

Soirée-Débat
"Les Invités"

*organisée grâce aux parrains
de l'École de Paris :*

Accenture
Air Liquide¹
Algoé²
ANRT
Arcelor
Caisse des Dépôts et Consignations
Caisse Nationale des Caisses
d'Épargne et de Prévoyance
CEA
Centre de recherche en gestion
de l'École polytechnique
Chambre de Commerce
et d'Industrie de Paris
CNRS
Conseil Supérieur de l'Ordre
des Experts Comptables
Danone
DARPMI³
Deloitte & Touche
DiGITIP
EADS
École des mines de Paris
EDF
Entreprise & Personnel
Fondation Charles Léopold Mayer
pour le Progrès de l'Homme
France Télécom
IBM
IDRH
IdVector¹
Lafarge
PSA Peugeot Citroën
Reims Management School
Renault
Royal Canin
Saint-Gobain
SAP France¹
Schneider Electric Industrie
THALES
Total
Unilog

¹ pour le séminaire
Ressources Technologiques et Innovation
² pour le séminaire Vie des Affaires
³ pour le séminaire
Entrepreneurs, Villes et Territoires

(liste au 1^{er} mars 2004)

LES TRADITIONS FRANÇAISES
À L'ÉPREUVE DES BIOTECHNOLOGIES

par

Pierre TAMBOURIN
Directeur du technopôle d'Évry

Pierre-Benoît JOLY
Directeur de recherche à l'INRA
Directeur de l'unité Transformations sociales
et politiques liées au vivant

Jean-Pierre DUPUY
Professeur de philosophie à l'École polytechnique et à l'université de Stanford
Membre du Comité d'éthique et de précaution de l'INRA

Débat animé par
Michel BERRY
École de Paris du management

Séance du 6 octobre 2003
Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

En bref

La révolution des biotechnologies touche la pharmacie, l'agroalimentaire, les matériaux, l'informatique, le nucléaire, la défense, etc. Nombre d'innovations posent des problèmes éthiques, juridiques, de sécurité nationale, etc., qui ne sont plus l'affaire des seuls savants : on connaît les affrontements sur les OGM. Les États-Unis avancent très vite et la France a pris du retard. C'est que l'investissement dans les biotechnologies met à l'épreuve les traditions françaises, par exemple en mêlant argent public et argent privé, transgression longtemps ingérable. L'évolution des esprits et quelques changements législatifs, comme la loi Allègre, ont permis d'inventer des formes d'organisation originales (exemple le Genopole d'Évry), mais les montages juridiques ressemblent encore souvent à des usines à gaz... Saurons-nous inventer assez vite des outils d'hybridation efficaces entre recherche et industrie, et des modalités de débats appropriées pour prendre au sérieux ces enjeux de société ?

*L'Association des Amis de l'École de Paris du management organise des débats et en diffuse
des comptes rendus ; les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs.
Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.*

EXPOSÉ de Pierre TAMBOURIN

Après avoir dirigé le département des sciences de la vie au CNRS, je suis devenu responsable du Genopole d'Évry, qui peut être considéré comme un bon exemple d'adaptation de nos traditions aux nouveaux défis scientifiques. Avant de vous en parler, je voudrais revenir sur les raisons pour lesquelles on parle tellement des biotechnologies aujourd'hui et sur les causes du retard français et européen en la matière.

Un champ très large

On peut considérer que les biotechnologies datent du moment où l'homme, de chasseur et cueilleur est devenu éleveur et cultivateur ; mais pourquoi suscitent-elles autant d'intérêt aujourd'hui ?

D'abord en raison de l'extension du champ qu'elles recouvrent. Il ne s'agit en effet pas seulement de la génétique, c'est-à-dire des technologies qui mettent en œuvre l'ADN, mais de l'ensemble des méthodes et techniques qui utilisent le vivant, que ce soit sous forme d'organismes, de cellules, d'éléments subcellulaires ou moléculaire. L'un des plus grands progrès des trente dernières années est par exemple la production industrielle à fin médicale d'anticorps monoclonaux, c'est-à-dire de molécules capables de reconnaître spécifiquement des molécules étrangères comme celles des micro-organismes spécifiques, et cela sans faire appel au génie génétique, mais seulement à des processus cellulaires.

Une deuxième raison est l'importance des biotechnologies dans un secteur économique à très forte valeur ajoutée, celui du médicament. On estime qu'à l'heure actuelle, 50 % des molécules innovantes dans ce domaine sont issues des biotechnologies, et que cette proportion atteindra 80 % dans quelques années : l'industrie pharmaceutique, qui était essentiellement une industrie de chimistes, est en train de devenir aussi une industrie de biologistes.

Au-delà de la production pharmaceutique, les biotechnologies vont également jouer un rôle de plus en plus important pour l'identification des maladies, et pas seulement des maladies dites génétiques. En effet, la plupart des pathologies ont une base génétique, au sens où par exemple, avec une même consommation de tabac, les individus ne présentent pas le même risque de développer un cancer ; c'est également le cas pour l'obésité ou encore pour l'épilepsie, et en fait pour presque toutes les pathologies humaines. Ce dépistage de terrains favorables ou défavorables ouvrira lui-même la voie à la promotion et à la création de nouveaux médicaments.

Une troisième raison est à chercher dans les perspectives qu'ouvrent les biotechnologies pour les industries de l'environnement, et par exemple pour le traitement de certaines formes de pollutions. Elles vont également jouer un rôle considérable dans l'industrie des matériaux, mais aussi dans le domaine de la chimie lourde. On a découvert, par exemple, depuis une quinzaine d'années, que certains êtres vivants des fonds sous-marins étaient capables de se développer dans des conditions qui, du point de vue de l'acidité, de la température, de la pression ou de la salinité, étaient considérées comme incompatibles avec la vie, ce qui rend envisageable d'utiliser leurs propriétés physico-chimiques dans des types de productions industrielles beaucoup plus larges que par le passé. Enfin, des entreprises très sérieuses comme Hewlett Packard travaillent à la possibilité d'utiliser l'ADN ou des molécules du vivant pour concevoir de nouveaux ordinateurs capables de résoudre des calculs que l'informatique classique ne permet pas de traiter. Ces quelques exemples démontrent que le champ des applications biotechnologiques est immense.

L'avance des États-Unis

Pourquoi les États-Unis ont-ils pris une telle avance sur les Français et plus largement les Européens ? Pour ma part, j'associe cette avance au grand programme national lancé par les

Américains il y a une quarantaine d'années, avec pour objectif de trouver un remède contre le cancer en cinq ans. Cet objectif n'a pas été atteint, mais en revanche les États-Unis se sont dotés, avec les NIH (National Institutes of Health), d'un outil de recherche scientifique extraordinaire, d'autant qu'il intervenait à un moment-clé de l'histoire de la biologie, celui de la découverte de la "caisse à outils" du vivant.

C'est à partir de cette époque que l'on a développé la capacité des bactéries à produire des molécules en grandes quantités, et dans un délai très bref, à partir d'un morceau de code génétique extrait d'un autre organisme, ce qui a permis par exemple de fabriquer des hormones complexes comme l'hormone de croissance ou l'insuline. La plupart des biotechnologies tournent autour de cette découverte. Elles ont été réalisées aux États-Unis, et se sont accompagnées de l'essor des premières entreprises directement issues de la recherche fondamentale, et souvent d'ailleurs pilotées par des prix Nobel. Jamais, par la suite, les autres pays n'ont pu rattraper l'avance que la science américaine avait prise à cette époque, ni égaler son niveau de production scientifique dans ce domaine.

En 1998, les États-Unis comptaient environ mille trois cents sociétés de biotechnologie, et l'Europe environ mille cent, ce qui paraît relativement équilibré ; mais en moyenne, les sociétés européennes, et particulièrement françaises, sont de petites tailles, de sorte qu'en France, le déficit d'emplois de ce secteur par rapport à la norme américaine est d'environ vingt cinq mille personnes, soit l'équivalent de l'ensemble de ce qui existe actuellement en sciences du vivant au CNRS, à l'INSERM, à l'INRA, au CEA, et dans les universités non médicales. Si l'on veut rattraper ce retard et remplacer dans le même temps les chercheurs qui vont partir à la retraite dans les cinq ans à venir, on mesure le défi à relever dans un temps bref. La situation s'est un peu améliorée, car depuis cinq ans de nombreuses sociétés ont été créées en France dans ce secteur ; mais il s'agit le plus souvent de sociétés de taille infracritique et sous-capitalisées, très peu d'entre elles étant cotées en Bourse.

Le cas français

Pourquoi la France, en particulier, n'a-t-elle pas su prendre le bon virage ? Je vois quatre facteurs principaux.

Tout d'abord, le poids traditionnel, dans la fonction et la sélection de nos élites, des sciences dures, à savoir les mathématiques et la physique, par opposition aux sciences dites molles, ou réputées telles, que sont les sciences du vivant, sans parler bien sûr des sciences de l'homme et de la société. Il est très significatif, par exemple, qu'il ait fallu attendre les années 1990 pour voir un non-physicien et non-mathématicien – François Kourilsky – à la tête du CNRS.

Deuxième obstacle, les sciences du vivant sont éclatées en plus d'une dizaine d'organismes publics, ce qui entraîne des difficultés de coordination, d'autant qu'ils tirent tous leur financement de l'État et se trouvent donc souvent en concurrence. Beaucoup de chercheurs en sciences du vivant sont nostalgiques de l'époque de la DGRST (Délégation générale à la recherche scientifique et technique), créée par le président de Gaulle, et qui était une véritable agence de programmation, dotée de budgets importants ; c'est d'ailleurs à cette époque que la France pouvait essayer de tenir tête aux États-Unis avec son programme de biologie moléculaire. Cette structure a disparu, et désormais ce sont soit les organismes qui définissent leurs programmes, mais sans disposer de réels moyens pour les mettre en œuvre, soit les ministères qui s'en chargent pour eux ; mais quand on connaît l'amateurisme de ces derniers dans la gestion des grands programmes, on ne peut guère s'étonner de la faiblesse des résultats obtenus.

Le troisième obstacle est d'ordre culturel. Pour le chercheur républicain tel que l'a décrit le sociologue Alain d'Iribarne, développer un lien entre la recherche et l'industrie constituait une perversion mais aussi une erreur stratégique, car cela menaçait radicalement le parcours optimal de la démarche fondamentale. J'avoue que j'ai partagé cette représentation, très commune dans les années 1980, et que j'ai même participé à la manifestation des chercheurs du CNRS au siège de Rhône-Poulenc en 1975. Aujourd'hui, j'ai largement changé d'avis,

mais j'ai le plus grand mal à faire comprendre à mes amis syndicalistes que certains partenariats avec l'industrie ouvrent des perspectives prometteuses de recherche fondamentale, et que c'est important pour l'avenir des jeunes.

Dernier obstacle, l'absence de culture de l'innovation : si l'on interrogeait les thésards en sciences de la vie sur ce qu'est une licence ou un brevet, on obtiendrait probablement des résultats catastrophiques. Aucun organisme public de recherche français ne s'est doté de services de valorisation à l'image de ceux qu'on trouve dans les grandes universités américaines depuis les années 1980 ; en France, les personnes chargées de ces questions sont souvent des chercheurs ou des ingénieurs pleins de fougue mais ne disposant généralement pas des compétences adéquates.

L'expérience du Genopole

L'expérience du Genopole tranche avec ce contexte général français, et constitue à ce titre un bon exemple de rupture avec nos traditions.

L'initiative est venue de l'AFM (Association française contre les myopathies) qui, partant du principe que les firmes pharmaceutiques n'étaient pas en mesure de proposer des médicaments pour les quelque sept mille maladies génétiques répertoriées, a estimé que la seule réponse possible était la thérapie génique. Ceci supposait de commencer par bien connaître le génome humain et donc d'en établir la carte. En créant le Téléthon, l'AFM a disposé d'énormes moyens financiers et s'est entourée de chercheurs qui étaient d'accord pour changer radicalement de façon de travailler : il s'agissait d'automatiser et d'industrialiser les processus de recherche afin d'accélérer considérablement la réalisation de la carte du génome humain. C'est ainsi qu'a été créé le Genopole, qui a permis d'inaugurer le passage à ce que j'appelle la biologie à grande échelle ou à haut débit.

Sa localisation à Évry, liée au fait que l'AFM y avait implanté son laboratoire Généthon, constituait un choix très paradoxal : sur ce territoire, il n'y avait pratiquement pas d'infrastructures de recherche privée ni publique ; pas d'université digne de ce nom avant les années 1995-1996 ; pas d'enseignement de la biologie ; pas de centre de conférence ; c'était une zone difficile du point de vue socioéconomique ; elle était à la fois trop éloignée de Paris et pas suffisamment. Mais au bout du compte, tout cela s'est avéré plutôt un avantage : il y avait de l'espace, aucune pesanteur socioculturelle dans la mesure où il n'existait rien auparavant, et des collectivités territoriales prêtes à jouer le jeu, car elles étaient trop heureuses de voir se créer des emplois.

Au bout de quatre ans, l'AFM a proposé à l'État de lui céder, pour un franc symbolique, tout ce qui avait déjà été mis en place, et l'État a joué le jeu en créant le Centre national de séquençage et le Centre national de génotypage, de façon très paradoxale, puisqu'à une époque où l'on supprimait des postes d'ingénieurs et de techniciens au CNRS pour contracter le train de vie de l'État, on a créé des GIP (Groupement d'intérêt public) dérogoires et de nombreux postes pour ce projet.

L'accélération des recherches a été spectaculaire : en 1992, on estimait que la carte du génome humain serait établie en 2015 ; en 1996, on l'envisageait pour 2005 ; et elle a finalement été achevée en 2001, au moins dans une version approximative.

Nous sommes maintenant entrés dans une phase qualitative : l'objectif est désormais d'inventorier le niveau de production des protéines et des gènes dans une cellule de façon à avoir une connaissance beaucoup plus complète de la cellule, du micro-organisme ou de l'organe. Les phénomènes étudiés sont d'une telle complexité que nous sommes désormais confrontés à la nécessité absolue de travailler en multidisciplinarité et de nous rapprocher de mathématiciens, d'informaticiens, de physiciens, de spécialistes des sciences de l'univers, qui ont abordé des problèmes de haut niveau de complexité. Dans ce but, nous sommes en train de créer un Institut de la complexité, qui rassemblera des spécialistes de ces différents domaines.

À partir de 1998, nous avons également mis en place des structures de valorisation pour ne pas perdre le bénéfice des applications industrielles qui pourraient se profiler derrière nos découvertes. Nous avons reçu à nouveau l'appui de l'AFM, mais aussi des collectivités territoriales, ainsi que de l'État sous forme de subventions aux laboratoires de recherche et aux organismes qui s'impliquaient dans cette démarche. Au total, une quarantaine d'entreprises nouvelles ou récentes sont venues nous rejoindre et le Genopole compte désormais une vingtaine de laboratoires labellisés.

Conclusion

La chance du Genopole a été de se développer dans un contexte où ne s'exerçait aucune des contraintes habituelles. Bien sûr, le pari n'est pas encore gagné : une structure qui a grossi comme un champignon peut également disparaître aussi vite qu'un champignon. Toutefois j'espère que ce qui a été réalisé pourra féconder les autres centres français, et que les entreprises nées du Genopole trouveront des professionnels capables de construire des *business plans* crédibles et de les mener à bien.

EXPOSÉ de Pierre-Benoît JOLY

Le développement des biotechnologies pose deux types de problèmes complémentaires : quelles sont les formes d'organisation de la recherche favorables aux processus d'innovation, compte tenu notamment de l'émergence d'une biologie à haut débit et, dans ce cadre, qu'en est-il notamment des relations entre secteur public et industrie ? Comment organiser le débat public sur les différentes questions de société posées par ces nouvelles technologies ?

La première question a déjà été abordée par Pierre Tambourin. Je vais donc centrer mon exposé sur le second enjeu, mais je vais revenir sur le discours sur l'organisation de la recherche : la mise en démocratie de la technoscience impose en effet que l'on remette en cause la coupure entre les politiques d'innovation et les questions qualifiées de sociétales.

Une référence implicite néo-libérale

Lorsqu'on analyse les discours sur les biotechnologies ou sur la génomique, on est frappé par deux caractéristiques : le discours technologique domine le discours scientifique (biologie à haut débit, logique des instruments, logique des plates-formes...) ; l'accent est mis sur les promesses d'applications, souvent décrites comme de véritables ruptures, dans des domaines très sensibles (le rapport à la nature, le rapport à l'aliment, le rapport au corps...).

Ces caractéristiques tiennent probablement au fait que la frontière entre la recherche cognitive et les applications commerciales est très poreuse. Les biotechnologies sont à la fois un ensemble d'applications de connaissances scientifiques, mais aussi des outils et instruments qui conditionnent la production de connaissances et qui déterminent l'agenda de la recherche.

Dans ce contexte, le discours sur la science est paradoxal. On nous dit en effet que la science est neutre, et que seules comptent ses applications ; la communauté scientifique revendique donc une grande autonomie dans l'organisation de la production des connaissances. En même temps, les politiques de la recherche sont très marquées par une conception néo-libérale qui fait de la privatisation des connaissances par les brevets, de la création de start-ups et de la financiarisation de l'innovation, les clés de voûte du système d'innovation.

Ces conceptions sont elles-mêmes discutables. D'ailleurs, le débat est vif et de nombreux économistes doutent de l'efficacité des brevets sur le vivant, soulignent le risque de ruine du système de l'*open-science* et les impacts négatifs sur le système de santé. Ainsi, les politiques de la recherche correspondent à des choix politiques qui méritent d'être largement débattus.

Mais il faut aussi souligner que, les biotechnologies étant des technosciences, les contradictions du discours sur la science (« *La science est neutre* », « *Les applications seront révolutionnaires* », « *Ces applications s'inscrivent dans la continuité des rapports de l'homme à la nature* ») sont apparentes aux yeux de nombreux acteurs, ce qui entretient un sentiment de défiance à l'égard des institutions.

L'Europe peut-elle avoir une politique autonome ?

Naturellement, la vraie question est celle de la compétition économique avec les États-Unis : avons-nous les moyens, en Europe, de faire des choix qui ne correspondraient pas à ceux adoptés par les Américains ?

Deux exemples. En matière de brevet, nous suivons les Américains. Les acteurs chargés du financement de la recherche voient bien qu'en l'absence de dépôt de brevets sur les matériaux biologiques, ils auront du mal à attirer des capitaux. Pourtant, les implications du point de vue des choix de société sont loin d'être négligeables. Le brevet des gènes humains se heurte au principe d'indisponibilité de parties du corps humain, principe profondément ancré dans notre culture et dans nos traditions. Concernant les OGM (Organismes génétiquement modifiés), une différence s'est clairement affirmée entre les États-Unis et l'Europe : celle-ci s'est engagée à offrir aux consommateurs le libre choix entre produits provenant de filières avec ou sans OGM, ce qui supposait la mise en place d'un étiquetage fiable ; ce n'était pas le choix américain. Tout le problème repose sur la possibilité ou l'impossibilité pour l'Europe d'avoir une politique autonome par rapport aux États-Unis.

Dans le face-à-face avec les États-Unis, il faut aussi compter avec les difficultés liées à l'intégration européenne. L'Europe est d'autant plus faible que les différents états membres ont des difficultés à s'entendre sur des questions qui relèvent de l'organisation scientifique, mais aussi des choix de société qui doivent accompagner le développement des biotechnologies.

La démocratisation de la technoscience

En conclusion, sur cette question des rapports entre sciences et société, deux options sont envisageables. La première consisterait à revenir à la conception du XIX^e siècle, c'est-à-dire à en référer à l'autorité de la science, et donc à déléguer l'essentiel des décisions à l'institution scientifique. Mais aujourd'hui, l'imbrication des choix entre ce qui relève des sciences et ce qui relève de la société est tellement étroite que cette option paraît difficilement tenable. La deuxième option est celle de la mise en démocratie de la technoscience, mais dans notre pays du moins, il me semble que celle-ci se heurtera à plusieurs obstacles.

Tout d'abord, la faible capacité des politiques à intervenir dans l'orientation des choix scientifiques et techniques. Pour nos députés, les sciences et les techniques semblent être des puits d'ennuis ; en général, ils délèguent ce genre de questions à l'un d'entre eux, qui a fait des études scientifiques, et c'est ainsi que Jean-Yves Le Déaut, député de Meurthe-et-Moselle, a pris l'habitude de se charger de tous les dossiers scientifiques au Parlement : le nucléaire, les OGM, l'accident de Toulouse, etc. L'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) n'est qu'une sorte de verrue très peu articulée avec le travail parlementaire.

Le second déficit concerne la faible mobilisation du tiers-secteur scientifique, alors qu'aux États-Unis ou dans certains pays d'Europe du Nord, il existe tout un mouvement associatif impliqué dans les questions scientifiques, capable d'interpeller les institutions sur la construction des politiques scientifiques, la réglementation, la régulation des risques.

Le troisième concerne le caractère très sporadique de l'organisation de ce que Michel Callon, Pierre Lascoumes et Yannick Barthe appellent les forums hybrides, qui de surcroît sont généralement très peu couplés avec la prise de décision et n'apparaissent que comme des "suppléments d'âme" ne laissant que peu de traces dans les décisions finalement prises.

C'est dans ces trois domaines qu'il faudrait agir prioritairement pour mettre en œuvre une réelle démocratisation des choix scientifiques et techniques.

EXPOSÉ de Jean-Pierre DUPUY

Je fais partie du Comité d'éthique et de précaution de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et à ce titre je m'intéresse à l'évaluation normative des recherches en biotechnologies, sachant que, comme l'a signalé Pierre Tambourin, les biotechnologies sont par essence multidisciplinaires et le deviendront de plus en plus. Aux États-Unis, la *National Science Foundation* a d'ailleurs lancé l'an dernier un programme intitulé *Converging Technologies for Improving Human Performance : Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. C'est donc sur le développement de plus en plus intégré de ces diverses disciplines, désormais réunies sous le terme de NBIC, qu'il convient de porter une réflexion philosophique et morale.

OGM et faim dans le monde

Pour illustrer ce que signifie l'évaluation normative des sciences et techniques, je m'appuierai sur un article paru en février dernier dans le *New York Times*, qui suggère que les Européens devraient être traînés devant les tribunaux internationaux pour leur opposition immorale aux OGM : les OGM sont présentés comme la réponse au problème de la faim dans le monde, et s'opposer aux OGM signifie donc retarder la résolution de ce problème...

Un mois avant la parution de cet article, je discutais avec un conseiller du nouveau président du Brésil, Luis Ignacio da Silva, plus connu sous le nom de Lula ; il me racontait que la nouvelle administration ayant été élue sur un programme appelé Faim Zéro, par lequel elle s'engageait à ce qu'au terme de son mandat, plus aucun Brésilien ne se couche la faim au ventre, il avait été contacté par la firme Monsanto qui lui avait fait la proposition suivante : « *Nous sommes prêts à cofinancer ce programme, à condition que vous leviez le moratoire sur les OGM mis en place par votre prédécesseur Cardoso* ».

Lula s'y est opposé, et s'en est expliqué à Porto Alegre et à Davos : « *Le problème de la faim dans mon pays n'est pas réductible à la technique ; c'est un problème éminemment politique, lié, d'une part, aux structures agraires brésiliennes héritées du temps des colonies et de l'esclavagisme ; d'autre part, aux subventions que les pays riches versent à leurs agriculteurs. Résoudre le problème technique ne changerait rien au problème politique* ».

Éthique et principe de précaution

L'évaluation normative d'une technique est souvent réduite à l'étude des risques qu'elle présente. On réalise une étude comparative sur les avantages et les risques, en affectant à ces derniers des coefficients de probabilités, et on établit une sorte de bilan qui conclut généralement au fameux principe de précaution, dont personne ne sait ce qu'il veut dire ni comment l'appliquer.

Mais l'exemple que j'ai cité montre que le risque n'est pas la seule dimension à prendre en compte dans l'évaluation normative des techniques : en bonne analyse, avant de se demander quels sont les risques présentés par une technique donnée, la première question à se poser est de savoir si cette technique ne va pas servir d'alibi pour éviter de répondre réellement au problème posé.

Il me semble qu'on peut identifier plusieurs autres dimensions non réductibles à la notion de risque : les effets des sciences et techniques sur les relations de domination ; sur le rapport à la nature ; sur le rapport à la connaissance ; sur la possibilité d'une éthique ; et enfin les effets

que j'appelle métaphysiques. Je n'aurai pas le temps de les aborder tous, mais je vais dire quelques mots des deux premiers.

Les effets sur les relations de domination

Ces effets sont considérables, et à vrai dire ce sont eux, essentiellement, qui mobilisent l'opinion, qu'il s'agisse de l'appropriation par un tout petit nombre de firmes des conditions de production et de reproduction de la vie ; de la domination qu'exerceront de plus en plus la science et la technique sur des populations qui pour 90 % d'entre elles n'ont aucun accès à la culture scientifique et technique ; de la colère qu'éprouvent ceux qui n'ont plus la maîtrise de ce qu'ils mangent ; des nouvelles pauvretés engendrées par le monopole qu'exercent les techniques nouvelles sur des actes ou des relations qui échappaient traditionnellement à la technique ; etc.

Les effets sur le rapport à la nature

Le débat sur le rapport de l'homme à la nature oppose, d'un côté, les tenants de l'écologie profonde, qui font de la nature un modèle immuable d'équilibre et d'harmonie, dans lequel l'homme apparaît comme un prédateur irresponsable et dangereux ; et de l'autre, les modernes, qui prétendent arracher l'homme à la nature pour le rendre, selon le mot de Descartes : « *maître et possesseur du monde et de lui-même* ». Les premiers vilipendent la transgression, les seconds la revendiquent. Beaucoup de scientifiques se tiennent actuellement entre ces deux positions : ils estiment que l'homme fait partie de la nature et que ses interventions sur la nature sont donc par essence naturelles ; d'une certaine façon, Pierre Tambourin reprend ce discours lorsqu'il affirme que les biotechnologies datent de six mille ans.

Le programme métaphysique de recherche sur lequel repose le développement des NBIC s'inspire de ces deux approches contradictoires, ce qui forme un paradoxe : il faut viser à naturaliser l'esprit humain pour qu'il retrouve sa place au sein de la nature qui l'a engendré ; mais cette naturalisation de l'esprit passe par une artificialisation tant de la nature que de l'esprit. Cela m'évoque le gag de ce clown qui, sur le point d'interpréter un morceau, trouvait son siège trop éloigné du piano et tirait le piano au lieu de rapprocher le siège...

L'évolution de la physique est très intéressante à cet égard : avant, son objet principal était la matière, puis l'énergie ; aujourd'hui, elle devient de plus en plus une science de l'information. J'ai par exemple rencontré récemment des physiciens qui travaillaient sur la dynamique d'un tas de sable et décrivaient l'évolution de sa forme sous l'influence du vent, comme un processus algorithmique. Cette lecture du monde naturel comme une accumulation d'informations ou d'algorithmes peut également s'appliquer aux êtres vivants, et c'est ainsi que l'un des promoteurs des NBIC propose la description suivante de l'apparition de la vie sur la terre : « *Au départ il y avait des algorithmes génétiques en nombre astronomique qui se déplaçaient en titubant à la surface de la terre et dans les profondeurs sous-marines* ».

Une fois admise une telle vision du monde, il n'y a qu'un pas à franchir pour former le projet de se rendre maître de ces machines informationnelles, d'abord en les simulant, grâce à l'intelligence artificielle, puis en intervenant sur elles, voire en les reproduisant, grâce aux biotechnologies. On arrive ainsi à un point où la notion même de transgression perd tout son sens, puisque l'homme se retrouve dans un monde qui est à l'image de ses propres créations artificielles.

Le double langage des scientifiques

En conclusion, je voudrais attirer l'attention sur le double langage tenu par la communauté scientifique et les industriels impliqués dans les biotechnologies.

D'un côté, certains prétendent que les NBIC vont permettre « *l'unification des sciences et des techniques, le bien-être matériel et spirituel universel, l'interaction pacifique et mutuellement*

avantageuse entre les humains et les machines intelligentes, la disparition complète des obstacles à la communication généralisée, l'accès à des sources d'énergie inépuisables, la fin des problèmes liés à la dégradation de l'environnement... ». Ces prophéties délirantes émanent, entre autres, de l'un des promoteurs des NBIC, William Bainbridge, technocrate influent de la *National Science Foundation* ; il est utile de savoir que celui-ci fait par ailleurs partie d'une secte qui prêche le transhumanisme, c'est-à-dire le dépassement de l'imparfaite espèce humaine par une cyber-humanité, qui pourra accéder à l'immortalité lorsqu'on saura transférer le contenu informationnel du cerveau, c'est-à-dire l'esprit et la personnalité de chacun, dans des mémoires d'ordinateurs.

De telles prophéties suscitent naturellement une certaine émotion et l'on voit fleurir des romans ou des films qui annoncent de véritables apocalypses. Devant ces levées de boucliers, les scientifiques et les industriels, tournant leur casaque, n'hésitent pas à prétendre que les NBIC sont en réalité de la science "normale", que l'ADN n'est qu'une molécule comme les autres, qui en plus n'est même pas vivante, que de toute façon, comme le disait notre ami Pierre Tambourin, l'homme pratique le génie génétique depuis le néolithique, et qu'on ne peut tout de même pas s'opposer aux biotechnologies qui vont permettre de résoudre le problème de la faim dans le monde, ni aux nanotechnologies, dont on attend la guérison du cancer et du sida. Ce discours parfaitement contradictoire fait qu'on a du mal à prendre la communauté scientifique et industrielle au sérieux...

DÉBAT

Lancer de grands programmes ?

Un intervenant : *Pierre Tambourin explique l'avance américaine par le lancement d'un grand programme de recherche sur le cancer il y a quarante ans. Devrions-nous également lancer de grands programmes en France ?*

Pierre Tambourin : On peut manifestement relier un certain nombre de grandes avancées à des ambitions scientifiques qui ont pris la forme de grands programmes, et de ce point de vue, on ne peut que déplorer que le CNRS ait progressivement été privé de toute capacité de programmation. Cela dit, certains estiment que ce principe des programmes n'a aucun sens, et que l'important est de recruter les meilleurs chercheurs, qui par définition mèneront les meilleures recherches possibles. En réalité, on s'aperçoit que l'écologie du système scientifique n'est manifestement pas capable d'autogénérer une vraie dynamique, notamment en raison du poids des disciplines ; je crois donc qu'il est indispensable de lancer de temps en temps de grands programmes, même s'il est indéniable que certaines découvertes tout aussi fondamentales ont été réalisées en dehors de tout programme...

Int. : *Pourrait-on imaginer que les Européens mettent en commun des moyens intellectuels, scientifiques et financiers pour programmer un "Airbus des biotechnologies" ?*

Pierre-Benoît Joly : Monter des projets européens de recherche en biotechnologie est un souhait partagé par de nombreux chercheurs ; malheureusement, on a le sentiment que cet horizon est de plus en plus lointain : on connaît les difficultés actuelles à harmoniser les réglementations européennes, et on peut faire l'hypothèse que ce sera encore plus difficile à vingt-cinq. La solution serait effectivement du côté d'un dispositif de type Airbus, c'est-à-dire à géométrie variable, et non pas de dimension d'emblée européenne. Mais pour l'instant, on privilégie soit des projets européens, qui n'aboutissent pas, soit des projets nationaux, qu'il est ensuite très difficile de mutualiser au niveau européen.

Le mélange de l'argent public et privé

Int. : *Vous avez rapidement évoqué le cas des GIP dérogatoires créés pour mélanger l'argent public et l'argent privé, et qui souvent sont de véritables usines à gaz. Le cas d'ARMINES,*

association loi 1901 créée pour permettre le financement d'une partie des recherches de l'École des mines par l'industrie, constitue une autre expérience qui, par chance, s'est développée trop vite pour laisser le temps à la Cour des comptes et à l'Inspection des Finances de la tuer dans l'œuf. On pourrait également évoquer le cas de l'Institut Pasteur, que depuis près d'un siècle le ministère des Finances essaie de marginaliser, voire même de remettre en cause.

P. T. : Je serais moins sévère que vous sur la gestion des GIP. Le défaut du système est le nombre de contrôles a priori auquel chaque projet est soumis, ce qui est d'autant plus agaçant qu'ensuite, tout le monde se moque de vérifier si ce qui a été annoncé a été réalisé. Le problème du CNRS, par exemple, est qu'entre le moment où un projet est décidé et le moment où il est réellement mis en œuvre, il peut se passer dix-huit mois. Par comparaison, je voudrais citer le cas d'un programme de génomique de trois cent millions de dollars canadiens qui a été lancé au Canada ; il était le fruit d'une réflexion qui avait duré longtemps, mais à partir du moment où la décision a été prise, la somme en question a été confiée du jour au lendemain à l'association concernée ; son dirigeant était en mesure de commencer aussitôt à signer des chèques, et ne devait rendre compte qu'après coup de l'emploi de ce budget.

La finalité des choix scientifiques

Int. : *La finalité des choix scientifiques est manifestement davantage de favoriser la croissance du PIB que d'améliorer le bien-être de l'homme ; sans cela, pourquoi n'investirait-on pas dans la toxicologie ou l'épidémiologie, qui sont délaissées actuellement, alors que des recherches dans ces domaines auraient certainement des effets beaucoup plus importants sur la santé humaine que la recherche génétique, qui ne touchera jamais qu'un petit nombre de malades ?*

P. T. : L'un des reproches qu'on peut faire au monde de la recherche scientifique publique, dont je fais partie, c'est justement de ne pas s'être suffisamment préoccupé du PIB dans sa politique de recherche ! On prétend souvent que les chercheurs n'ont d'autre objectif que d'obtenir des financements du secteur privé, mais, pour reprendre cet exemple, les chercheurs qui travaillent sur les maladies génétiques rares savent fort bien qu'ils n'ont aucune chance d'obtenir ce type de financement. En réalité, les choix de politique scientifique dépendent d'un champ de contraintes qui ne sont pas purement économiques, même si cet aspect peut intervenir à certains moments.

Par exemple, l'idée que la biologie moléculaire permettrait de comprendre beaucoup plus rapidement et plus efficacement un certain nombre de mécanismes, y compris en toxicologie ou en épidémiologie, a conduit de nombreux jeunes chercheurs, à un moment donné, à ne plus travailler que sur l'ADN. C'était évidemment regrettable, car nous continuerons d'avoir besoin d'experts en physiologie du système nerveux central ou en toxicologie ; mais ces effets de mode existent, même dans le monde scientifique !

Créer un vrai débat public

Int. : *Pierre-Benoît Joly a évoqué la nécessité de démocratiser la technoscience. Le problème est que le progrès des sciences est tel, aujourd'hui, que les citoyens ordinaires et même les "honnêtes hommes" ne peuvent pas suivre ; l'écart entre ce qu'ils savent et ce que savent les scientifiques se creuse de jour en jour et provoque la montée de l'irrationnel et le rejet de la science, comme en témoigne la désaffection des filières scientifiques. Comment mieux diffuser la culture scientifique ?*

P. T. : L'information scientifique est disponible : si vous faites, par exemple, une recherche par internet sur les OGM, vous allez réunir un nombre considérable de documents. Mais le vrai problème n'est pas celui de l'information ; c'est, comme le dit Pierre-Benoît Joly, celui de la mise en débat de la science à tous les niveaux. Les quelques expériences tentées en la matière ne sont pas très concluantes : on réunit quelques experts et quelques citoyens, on organise deux jours de réunion, on fait un rapport et on se contente de cela. Une vraie

démocratie participative supposerait que le débat soit permanent et associe tous les niveaux de représentation de notre société à la décision.

P.-B. J. : Ce que montrent malgré tout les quelques expériences existantes, c'est qu'il est possible de mettre ces sujets en débat, que les questions posées par les citoyens sont pertinentes, et qu'elles permettent souvent de donner au débat une dimension multidisciplinaire, qui manque généralement aux experts. L'ennui est que ce type d'opération ne touche qu'une quinzaine de citoyens et une centaine de journalistes, dans le meilleur des cas. Comment créer un débat de société beaucoup plus large ? Je pense que cela ne peut passer que par la mobilisation des parlementaires : on a bien vu, lorsque quelques sénateurs se sont intéressés par exemple à la question des cellules souches, que le débat était immédiatement relayé dans les médias, devenait public et s'enrichissait de nombreuses contributions. Mais si l'objectif est d'essayer de court-circuiter le débat public par ce type d'opérations confidentielles, comme certains décideurs semblent avoir été tentés de le faire, il est évident que le remède sera pire que le mal.

La culture judéo-chrétienne

Int. : *L'une des caractéristiques de nos traditions est d'être imprégnée de culture judéo-chrétienne, et notamment de ce texte de la Genèse où il est dit que la terre est donnée à l'homme pour qu'il la domine ; j'ai été étonné que cette composante majeure ne soit pas évoquée ce soir.*

Jean-Pierre Dupuy : Je crois que nous assistons au contraire à une rupture avec cette tradition, et je voudrais citer à cet égard le nom adopté par un regroupement de centres de recherche européens, *Nano to Life*. Il me semble évident que cette abréviation de l'expression *bringing nanotechnology to life* peut se comprendre de trois façons : la première, faire venir les nanotechnologies à l'existence ; la seconde, rapprocher les nanotechnologies des sciences de la vie ; et la troisième, fabriquer de la vie au moyen des nanotechnologies.

Cela me paraît très révélateur de l'inversion fondamentale de la mission de l'ingénieur. Jusqu'à maintenant, on commençait par définir des fonctionnalités, par exemple "se déplacer d'un point à un autre", et l'ingénieur concevait des structures capables de réaliser ces fonctionnalités. Désormais, l'ingénieur commencera par réaliser des structures en puisant dans la nature ou en manipulant la nature, il étudiera ce dont elles sont capables et inventera de nouvelles fonctionnalités à partir de ces structures ; et il sera d'autant plus satisfait qu'il sera surpris par ses propres découvertes. Avant, l'ingénieur devait produire ce qui était attendu de lui ; maintenant, il doit produire de l'inattendu. On n'est plus du tout dans l'univers de la Genèse ; ou plus exactement, on y est toujours, mais c'est désormais l'homme qui remplace Dieu !

L'inévitable "anthropisation" de la nature

P. T. : Le problème, c'est que l'homme n'a plus vraiment le choix : son impact sur la nature est devenu tellement important qu'il est obligé de se préoccuper des grands équilibres de la planète, alors même qu'il reste profondément ignorant des mécanismes de la vie. Bien que nos connaissances se soient beaucoup développées, il faut être conscient que 98 % des espèces vivantes, dont la majorité sont des micro-organismes, nous restent totalement inconnues. Comment prétendre contrôler une nature dont 98 % des espèces nous échappent ? Et pourtant, nous sommes obligés d'essayer de protéger et de défendre la nature, qui est menacée par notre propre activité...

P. B. J. : Nous ne maîtrisons manifestement pas beaucoup plus la nature qu'autrefois ; en revanche, nous avons une nouvelle responsabilité, qui est celle de l'avenir de la nature et de la nature humaine, responsabilité effectivement largement disproportionnée par rapport à nos connaissances. Nous sommes désormais capables de faire de grandes choses, mais sans toujours comprendre ce que nous faisons. C'est pour cette raison que nous devons d'urgence développer une éthique de la technique.

J.-P. D. : Cette urgence est d'autant plus forte que, pendant quarante ans, cette branche de la philosophie qu'est la philosophie morale a totalement disparu de notre pays, pour laisser la place au structuralisme et aussi à la démarche dite généalogique : dès que vous énoncez un discours normatif, on cherche à savoir "d'où vous parlez" ; les sociologues analysent quelle est votre classe sociale et les psychanalystes se penchent sur vos conflits non réglés avec vos parents. L'idée qu'en matière d'évaluation normative, il puisse exister des arguments solides et objectifs, est devenue totalement étrangère à notre pays, où toutes les discussions de ce type tournent à la confrontation d'opinions et non d'arguments. De ce point de vue également, l'Amérique a une leçon à nous donner, car au-delà de l'image caricaturale proposée par l'administration Bush, sa tradition profondément démocratique, telle que l'avait analysée Alexis de Tocqueville, permet de vrais débats d'arguments, qui ne soient pas purement idéologiques.

Présentation des orateurs :

Jean-Pierre Dupuy : professeur de philosophie sociale et politique à l'École polytechnique et à l'université Stanford ; il dirige au sein de la première le groupe de recherche et d'intervention sur la science et l'éthique (GRISÉ) ; il est l'auteur d'une trentaine d'ouvrages, dont *Pour un catastrophisme éclairé* (Seuil, 2002) ; il est membre de l'Académie des Technologies et membre du Comité d'éthique et de précaution de l'INRA.

Pierre-Benoît Joly : économiste et sociologue, directeur de recherche à l'INRA et directeur de l'Unité TSV (Transformations politiques et sociales liées au vivant) ; il conduit des recherches sur l'évolution des formes de participation du public à l'évaluation technologique ainsi que sur les rapports entre science et décision publique.

Pierre Tambourin : ancien élève de l'École polytechnique, titulaire d'un Diplôme d'études approfondies en génétique moléculaire de l'université de Paris – Sorbonne ; il directeur général de Genopole à Evry depuis 1998 ; de 1998 à 2003, il a présidé le conseil scientifique de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) ; de 1993 à 1997, il a dirigé le département des sciences de la vie du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et, de 1989 à 1992, la section de biologie de l'Institut Curie.

Diffusion mars 2004