d'incertitude* (2003) ; *L'île du fou* (2005). Il a également participé à l'ouvrage collectif du Salón de los Independientes.¹

Selon Gregorio Morales², l'art a eu quelques décennies d'avance sur les découvertes de la physique quantique et a montré, sous des formes

¹ Manuel J. Caro et John W. Murphy, *The World of Quantum Culture* (Westport, CT: Praeger, 2002).

² Nous reprenons ici les grandes lignes d'un séminaire donné par Gregorio Morales à l'Université de Toulouse en 2008 dans le cadre du programme de recherche de LLA/CREATIS, le théâtre quantique, en janvier 2009.

plastiques, ce qui devait ensuite se convertir en principes et en équations. Il affirme que l'esthétique quantique a été l'un des premiers mouvements qui, consciemment et délibérément, a mené à bien ces retrouvailles entre sciences et lettres. Il ajoute que c'est une tendance désormais inévitable. Même des scientifiques comme Edward O. Wilson, militants du plus fervent positivisme, plaident en faveur de cette union. C'est ainsi que Wilson a élaboré, pour s'y référer, le concept de « consilience ». « L'entreprise majeure de l'esprit, affirme-t-il, a toujours été et sera toujours la tentative de relier sciences et humanités ». Et d'ajouter : « ni les sciences ni les arts ne peuvent être complets s'ils ne combinent pas leurs points forts respectifs. La science a besoin de l'intuition et du pouvoir métaphorique des arts et les arts ont besoin du sang neuf qu'apporte la science »³ La dimension révolutionnaire de l'esthétique quantique réside dans le fait qu'elle n'a pas besoin d'échapper à la science pour inaugurer un paradigme qui dynamite les vieux canons et sème le scandale et la liberté sur son passage.

En d'autres termes, si c'est la science qui, au XVIIIème siècle déjà, a, la première, imposé à l'art la voie du réalisme, c'est cette même science qui vient, désormais, rendre à l'art la grandeur, les possibilités et le mystère qu'il avait perdus. Le créateur quantique a donc la gigantesque tâche de reformuler la réalité dans laquelle nous vivons depuis ces perspectives nouvelles et de nous expliquer, pour la première fois dans notre vie et de manière *réelle*, que le destin peut être moi-même ; que je ne suis pas seul et qu'en moi vivent les actions de mes ascendants et celles de mes descendants ; que je peux communiquer avec tout l'univers ; que mes intuitions peuvent être vraies ; que nombre de hasards ne sont rien d'autres que le destin ourdi par nos esprits ; que la complexité est à l'œuvre dans la vie de chacun de nous ; que nous sommes vivants et morts à la fois ; que nous sommes simultanément mortels et immortels ; qu'il y a un terrible et effrayant foisonnement de réalité cachée et que l'assimiler est peut-être l'une des principales fonctions de notre vie. Il faut tout réinterpréter depuis la nouvelle réalité qui s'est ouverte à nous, écrire une nouvelle *Comédie humaine* où les univers parallèles et leurs mystérieuses manifestations dans notre réalité quotidienne auront cours et entreront en relation les uns avec les autres.

Toujours selon Gregorio Morales, l'esthétique quantique définit les principes fondamentaux de son approche de façon détaillée et nous en citerons quelques-uns :

³ Edward Wilson, *L'unité du savoir* (Paris: Laffont, 2000).

Le principe de complémentarité. En fonction des mesures que nous faisons, un corpuscule peut se comporter comme une onde ou comme une particule.

Le principe d'incertitude. Il est impossible de déterminer en une seule mesure la position et la quantité de mouvement d'une particule.

Le principe anthropique. L'observateur modifie l'expérience par sa simple observation.

La non-séparabilité. Nous avons l'habitude de considérer que l'univers est composé d'objets séparés mais, selon la physique quantique il ne pourrait s'agir que d'une illusion. L'univers semble être, en effet, un tout *interrelationné* et sans limites (non local) où, pour employer l'expression poétique de Francis Thompson, « on ne peut toucher une fleur sans déranger une étoile »

L'a-causalité. Dans notre monde « normal », nous sommes habitués à ce que tout phénomène soit toujours et nécessairement causé par un autre mais, dans le monde quantique où règnent les probabilités, cet état de chose n'est pas nécessairement vrai et un fait peut être interprété comme étant a-causal.

La complexité. Bien que tout dans le cosmos obéisse à la loi de l'entropie, il existe, néanmoins, dans les organismes, de la particule à la cellule, en passant par le gaz interstellaire, une tendance à s'organiser en structures toujours plus complexes.

L'ubiquité. Quiconque croit que les particules peuvent être localisées dans un endroit concret se trompe ; en fait, celles-ci se comportent comme si elles pouvaient être en de nombreux endroits au même moment, c'est-à-dire comme si elles avaient le don d'ubiquité.

Les champs morphogénétiques. Vraisemblablement, la connexion existant entre tous les points du cosmos donne lieu à différents modèles, responsables du fait que, par exemple, il existe un esprit universel ou un « air du temps ». Mais on peut même aller plus loin et voir dans des connexions déterminées les instincts d'une espèce, ses règles de conduite ou d'apprentissage. Autrement dit, les *champs morphogénétiques* sont ce qui, en matière de structures, de règles, de comportements, d'idées, ou de tendances, donne sa forme à des aspects déterminés de la réalité.

L'univers comme hologramme. L'Univers peut être vu comme Information. Une Information qui, en outre, est holographique : chaque partie contient le tout.

Ordre implicite et ordre manifeste. L'univers aurait deux types d'ordre. Le premier d'entre eux, l'ordre *manifeste*, est celui qui apparaît, évident, sous nos yeux ; le second, l'ordre *implicite*, est celui qui se cache à notre vue et qui ne se montre qu'à des moments donnés, ponctuellement.

La non-distinction entre matière et énergie, entre corps et esprit. La matière est énergie ; Par analogie on peut émettre l'idée que ce que nous appelons « esprit » est aussi une autre manifestation de la matière.

Ce mouvement autour de l'esthétique quantique initié par l'Espagne semble être devenu « planétaire ». Un courant important d'artistes internationaux revendique cette filiation Arts et Sciences. On pourrait citer dans le désordre et sans prétention d'exhaustivité ;

- pour le théâtre le français Claude Régy: *Espaces perdus* (1991) et *L'état d'incertitude* (2002) ;

- pour le roman quantique : le français Michel Houellebecq : *Les particules élémentaires*, le japonais Haruki Murakami : *Kafka sur le rivage* ;

- pour la musique quantique : l'américain John Cage ;

- pour la science-fiction : l'américain Robert Anton Wilson : *Schrödinger's Cat Trilogy* (1980-1981).

D'autre part, dans certains milieux avertis et autorisés, l'adjectivation « quantique » semble devenu un label « de chic et de choc » pour la création contemporaine. Au-delà de ce phénomène de mode, danger toujours possible de la quête effrénée de nouveaux concepts épistémologiques, qu'en est-il vraiment de cette appropriation de la science par l'art ? Qu'est-ce que l'imaginaire artistique doit aux théories quantiques ? Ou plus précisément quelle perception de la science traduisent, par leurs discours ou par leurs œuvres, les créateurs quantiques ? Quelle est la perception, aigüe ou fantasmée, des grands principes des découvertes du siècle dernier ?

Nous n'avons pas la prétention de traiter dans un court article d'une problématique aussi vaste et complexe. Nous nous contenterons de questionner quatre principes de base auxquels se réfèrent les créateurs : le principe anthropique, le principe d'incertitude, l'a-causalité, la non-séparabilité.

Le principe anthropique est fondamental pour comprendre les enjeux de la création contemporaine. L'œuvre « ouverte » devenue un espace co-construit par le récepteur justifie l'analogie avec l'idée d'un observateur qui modifierait l'expérience par sa simple observation, rendant impossible toute tentative objective de fixation du réel. Ainsi, pour donner un exemple concret, dans la pièce *Sang de lune* de Sinisterra (sur le même thème que *Parle avec elle* d'Almodóvar), l'esthétique du translucide qui est à l'œuvre permet au spectateur de construire son interprétation : des bribes d'informations, des indices polysémiques, des vides sémantiques font que chaque récepteur s'invente son histoire et individualise son rapport à la fiction.

Le principe d'incertitude, quant à lui, a été particulièrement fécond pour l'imaginaire des créateurs. Forts de l'idée qu'il est impossible de déterminer en une seule mesure la position et la quantité de mouvement d'une particule, les artistes contemporains ont revendiqué ce qui était le propre de toute poétique : la génération de formes émancipées des référents « réels » qui permettent les transgressions, les fantaisies, les déviations par rapport aux normes. Ainsi, dans *Le quantique des quantiques* d'Alberto Velasco, Abel Capricorne est un sujet poétique quantique, capable d'être à plusieurs endroits en même temps : dans un monde où une lotion pour les cheveux fait repousser les poils de vieux mocassins, dans une réalité où on est transporté par la pensée dans des pays étrangers, tout devient possible ; surtout, la fantaisie se trouve enfin légitimée par la science.

De la même façon, le principe d'a-causalité a donné lieu à des expériences surprenantes : la prise de conscience que tout phénomène n'est pas toujours et nécessairement causé par un autre, comme dans le monde microscopique. John Cage a poussé cette pratique du facteur d'imprévisibilité à l'extrême jusqu'à faire du chaos le fondement même de son œuvre (musicale ?), 4'33. L'interprète joue en silence pendant quatre minutes et trente trois secondes une composition musicale destinée à accueillir n'importe quel son de manière imprévue.

Les créateurs se réfèrent souvent au concept de non-séparabilité. L'idée que l'univers est un tout interrelationné, sans limites, non local a permis d'aller contre l'idée de la rationalité du monde et de la cohésion du personnage. Marguerite Duras, dans son tryptique *Aurelia Steiner* construit trois personnages superposés, Aurelia Melbourne, Aurelia Vancouver, Aurelia Paris qui sont trois états d'une même enfance. Leurs voix avancent comme la succession d'une même onde.

Du côté de la physique

C'est l'essence même de l'art de ne se fixer aucune limite quant aux sources de son imaginaire et de sa créativité. La physique quantique, en tant que création/découverte (on laissera le soin à l'épistémologue de discuter ce point) ne doit évidemment pas y échapper, et c'est ce que fait avec enthousiasme et imagination l'esthétique quantique dont les principes fondateurs viennent d'être évoqués. Cette appropriation, quelque légitime qu'elle puisse être, peut cependant apparaître suspecte aux physiciens : les mots et les expressions sont proches, les concepts, patiemment bâtis sous la double contrainte sévère des mathématiques et de l'expérience, valsent au gré de l'imagination de l'artiste, et, un sentiment étrange de confusion

peut finalement étreindre le physicien. Toutefois, le scientifique doit éviter de juger la création artistique à l'aune de ses propres procédés, tout comme l'artiste ne doit pas avoir la prétention de quantifier ses propres intuitions. Si rencontre féconde il y doit y avoir, elle ne peut avoir lieu que sur le terrain commun de l'imagination, sous ses formes artistiques et scientifiques, et non sur celui de la technicité propre à chaque démarche. Chacun des deux mondes peut alors se nourrir des intuitions, des concepts et des images de l'autre. Dans cet esprit-là revenons à deux des principes de l'esthétique quantique évoqués plus haut.

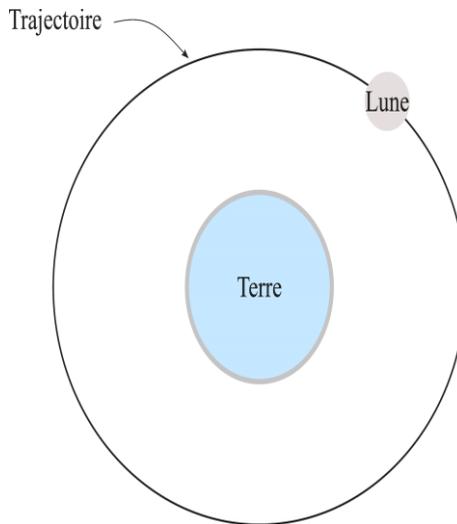
Principe anthropique : « L'observateur modifie l'expérience par sa simple observation »

Dans le cadre de l'esthétique quantique, ce principe est présenté comme ayant une nature éminemment quantique. Nous proposons ici de mettre cette idée à l'épreuve. Pour cela, considérons une expérience de pensée au caractère indubitablement « classique » (par opposition à « quantique »). Il s'agira du mouvement de la Lune autour de la Terre, le système Terre-Lune étant considéré comme totalement isolé du reste du monde. La Figure 1 illustre notre propos. En accord avec les principes de la physique newtonienne, ce problème dit « à 2-corps » (Terre-Lune) est totalement prédictible. Par prédictible, nous entendons ici qu'il est possible à chaque instant de calculer avec une précision arbitrairement grande la vitesse et la position de la Lune par rapport à la Terre.

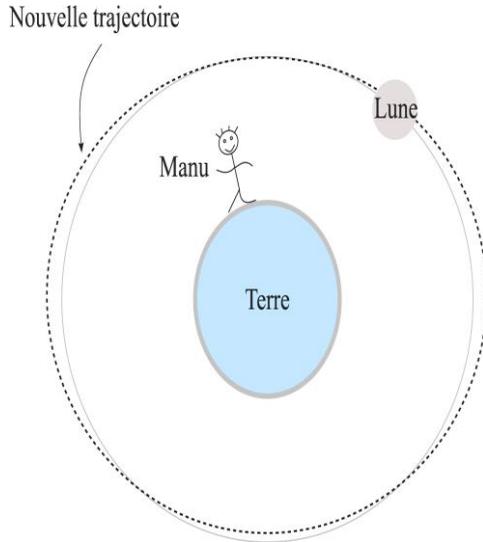
Introduisons maintenant un observateur. Cette personne (Manu, sur la figure 2) n'est évidemment pas un être neutre extérieur au problème. En tant que sujet observant, il s'insère dans le système Terre-Lune, jusque-là totalement isolé de son environnement. Notre système à 2 corps devient alors un système à 3 corps (Terre-Lune-Manu, figure 2), qui peut, de nouveau, être considéré comme isolé du reste de l'Univers. Mais à cet instant s'opère une transformation essentielle. La Nature nous joue un tour inattendu: le nouveau système à trois corps, bien qu'obéissant toujours à la physique newtonienne, perd sa prédictibilité au sens défini précédemment: la position de la Lune ne peut plus être connue à tout instant avec une précision arbitraire.

De par son intervention l'observateur a changé la nature *qualitative* de la relation Terre-Lune. Surgit donc ici une forme inattendue mais incontournable du « Principe anthropique » mais sous une version *classique* cette fois. Afin de comprendre ce changement singulier, il nous faut nous référer à un phénomène découvert au vingtième siècle, à savoir l'existence de comportements « chaotiques » dans les systèmes décrits par

les équations de Newton. Il faut insister sur le fait que ce phénomène est loin d'être anecdotique puisqu'il apparaît de fait dans la plupart des systèmes dynamiques. L'existence de ce chaos signifie que toute perturbation - aussi petite soit-elle - sur les conditions opératoires peut changer de manière radicale le destin du système à des temps suffisamment longs. Même sans intervention extérieure, il n'est donc pas possible de prédire ce que le « déterminisme universel » du XIX^{ème} siècle avait pourtant pris pour acquis. Dans le cas de notre système Terre-Lune-Manu la perturbation provoquée par notre observateur est évidemment extrêmement faible, la masse de Manu dans ce problème à 3-corps étant insignifiante par rapport à celle des planètes.



On peut ainsi garder l'impression pendant une durée assez longue (en fait, bien supérieure à celle de la vie de l'observateur) que Manu n'a pas changé grand' chose à la trajectoire Terre-Lune. Mais c'est une erreur puisque le système présente ce caractère imprédictible, le couple Terre-Lune et l'observateur doivent être considérés comme intimement et irrémédiablement imbriqués. Notons que du point de vue mathématique, le problème est redoutable ; pour en donner un exemple frappant, les calculs les plus précis ne permettent toujours pas de savoir si notre propre système solaire considéré comme un problème classique à N-corps, est stable ou non à très longs temps, c'est à dire au-delà de quelques dizaines de millions d'années, voir par exemple Laskar (1994).



Qu'un observateur opère un changement essentiel à un système observé, quel que soit le schéma théorique utilisé pour le représenter (ici les lois de la physique classique ou quantique) ne doit cependant pas nous surprendre. Le caractère radicalement humain de toute connaissance est une caractéristique fondamentale de la pensée humaine, qu'elle soit philosophique (« L'homme est la mesure de toute chose ») ou scientifique.

Principe de non-séparabilité

Comme nous l'avons vu plus haut, le principe de non-séparabilité est au cœur de nombreuses œuvres quantiques. Il est à l'origine des concepts mentionnés précédemment de « mondes interrelationnés », de « champs morphogénétiques », d'ubiquité, et d'Univers considéré comme un hologramme. En physique, on fait généralement remonter la critique des conséquences paradoxales de ce principe à l'article d'Einstein, Podolsky et Rosen (1935), le fameux « paradoxe EPR » : en quelques mots, les principes fondateurs de la mécanique quantique impliquent que tout système sans interaction avec le reste de l'Univers doit être considéré comme un tout indissociable. Une action (= une mesure) sur une quelconque de ses parties est donc censé agir *instantanément* sur toutes les autres parties, et ceci indépendamment de leur éloignement géographique (accompagné d'une violation possible de la relativité). En laboratoire, des

efforts considérables ont été déployés pour réaliser les conditions exceptionnelles permettant de détecter ce phénomène. Cela a été réalisé avec succès lors de célèbres expériences dues à Stuart J. Freedman et John F. Clauser (1972) aux Etats-Unis et à Alain Aspect et ses collaborateurs en France en 1981-1982.

Du point de vue fondamental, le principe de non-séparabilité est directement relié à la nature ondulatoire - et donc spatialement délocalisée - des particules élémentaires. De ce principe découle un phénomène complémentaire à l'existence de corrélations EPR, connu sous le nom de « localisation quantique »⁴. Un des mystères de la physique classique - quelque peu oublié en ces temps de mystères quantiques - est qu'il s'agit également d'une théorie non-séparable: en mécanique newtonienne, deux corps interagissent à toute distance et instantanément. Ce fait, qui est évidemment apparu comme problématique aux fondateurs de la théorie classique, a donné lieu au cours des siècles à diverses échappatoires (pensons par exemple au concept d'éther⁵). Ici, on réalise que l'aspect ondulatoire de la matière proposé par la mécanique quantique est une solution très élégante nous permettant de sortir de cette impasse.

Grâce à un jeu subtil d'interférences constructives ou destructives, une particule quantique peut se re-matérialiser (« se localiser ») sous la forme d'une particule quasi-classique localisée spatialement et ayant perdu ces corrélations si étranges qui semblaient la lier pour l'éternité au destin de toutes les particules de l'Univers. On peut donc soutenir que, grâce à la physique quantique, notre monde quotidien est redevenu séparable et local comme notre sens commun nous le suggère. C'est donc la théorie quantique qui remet de l'ordre dans notre monde! Faudra-t-il alors opposer le côté « raisonnable » et « intuitif » de la physique quantique à la bizarrerie et à l'extravagance de la physique classique? Une fois de plus, la Nature se joue de nous, renversant nos points de vue et nos projections mentales.

De la même manière, les autres principes invoqués par l'esthétique quantique pourraient être examinés plus avant. Cependant, à partir de deux des principes fondamentaux, on réalise déjà que l'opposition entre un monde classique qui ne serait fait que de déterminisme implacable et de

⁴ On parle également de « décohérence » dans le contexte de la dynamique des systèmes quantiques, voir par exemple Zeh (1970).

⁵ L'éther est une substance hypothétique qui remplirait le vide de l'Univers et permettrait à la lumière de se propager comme le son dans l'air ou une vague sur la mer. Cette notion introduite en physique dès l'Antiquité et très discutée à l'époque moderne a été abandonnée au début du 20^{ème} siècle avec l'avènement de la relativité restreinte.

causalité triste et un monde quantique enchanteur où règnent l'indéterminisme, la liberté et le foisonnement, doit être questionnée. La Nature ne se laisse pas contraindre à nos catégories ; malicieuse, elle se plaît à nous jouer ses tours facétieux (chaos classique, décohérence, localisation, etc.) au sein même de nos constructions les plus élaborées, qu'elles soient classiques, quantiques ou autres. Le physicien est donc perplexe quant à la nécessité du label quantique pour « ...rendre à l'art la grandeur, les possibilités et le mystère qu'il avait perdus.... ». Cette grandeur et ce mystère existent, ils sont là, tapis dans les replis de nos visions du monde et de nos élaborations artistiques ou scientifiques les plus osées. Sachons peut-être mettre le monde au défi et ne pas catégoriser trop vite ce qui est révolutionnaire ou non.

Œuvres citées

- Abuín González, Anxo. *Escenarios del caos. Entre hipertextualidad y la performance en la era electrónica*. Valencia : Tirant lo blanch, 2006.
- Aspect, Alain, Philippe Grangier and Gérard Roger, *Phys. Rev. Lett.* Vol. 47 (1981):460.
- Aspect, Alain, Philippe Grangier P. and Gérard Roger. *Phys. Rev. Lett.* Vol. 49 (1982):91.
- Caro, Manuel J. and John W. Murphy. *The World of Quantum Culture*, Westport: GPG, 2002.
- Corrons, Fabrice, Monique Martinez-Thomas and Agnès Surbezy. "Le théâtre quantique : ordre et désordre dans l'Espagne postmoderne." In *L'Annuaire théâtral*. Québec: Université Laval, n°43-44, 2009.
- Freedman Stuart J. and John F. Clauser. "Experimental test of local hidden-variable theories", *Phys. Rev. Lett.* 28 (1972): 938.
- Einstein, Albert, Boris Podolsky and Nathan Rosen. "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" *Phys. Rev.* 47 (1935), 777-780.
- Hébert, Chantal. "De la *mimesis* à la *mixis* ou les jeux analogiques du théâtre actuel." In *Multidisciplinarité et multiculturalisme*, edited by Chantal Hébert et Irène Perelli-Contos, 25-39. Théâtre, Québec: Nuit Blanche Editeur, 1997.
- Laskar Jacques. "Large-scale chaos in the solar system." *Astronomy and Astrophysics*, vol. 287 (1994): L9-L12.
- Martinez-Thomas, Monique and Agnès Surbezy, Agnès, "Le traitement quantique du thème de la mère empêchée." In *Nouvelles figures maternelles dans la littérature espagnole contemporaine. Les mères*

- empêchées*, edited by Nadia Mékouar-Hertzberg, 137-154. Paris: L'Harmattan, 2009.
- Morales, Gregorio. *El cadáver de Balzac. Una visión cuántica de la literatura y del arte*. Alicante: De Cervantes Ediciones, 1998.
- Nicolescu, Basarab. "Stéphane Lupasco. Du monde quantique au monde de l'art". *Mélusine*, Lausanne, Suisse, n° XXVII (Le surréalisme et la science) (2007), 181-196.
- Régy, Claude. *Espaces Perdus*. Besançon: Les Solitaires Intempestifs, 1998.
- Régy, Claude. *Le principe d'incertitude*. Besançon: Les Solitaires Intempestifs, 2002.
- Rykner, Arnaud. « L'univers quantique de Marguerite Duras et la critique des dispositifs. » In *Marguerite Duras et la pensée contemporaine*, edited by Eva Alhstedt and Catherine Bouthors-Paillart, 181-193. Göteborg : Université de Göteborg, 2008.
- Shepherd-Barr, Kirsten. *Science on Stage: from Dr Faustus to Copenhagen*, Princeton, Princeton University Press, 2006.
- Surbezy, Agnès. "Ondes et corpuscules : le personnage quantique dans la *Trilogía de mujeres medievales* d'Antonia Bueno." In *Théâtres dramatiques d'orient et d'occident ; 1968-2008*, edited by Carole Egger, Isabelle Reck and Edgard Werber, Edgard. Strasbourg : Presses Universitaires de Strasbourg, 2012.
- Surbezy, Agnès, « L'ailleurs existe-t-il encore pour le chat de Schrödinger ? Là et non-là dans *El lado oeste del Golden Gate* de Pablo Iglesias Simón. » In *L'ailleurs dans les dramaturgies hispaniques*, edited by Carole Nabet Egger and Isabelle Rouane Soupault. Marseille: PUP, 2013.
- Surbezy, Agnès, ed. *Le Théâtre quantique, une utopie ?*, Carnières: Lansmann, à paraître, 2013.
- Valmer, Michel. *Théâtre de sciences*. Paris: éditions du CNRS, 2006.
- Wilson, Edward. *L'unité du savoir*. Paris: Laffont, 2000.
- Zeh, Hans Dieter "On the interpretation of measurement in quantum theory", *Foundations of Physics*, Volume 1, Issue 1 (1970): 69–76.

DES CHIMERES BIONANOTECHNOLOGIQUES : L'HUMAIN AUX PRISES AVEC LES IMAGINAIRES TECHNOSCIENTIFIQUES

MATHIEU QUET

Bionanos et visions du corps à venir¹

Les débats autour des bionanotechnologies accordent souvent une importance particulière aux transformations à venir du corps humain. Ces visions du (corps) futur sont variables, plus ou moins ambitieuses et plus ou moins sombres – de la crainte de la pollution ou de la contamination du corps humain par les nanoparticules aux discours sur les mutations « radicales » du genre humain et à la notion de post-humanité. Par exemple, au cours de la série de débats publics consacrés aux nanotechnologies et organisés par la Commission Nationale du Débat Public fin 2009, début 2010, un certain nombre de questions ont été abordées par des acteurs très différents : des groupes écologistes ont insisté sur les problèmes de pollution que risque de soulever à l'avenir la production de nanoparticules, les industries pharmaceutiques ont insisté sur les bienfaits que pouvaient apporter les nanosciences avec l'émergence de nouveaux traitements, comme la thérapie génique, et un groupe dit « transhumaniste » a évoqué des nanorobots infiltrés dans le corps et la mutation du genre humain. Chacun de ces groupes produisait ainsi des prédictions particulières sur les conséquences à venir des nanotechnologies pour le corps humain.

¹ Ce texte s'inscrit dans le cadre d'un projet collectif (financé par une ANR sur les nanotechnologies) qui rassemble des chercheurs en sociologie des controverses scientifiques (le GSPR à l'EHESS), des chercheurs en sciences de l'argumentation (du Laboratoire Communication et Politique au CNRS) et des chercheurs en sciences du sport (le CERSM à l'Université Paris Ouest Nanterre). Il résulte donc d'un projet interdisciplinaire qui mêle approche sociologique, analyse de discours et anthropologie du corps. L'auteur adresse tous ses remerciements aux participants du projet pour leurs conseils sur des versions antérieures de ce texte, et en particulier à Assimakis Tseronis.

Dans ce contexte, on peut essayer d'appréhender les discours d'anticipation au sujet des effets des nanotechnologies sur le corps humain dans leur hétérogénéité, et tenter de comprendre comment ces discours s'articulent, par-delà leur variété et leurs différences. La production discursive de chimères, ou de transformations plus ou moins imaginaires du corps humain, dans le cadre des multiples débats et controverses sur les nanos, est l'un des modes d'inscription des nanosciences dans l'espace public. La production de prédictions concernant l'avenir du corps, voire de la nature humaine, est donc l'une des médiations par lesquelles les acteurs sociaux tentent de saisir l'objet « nano », de penser son encadrement social. Et il n'est pas l'apanage de quelques illuminés, mais bien un mode d'inscription partagé par tout un faisceau d'acteurs : des chercheurs, des ingénieurs, des militants, des journalistes, et bien d'autres. Dès lors, les chimères et autres imaginaires technologiques remplissent un rôle essentiel dans l'appréhension sociale des effets des nanosciences.

Nanos et imaginaire SF

Plusieurs observateurs ont souligné que le lien entre nanosciences et science-fiction avait une teneur particulière, et ont notamment insisté sur le rôle des imaginaires de science-fiction convoqués depuis le début du projet « nano »². Certes, les nanos n'ont pas l'exclusivité des imaginaires de science-fiction : le nucléaire ou l'informatique ont aussi eu leur pendant romanesque, et plusieurs articles du dossier montrent que la relation féconde entre science et fiction ne date pas d'hier. Un aspect toutefois intéressant des nanosciences est la présence précoce de cet imaginaire, dès le lancement du projet, et le fait qu'il y joue un rôle central, à la fois fédérateur pour les recherches et catalyseur pour les débats. En schématisant, on retient généralement deux noms dans l'histoire des nanosciences. Le premier est celui de Richard Feynman, physicien qui, en 1959, tient une conférence célèbre dans laquelle il annonce « il y a plein de place en bas » (« *there's plenty of room at the bottom* ») et invite à poursuivre des recherches autour de l'infiniment petit. Le second est celui du principal promoteur des nanotechnologies à partir des années 1980, le

² Sylvie Catellin, « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies : anticipation et prospective, » *Quaderni* 61, (2006) « La fabrique des nanotechnologies », Automne : 13-24. Sylvie Catellin, « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur, » *Alliage* 62, (2008) « micro & nano », avril : 67-78. Marina Maestrutti, « Prendre au sérieux la fiction. La mise en débat des nanotechnologies. » *Alliage* 62, « micro & nano » (avril 2008).

chercheur-ingénieur Kim E. Drexler, qui publie en 1986 un livre de prospective dans lequel il essaie d'imaginer les usages à venir des nanosciences³. Ce livre est lui-même nourri de science-fiction. Il imagine en particulier un instrument qui a fait l'objet de nombreuses discussions : l'assembleur (nano) moléculaire, qui pourrait décomposer la matière de n'importe quel objet afin de recomposer un autre objet (en poussant à l'extrême le principe « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »). Il imagine aussi des nanomachines capables d'autoréplication (et donc aptes à s'autonomiser de l'humain). Drexler va être un ardent promoteur des politiques nanotechnologiques à partir des années 1980, créant une fondation de soutien et de prospective, constituant des réseaux humains, financiers et techniques autour des nanos, jusqu'à intervenir au Congrès états-unien pour défendre son projet. C'est un véritable entrepreneur scientifique, et de façon notable, il fait partie de ces chercheurs-ingénieurs pétris de culture technologique au sens le plus large, c'est à dire férus à la fois de technique et de science-fiction.

Issu du *Massachusetts Institute of Technology*, centre de formation à l'innovation technologique par excellence, il a appartenu à une société typique de la contre-culture ingénieure américaine dans les années 1970, la *L5 Society*. Ce groupe rassemble des ingénieurs, des auteurs de science-fiction comme Robert Heinlein ou Isaac Asimov, et son objectif central a été de lancer des vols spatiaux sans le contrôle de la NASA – imaginaire sf, individualisme, contre-culture y font très bon ménage. Bref, si l'on s'en tient au parcours de Drexler, l'histoire des nanos comme projet scientifique et politique est placée sous le signe de l'imaginaire science-fictionnel.

L'autre exemple célèbre et fréquemment cité de la marque de la science-fiction sur les nanotechnologies est celui d'un rapport remis à la *National Science Foundation* par Mihail Roco et William Bainbridge en 2002 et intitulé *Converging Technologies for Improving Human Performances*⁴. Le rapport est extrêmement optimiste et promet, grâce aux nanos et à la convergence entre nanotechnologies, biotechnologies, informatique et neurosciences, un bien-être universel, la paix dans le monde, et de nouvelles formes d'interaction entre hommes et machines « intelligentes ». Comme le rappelle Jean-Pierre Dupuy, le rapport

³ Eric K. Drexler. *Engines of creation: The coming era of nanotechnology* (New York: Doubleday, 1986).

⁴ Mihail Roco and William S. Bainbridge, *Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science* (Arlington: U.S. National Science Foundation, 2002).

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* »⁵. Le ton du rapport est d'autant plus étonnant qu'il est supervisé par le principal organisme de financement de recherche américain. Mais il s'explique en partie par l'appartenance de l'un des auteurs, William Bainbridge, à l'Association Mondiale Transhumaniste, qui diffuse ardemment l'idée d'une mutation de l'humanité, et constitue l'horizon du néopositivisme technologique qui porte le développement des nanotechnologies.

L'économie des promesses

Ces deux exemples permettent d'illustrer de façon schématique les liens les plus saillants entre le projet nano et l'imaginaire de science-fiction. Reste alors à expliquer cette relation. La première remarque qui a été faite à ce sujet concerne les conditions économiques de développement d'un projet tel que les nanotechnologies. Si les promoteurs des nanos promettent monts et merveilles, c'est bien parce qu'ils ont quelque chose à vendre à des investisseurs. Dans cette perspective, un certain nombre d'analystes des sciences ont parlé du développement d'une « économie des promesses ». Cette économie des promesses prend une importance croissante dans les processus d'innovation. Elle force les chercheurs et les entrepreneurs scientifiques à mettre en place un *storytelling* du futur, et à proposer des récits prospectifs sur les conséquences d'une innovation, d'un projet ou d'un champ de recherche en développement. Selon le contexte, les publics auxquels il s'adresse et les ambitions de ses narrateurs, le récit peut porter sur du court, moyen ou très long terme, et envisager des transformations sociales plus ou moins radicales et plus ou moins globales. Au sein d'une telle économie, chercheurs, entrepreneurs scientifiques et pouvoirs publics se trouvent engagés dans des projets dont la viabilité repose en priorité sur l'apparence de robustesse d'une série de prédictions sur les bienfaits à venir de la recherche⁶. Si Drexler ou Bainbridge

⁵ Cité par Jean-Pierre Dupuy, « Pour une évaluation normative du programme nanotechnologique », *Annales des Mines* (février 2004) : 28.

⁶ Pierre-Benoît Joly (ed.), *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ? Rapport de la Mission pour la Métro* (22 septembre 2005). Ulrike Felt, ed., *Taking European Knowledge Society Seriously (Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research, European Commission, 2007)*.

produisent des imaginaires aussi ambitieux, c'est dans la perspective d'alimenter les espérances du marché et des investisseurs (et on peut dire aussi, afin de drainer des chercheurs et de fédérer un domaine qui, malgré tout, reste atomisé).

Mais cette remarque en entraîne une autre. Car si « économie de la promesse » il y a, c'est dès lors forcément en un double sens : l'économie (financière) fondée sur les promesses en implique une autre : une « économie de la promesse », discursive cette fois, indissoluble d'un marché de la promesse. Ce marché-là n'est régi par aucune monnaie. En revanche, il met en concurrence des projections de l'avenir et des visions du futur, dont la distribution devient un aspect essentiel de la régulation économique des sciences et des technologies.

Deux économies imbriquées, donc. La première, traditionnelle mais appuyée sur des enjeux nouveaux, est une économie de l'innovation, de la recherche et de la technologie qui implique la mise en jeu de promesses pour drainer des investissements ; le financement des projets technoscientifiques contemporains, la croissance de l'économie de l'innovation actuelle nécessitent la production permanente de promesses. La seconde, essentielle pour comprendre la première, est une économie discursive et métaphorique, qui met en circulation et en concurrence différentes projections de l'avenir, les unes le dépeignant radieux, les autres imaginant ses aspects les plus sombres.

En effet, les projections de Drexler ou Bainbridge provoquent inévitablement des réactions, et appellent des visions contradictoires, à travers lesquelles les nanotechnologies sont vues comme un danger. Le cas le plus célèbre est probablement l'ouvrage de science-fiction de Michael Crichton, *Prey*, dans lequel l'humanité est prise en chasse par un nuage gigantesque de nanoparticules⁷. Mais dans les discours des groupes militants, écologistes ou non, on retrouve des contre-imaginaires, comme par exemple l'apparition d'une humanité à deux vitesses, opposant les humains augmentés technologiquement et d'autres non-augmentés⁸. Et ces visions du futur (optimistes et pessimistes) s'articulent, se concurrencent, au sein d'une économie sociodiscursive des prédictions.

⁷ Michael Crichton, *Prey*. (New York: Avon Books, 2003).

⁸ BEDE (Biodiversité : Echange et Diffusion d'Expériences) (2009) *Bang ou la convergence des technologies. Nanotechnologies et artificialisation du vivant*, rapport.

Acteurs de l'économie des promesses

Dans le cas des nanosciences et des nanotechnologies, cette économie des promesses est difficile à caractériser, car on a affaire à un très grand nombre d'acteurs occupant des positions très différentes dans l'espace social et à des modes d'interventions variables. En effet, si l'on schématise les acteurs centraux des débats autour des nanos, on retrouve des groupes aussi variés que des entrepreneurs scientifiques, promoteurs du projet nanotechnologique, des chercheurs, des groupes militants souvent du côté de l'écologie politique, des universitaires, souvent philosophes et/ou éthiciens, des courants contre-culturels (tels que le transhumanisme), des auteurs de littérature, des institutions de promotion de la démocratie délibérative, et bien d'autres encore. Cet inventaire, loin d'être exhaustif, donne une idée de l'hétérogénéité des personnalités qui produisent simultanément des discours sur les nanotechnologies et leurs conséquences pour le corps humain. A priori, ces groupes partagent peu de choses. Mais l'observation permet de saisir des moments particuliers où cette multitude d'acteurs et de discours tout à fait hétérogènes entrent dans un même espace discursif. Et c'est justement là que la notion d'économie des promesses est intéressante, en tant qu'elle pointe les moments où tous ces discours et prédictions se trouvent confrontés. Une fois encore, on peut évoquer le cas des débats publics de 2009-2010 sur les nanotechnologies, au cours desquels des acteurs très variés ont produit des avis ou participé, d'une façon ou d'une autre, au débat. Lors de ces rencontres, les différentes prédictions se sont trouvées mises en présence de façon très concrète.

Mais alors, quels sont les enjeux de cette mise en concurrence de prédictions, de chimères ? Pour le montrer, je vais m'appuyer sur l'un de ces « moments » au cours desquels des discours hétérogènes sont mis en présence. Il s'agit du débat sur la question des nanotechnologies dans le sport, et en particulier autour du dopage génétique. Le corpus donne lieu à une prolifération de chimères, de monstres représentant le fruit du mariage des technologies et de l'humain. De façon critique parfois, de façon utopique souvent⁹. Et ce bestiaire d'un genre nouveau permet aux acteurs de représenter à la fois les formes de vie émergeant conjointement aux avancées de la recherche, et les institutions nécessaires pour les encadrer.

⁹ Cette seconde partie s'appuie sur des analyses réalisées sur un corpus de 96 textes consacrés aux enjeux du dopage génétique. Le corpus rassemble des textes issus de revues médicales, de sciences sociales, de médias généralistes, de blogs et sites internet, privilégiant la diversité des types de sources. Analyse menée avec le logiciel Prospéro.

Monstres et chimères biotechnologiques

On a ainsi affaire à une prolifération de personnages. Les débats sur le dopage génétique convoquent ainsi des athlètes « génétiquement dopés »¹⁰, « améliorés technologiquement » au moyen de prothèses, des sportifs sélectionnés « sur leurs promesses génétiques »¹¹, des « athlètes génétiquement modifiés » sur le modèle des OGM¹², des « superman » aux performances démultipliées¹³, des cyborgs, ou des athlètes cyborg, des « super soldats », des clones de Michael Jordan¹⁴, des hommемachines (en un mot)¹⁵, des Robocop et des « créatures bioniques qui peuplent la science-fiction »¹⁶, des Genrich (humains génétiquement « enrichis »)¹⁷. Les animaux ne sont pas en reste, puisqu'il est aussi question de « souris schwarzenegger »¹⁸, ni les machines, puisque les ordinateurs à ADN sont évoqués¹⁹, tout comme les robots dont la conscience s'autonomise de façon croissante. Ces remarques mettent en évidence un modèle d'humanité transformée et hybridée par les biotechnologies et les technologies de l'information principalement.

Le corpus met en évidence un phénomène intéressant. Le vocabulaire par lequel sont produites ces chimères est un vocabulaire de l'image et de l'imaginaire, mais pas seulement : les prédictions font aussi bien appel à des imaginaires de fiction (comme Superman) qu'à des faits réels identifiés comme symptômes de l'hybridation. Par exemple Tiger Woods et son opération des yeux pour obtenir une vue d'aigle, la greffe du visage d'Isabelle Dinoir, les exosquelettes motorisés HAL, les prothèses

¹⁰ « Bientôt des athlètes génétiquement dopés », entretien avec G. Dine, *Libération*, 28 août 2004.

¹¹ « Des athlètes génétiquement modifiés sont-ils déjà sur le podium ? », *Science et Avenir*, juillet 2009.

¹² Ibid.

¹³ « Athlètes génétiquement modifiés, à vos marques », *Libération*, 25 mars 2002.

¹⁴ « Le champion du futur : Stock, le début de l'aventure », *L'Equipe*, 3 janvier 2001.

¹⁵ Pièces et Main d'Oeuvre, « Nanotechnologies : et maintenant, le tsunami de la communication », 17 octobre 2006.

¹⁶ « Le dopage génétique se profile à l'horizon 2012 », *Les Echos*, 21 août 2008.

¹⁷ Dominique Babin, PH1. *Manuel d'usage et d'entretien du post humain* (Paris: Flammarion, 2004).

¹⁸ « Les surhommes et nous », *Le Figaro*, 31 juillet 2006.

¹⁹ Patrick Couvreur et Jean-Claude Mounolou, « Diagnostic et thérapie, la révolution des nanotechnologies, » *Vivantinfo*, juin 2005.

commandées par le cerveau de Claudia Mitchell, la puce RFID injectée dans le bras de l'ingénieur Kevin Warwick sont convoqués comme autant de signes de la transformation de l'humain, parfois au même titre que des phénomènes imaginaires. Les intervenants dans les débats sur le dopage génétique s'appuient sur et reconduisent un effet de continuité entre des innovations perçues comme relevant de la science-fiction et des images de science-fiction.

Par ailleurs, ce ne sont pas seulement des « êtres » chimériques qui sont discutés, mais aussi les types de caractéristiques augmentées. Il est ainsi question d'amélioration de l'endurance, de surproduction de globules rouges (qui favorise la régénération des muscles), d'*enhancement* de la taille et de la mémoire, d'amélioration des humeurs, d'accroissement des capacités physiques et cognitives, d'amélioration du transport de l'oxygène, d'augmentation des capacités cardiaques, d'optimisation du développement des fibres musculaires, de meilleure gestion de l'énergie métabolique, de mémoires plus développées et d'humeurs plus heureuses, de lutte contre les troubles de la mémoire liés à l'âge, de la capacité d'apprendre rapidement le mandarin pour un homme d'affaire qui souhaiterait travailler en Chine²⁰, de longévité de 120 ans, du vieillissement comme maladie susceptible d'être guérie, de la capacité de gravir plus facilement et sans oxygène les sommets les plus élevés grâce à une plus grande aisance respiratoire, de modifications corporelles récréatives (implants, tatouage, piercing).

On voit ainsi qu'au cours des débats sur le dopage génétique, de multiples chimères sont imaginées ou désignées, à la fois sous la forme de nouveaux êtres dotés d'autonomie et sous la forme de nouvelles caractéristiques attribuées à ces êtres à venir. Les discours catalysent ainsi les imaginaires et toute une série de prédictions sur ce que sera, devrait devenir ou risque de devenir le corps humain. A partir de là, je ferai deux remarques.

L'appareillage biopolitique à venir

La première porte sur le cadre d'inscription de ces chimères. Il serait tentant de retenir seulement la dimension spéculative et abstraite de ces discours. Or, ce qui apparaît dans le corpus, c'est que ces prédictions de chimères n'existent pas indépendamment d'un discours sur l'appareillage technologique et institutionnel (réel ou imaginé) sans lequel les chimères ne pourraient exister. Les acteurs sociaux qui discutent sur les athlètes génétiquement modifiés, les « super-soldats » ou les « souris

²⁰ « L'homme augmenté, » *Encyclopédie de l'Agora*, novembre 2008.

schwarzenegger » ne le font pas sans réfléchir à la fois aux techniques qui peuvent ou pourraient les rendre possibles et aux institutions ou aux actions qui permettraient d'encadrer la création de tels êtres (ou de s'y opposer). Par conséquent, le futur et la spéculation sur le futur est ici un moyen de se représenter des usages des technologies, et de penser leur contrôle ou leur inscription.

Les participants évoquent tout d'abord régulièrement des technologies ou des formes techniques : l'implémentation de bras artificiels ou de prothèses sur le corps humain, la greffe du coeur, les implants sur le visage, etc. Ces techniques peuvent être abordées de façon générale et imprécise, ou au contraire à travers des descriptions relativement développées, comme dans cette description du C-Leg :

le C-Leg va peut-être changer les choses. Il s'agit d'une prothèse de genou électronique, qui offre bien plus de possibilités que les genoux mécaniques actuels. Mi-hydraulique, mi-cybernétique, il assure le verrouillage du genou et la proprioception. Des capteurs placés dans le tube jambier mesurent 60 fois par seconde les forces exercées pendant la marche ; ces mesures sont instantanément traitées par un logiciel fonctionnant sous Windows. Le moteur est alimenté par une batterie de type GSM, et malgré la batterie et l'huile, le C-Leg est moins lourd qu'un genou mécanique.²¹

Encore une fois, certaines des opérations techniques et médicales discutées sont réelles tandis que d'autres sont imaginaires, considérées de façon plus générale ou prospective. De cette manière, les manipulations génétiques considérées en général côtoient le contrôle des humeurs par l'usage de drogues, les molécules capables d'améliorer temporairement mémoire et concentration telles que la choline, le modafinil, la ritaline, ou d'agir sur le développement musculaire, comme la myostatine et la myogénine, ou encore la possibilité d'inculquer des caractéristiques génétiques à un embryon à partir d'un diagnostic pré-implantatoire.

Mais ces formes techniques sont elles-mêmes fréquemment considérées dans un cadre politique plus global. Les acteurs sociaux impliqués dans les débats sur le dopage génétique ne se cantonnent pas à imaginer des formes de vie : ils pensent en même temps les techniques et les institutions de ces formes de vie. Un appareillage politique complexe voit ainsi le jour à travers les discours, nécessaire pour permettre le développement de ces

²¹ « Le futur, c'est maintenant. Les prothèses pour sportifs handicapés, » *Equilibre*, mai 2008, 30-31.

nouvelles performances et libertés : des instituts de triage permettant d'obtenir des garçons ou des filles, des banques de sperme, ou encore le « marché de gènes » proposé par Robert Nozick :

Robert Nozick est allé jusqu'à proposer un "marché de gènes" où les parents seraient libres de commander le programme de leur enfant sans que leur soit imposé un design unique pour toute la société. Le grand avantage d'un tel supermarché, précise-t-il, c'est qu'il serait à l'abri de toute décision centralisatrice qui limiterait le choix à un seul (ou à plusieurs) type humain.²²

De même, de nouvelles institutions apparaîtraient pour soutenir ce développement, par exemple dans le monde sportif :

Peut-on imaginer qu'un jour il n'y aura plus un seul Championnat NBA, mais deux : l'un garanti cent pour cent humain, l'autre réservé aux athlètes génétiquement modifiés ? C'est bien possible, et il sera intéressant de voir lequel de ces deux Championnats intéresse le plus le public. Personnellement, je pencherais plutôt pour le Championnat génétiquement modifié, parce que c'est là que les performances les plus incroyables auront lieu.²³

Une observation attentive des discours sur les chimères technologiques provoquées par les nanotechnologies, telles qu'elles sont imaginées dans le cadre du débat sur le dopage génétique, montre que les chimères ne sont donc qu'un élément de représentation du monde technologique tel qu'il est en train de se constituer, avec ses régulations, avec ses normes. Et au cours de ce travail d'appropriation discursive, les acteurs sociaux cherchent à cadrer le déroulement de l'innovation autant qu'à l'imaginer.

Science fiction et science facts

Ma seconde remarque porte sur la tension qui existe entre ces discours et la perception qu'ont certains acteurs de leur inadéquation à la « réalité » du travail des chercheurs. De nombreuses personnes, au cours de ces débats, insistent sur la nécessité de distinguer « *science fiction* » et « *science facts* ». Cette exigence est appuyée sur l'idée que ces constructions de chimères sont assez éloignées du « vrai » champ de la « vraie » recherche. Or, cette entreprise de distinction n'existe que comme

²² « L'homme augmenté, » *Encyclopédie de l'Agora*, novembre 2008.

²³ « Le champion du futur : Stock, le début de l'aventure, » *L'Equipe*, 3 janvier 2001.

une tension qui ne peut jamais être résolue. Bien entendu, la production de discours sur les chimères et la recherche en nanotechnologies sont deux choses très différentes. Mais chose plus importante, ce sont aussi deux modes de construction de l'objet « nano » dans l'espace public. Des modes concurrents si l'on veut, et fréquemment (pas tout le temps : fréquemment) entremêlés. Il faut en finir avec l'idée réductrice qu'il y aurait d'un côté un espace mass-médiatique abritant les spéculations sur l'hybridation homme-technique, et de l'autre le travail quotidien des chercheurs. Ces deux espaces sont poreux. Et les chercheurs eux-mêmes recourent à un mode de construction « imaginaire » dans la présentation qu'ils font de leur travail, et dans l'appréhension qu'ils en ont. Ceci a été rappelé plus haut avec l'exemple de Drexler et de ses assembleurs moléculaires. On peut citer aussi le cas de Richard Smalley, chimiste et prix Nobel, grande figure de la recherche nanotechnologique, qui est à l'origine d'une controverse avec Drexler au cours de laquelle il l'accusait de réaliser des projections farfelues, tout en reconnaissant que ces projections sont en grande partie responsables de certaines des directions qu'il a donné à son travail de chercheur.

Enfin, on peut citer le cas de François Berger, médecin et neuroscientifique rattaché au projet de clinique expérimentale Clinatéc (Grenoble). Au cours d'une intervention à Lille en 2010, Berger dénonçait les visions transhumanistes, tout en reprenant certains éléments du vocabulaire que les transhumanistes contribuent à diffuser dans le domaine. Il s'interrogeait par exemple sur les « cyborgs » que seraient des personnes au cerveau assisté de puces électroniques. Et les scientifiques qui sont amenés à parler de leur travail, par exemple sur la question de la thérapie génique, ont fréquemment recours à des prédictions, qui ne sont pas seulement des projections inscrites dans le temps de la recherche.

Dans cette perspective, il apparaît clairement que les chimères des débats nanos, d'une part, sont l'un des « modes d'existence » publics des nanos, et d'autre part, sont, au moins en partie, entremêlées avec la recherche.

Œuvres citées

Babin, Dominique. PH1 : *Manuel d'usage et d'entretien du post humain*. Paris: Flammarion, 2004.

BEDE (Biodiversité : Echange et Diffusion d'Expériences) (2009) *Bang ou la convergence des technologies. Nanotechnologies et artificialisation du vivant*, rapport. <http://www.bede-asso.org>.

- Catellin, Sylvie. « Nanomonde : entre science et fiction. Quelles visions du futur », *Alliage* 62, (2008) « micro & nano », avril : 67-78.
- . « Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies : anticipation et prospective. » *Quaderni* 61, (2006) « La fabrique des nanotechnologies », Automne : 13-24.
- Couvreur, Patrick et Jean-Claude Mounolou, « Diagnostic et thérapie, la révolution des nanotechnologies. » *Vivantinfo*, juin 2005.
- Crichton, Michael. *Prey*. New York: Avon Books, 2003.
- Drexler, Eric K. *Engines of creation: The coming era of nanotechnology*. New York: Doubleday, 1986.
- Dupuy, Jean-Pierre. « Pour une évaluation normative du programme nanotechnologique. » *Annales des Mines* (février 2004).
- Encyclopédie de l'Agora*, « L'homme augmenté, » novembre 2008.
- Équilibre*, « Le futur, c'est maintenant. Les prothèses pour sportifs handicapés, » mai 2008, 30-31.
- Felt, Ulrike, ed. *Taking European Knowledge Society Seriously*. Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research, European Commission, 2007.
- Joly, Pierre-Benoît, ed. *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ?* Rapport de la Mission pour la Métro (22 septembre 2005).
- L'Equipe*, « Le champion du futur : Stock, le début de l'aventure, » 3 janvier 2001.
- Le Figaro*, « Les surhommes et nous, » 31 juillet 2006.
- Les Echos*, Pièces et Main d'œuvre. « Nanotechnologies : et maintenant, le tsunami de la communication. » 17 octobre 2006. « Le dopage génétique se profile à l'horizon 2012. » 21 août 2008.
- Libération*, « Athlètes génétiquement modifiés, à vos marques, » 25 mars 2002.
- . « Bientôt des athlètes génétiquement dopés, » entretien avec G. Dine, 28 août 2004.
- Maestrutti, Marina. « Prendre au sérieux la fiction. la mise en débat des nanotechnologies. » *Alliage* 62, « micro & nano » (avril 2008).
- Roco, Mihail and William S. Bainbridge. *Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Arlington: U.S. National Science Foundation, 2002.
- Science et Avenir*, « Des athlètes génétiquement modifiés sont-ils déjà sur le podium ? » juillet 2009.

Selin, Cynthia. "Expectations and the Emergence of Nanotechnology."
Science Technology Human Values 32, no. 2, (March 2007): 196-220.