



## TECHNOLOGIES CONVERGENTES, ÉVALUATIONS DIVERGENTES

### *De nouveaux enjeux pour la politique scientifique*

L'expression "technologies convergentes" désigne la rencontre, peu fortuite, d'innovations dans les domaines de la microélectronique, de la bioinformatique, des nanotechnologies et des sciences cognitives. La technologie s'avance aux frontières de la connaissance scientifique, sous la pression de puissants intérêts commerciaux ou politiques, parfois spéculatifs. Face aux défis que posent ces progrès de la recherche et de l'innovation, il est urgent de traiter les questions d'éthique et d'acceptabilité sociale dès la conception des programmes de recherche, en amont des applications technologiques. Il s'agit d'une tâche essentielle pour construire une approche démocratique de la politique de la science et de la technologie.

### A

#### LES GRANDES LIGNES DE L'APPROCHE EUROPÉENNE

Selon la Commission européenne, les technologies convergentes sont "des technologies et des systèmes de connaissance génériques qui se renforcent mutuellement dans un objectif commun". Pour comprendre cette définition, il faut se référer aux quatre familles de technologies qui sous-tendent la convergence: les nanotechnologies, les biotechnologies, les technologies de l'information et de la communication et les sciences cognitives (voir l'encadré de la page suivante). L'abréviation NBIC (nano, bio, info, cognitive) est souvent utilisée pour caractériser cette convergence (voir fiche technique en fin de document).

Aux États-Unis, la National Science Foundation souligne que l'objectif à long terme de la convergence NBIC ne concerne pas tant la

maîtrise de la matière que la possibilité de modifier les capacités physiques et intellectuelles des êtres humains. Elle a mis en place un programme de recherche pluriannuel intitulé "Convergence NBIC pour l'amélioration des performances humaines", qui affiche d'emblée une priorité pour les applications les plus controversées, c'est-à-dire celles qui sont à la frontière entre l'être humain et la technique.

En Europe, les orientations des politiques de recherche semblent à la fois plus prudentes et mieux ancrées dans un projet de développement économique et social, sans prendre nécessairement pour objectif la modification des performances humaines. En outre, elles visent à anticiper à la fois les avantages et les risques pour l'économie et pour la société.

C'est ainsi que la Commission européenne a soutenu un exercice de prospective technologique, piloté par un groupe d'experts, qui a débouché en 2005 sur la proposition d'une démarche spécifiquement européenne, intitulée

“Technologies convergentes pour la société de la connaissance”.

Le rapport Nordmann propose une vision des technologies convergentes et de leurs impacts sur la société, qui repose sur quatre piliers:

- Développer une vision à long terme et une stratégie pour introduire la convergence technologique dans les programmes de recherche thématiques sur les nanosciences, les sciences du vivant, les TIC, les neurosciences et les sciences humaines et sociales, notamment en créant des réseaux d'excellence européens.
- Formuler de nouveaux agendas de recherche, qui favorisent les approches interdisciplinaires, notamment l'interaction entre les sciences de la matière, les sciences du vivant et les sciences humaines.
- Développer une structure d'encadrement de la recherche sur les technologies convergentes: normalisation technique, cadre juridique, code de bonne conduite, observatoire social chargé d'une évaluation sociétale continue des projets et des réalisations.
- Mettre en place un modèle de gouvernance des technologies convergentes, qui repose sur des processus de décision transparents; une implication des comités nationaux et européens d'éthique des sciences et des technologies; un système adéquat de propriété intellectuelle; des débats publics nationaux favorisant l'expression des points de vue et intérêts en présence.

Dans la pratique, de nombreux projets de technologies convergentes ne couvrent pas tous les domaines de la “convergence NBIC”, ils ont des objectifs moins ambitieux et plus pragmatiques, qui visent à créer un consensus dans la société plutôt qu'à susciter des controverses. La convergence technologique peut apporter des solutions concrètes à des problèmes de régulation énergétique, de surveillance environnementale, de gestion des systèmes de transport, de diagnostic médical, de prothèses, d'outils techniques pour faire face à des handicaps, et d'autres encore. Cette orientation vers la résolution de problèmes d'intérêt général

est une des spécificités de l'approche européenne de la convergence technologique.

Les travaux du Groupe européen d'éthique des sciences et des technologies (GEE) vont dans le même sens. Ils soulignent la nécessité d'examiner systématiquement les opportunités et les risques de technologies qui s'aventurent à la fois aux frontières de la connaissance et aux frontières de l'éthique, notamment lorsqu'il s'agit d'artefacts destinés à modifier, programmer ou contrôler des comportements humains.

## B

### UN BESOIN D'ÉTHIQUE POUR LES TECHNOLOGIES CONVERGENTES

Plusieurs comités d'éthique ont publié des rapports et des recommandations sur les nanotechnologies, leurs perspectives de développement et leurs implications pour la société. Les démarches entreprises en France (CNRS) et au Québec sont semblables, elles abordent ces enjeux d'une manière globale, sous l'angle des technologies convergentes. Quant au Groupe européen d'éthique des sciences et des nouvelles technologies, il s'est focalisé sur le cas des implants TIC chez les êtres humains.

En France, le Comité d'éthique du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a pris en 2004 l'initiative d'étudier les enjeux éthiques des nanosciences et des nanotechnologies, en les plaçant dans un triple contexte: scientifique (la convergence NBIC), politique (globalisation et compétition) et social (un public exigeant et critique à l'égard de l'expertise scientifique). Un avis détaillé et argumenté a été publié en octobre 2006. Il s'adresse en premier lieu aux chercheurs, mais il est rédigé de manière à intéresser le grand public. Le CNRS privilégie les recommandations relatives au fonctionnement de la recherche et à son ouverture vers la société: interdisciplinarité, ouverture d'espaces de débat éthique dans les laboratoires, stimulation de la recherche en sciences sociales et humaines en lien étroit avec la recherche technologique, engagement en faveur de la culture scientifique et du débat avec les citoyens.

Au Québec, la Commission gouvernementale d'éthique de la science et de la technologie a publié en juin 2006 un important rapport intitulé "éthique et nanotechnologies: se donner les moyens d'agir", qui est aussi un excellent document de vulgarisation sur les enjeux sociétaux des nanotechnologies. Des recommandations sont formulées pour les grands domaines d'applications, ainsi que pour des aspects transversaux d'organisation de la recherche et d'encadrement institutionnel et législatif.

Au niveau de la Commission européenne, le Groupe d'éthique de la science et des nouvelles technologies a rendu en mars 2006 un avis sur les aspects éthiques des implants TIC dans le corps humain. Cet avis dresse un inventaire des usages potentiels des implants électroniques humains et formule une série de recommandations sur des mesures de précaution et de protection de la vie privée.

## C

### UNE EXIGENCE DE RESPONSABILITÉ ET DE TRANSPARENCE

---

Les rapports français et québécois soulignent que les technologies convergentes se développent dans une société déjà sensibilisée aux risques que posent certains choix scientifiques et technologiques. Ils insistent sur la nécessité de tirer les leçons des controverses persistantes à propos des biotechnologies, du nucléaire ou du réchauffement climatique, ainsi que de certaines crises récentes (OGM, vache folle, etc.). L'opinion publique devient plus exigeante par rapport aux experts.

La première exigence concerne la transparence des données et analyses sur les impacts des choix technologiques, notamment en termes de santé, d'environnement et de qualité de la vie. Dans une société qui promeut la démocratie et la participation, le débat sur les risques et les conditions de leur acceptation ne peut pas se dérouler uniquement dans des cercles clos d'experts scientifiques. La transparence conditionne la confiance que le public peut accorder à la science et à la technologie.

La seconde exigence porte sur la responsabilité des chercheurs. Ceux-ci se trouvent face à l'obligation croissante de rendre des comptes et d'exposer clairement non seulement leurs résultats, mais aussi la conscience qu'ils ont des implications pour les citoyens et pour la société en général.

Le débat public est une manière de rencontrer ces exigences. Dans l'actualité toute récente, le cycle d'événements Nanoviv, organisé à Grenoble à l'automne 2006 par divers acteurs du monde scientifique et de la vie associative, illustre bien l'ensemble des problématiques soulevées ici.

## D

### ANTICIPATION, DÉBAT PUBLIC ET GOUVERNANCE DÉMOCRATIQUE

---

Trois thèmes communs traversent les deux rapports cités dans cet article: l'anticipation, le débat public et la gouvernance.

Tirant les leçons des nombreuses controverses suscitées a posteriori par le développement des biotechnologies, jugé trop technocentrique, les auteurs souhaitent traiter les questions d'éthique et d'acceptabilité sociale dès la conception des programmes de recherche, en amont des applications technologiques. Cette stratégie d'anticipation vise à sélectionner des domaines de développement technologique qui optimiseront l'efficacité économique et l'utilité sociale des technologies convergentes.

Le débat public devient dès lors incontournable. Il s'agit d'ouvrir la réflexion sur les technologies convergentes à toutes les parties concernées, d'assumer les controverses et de rendre les décisions transparentes pour l'opinion publique. Une des conséquences du débat public est que, dans un cadre européen commun, les orientations choisies par différents pays puissent refléter des spécificités culturelles ou sociales, ou des priorités particulières en termes de santé ou de bien-être.

Enfin, l'insistance sur les questions de gouvernance révèle un souci de ne pas laisser le développement des technologies convergentes s'aligner sur les seules logiques de rentabilité

économique, de compétitivité et de mondialisation des échanges. Est-ce un retour aux sources de la notion de politique de R&D ?

Gérard Valenduc  
Patricia Vendramin

*d'après deux articles parus dans La Lettre EMERIT n°48*

- CNRS, *Enjeux éthiques des nanosciences et nanotechnologies*, Comité d'éthique du CNRS, Paris, 12/10/2006.
- Commission d'éthique de la science et de la technologie du Québec, *Ethique et nanotechnologies: se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, juin 2006.
- Groupe européen d'éthique des sciences et des nouvelles technologies, *Rapport d'activités 2000-2005*, Commission européenne, Luxembourg, 2005.
- Nordmann A. (éd.), *Technologies convergentes – façonner l'avenir des sociétés européennes*, Rapport du groupe d'experts de haut niveau, Commission européenne, EUR21357-FR, 2005.
- Sur les initiatives de débat public à Grenoble: [www.vivagora.org](http://www.vivagora.org)

## FICHE TECHNIQUE : LA CONVERGENCE "NANO BIO INFO COGNITIVE" (NBIC)

Les *nanotechnologies* permettent de manipuler la matière et de construire de nouvelles structures à l'échelle du milliardième de millimètre (nanomètre), c'est-à-dire la taille de quelques atomes ou molécules. Elles ouvrent la voie non seulement à la fabrication de matériaux nouveaux, mais aussi à des applications biologiques, médicales et pharmaceutiques, notamment à travers des implants artificiels dans le corps humain.

Les *biotechnologies* visent à une connaissance détaillée du fonctionnement des gènes et des cellules vivantes, ainsi que des processus qui peuvent conduire à des maladies ou des pathologies. Alliées à l'informatique, elles conduisent à une modélisation de ces processus biologiques. Alliées aux nanotechnologies et à la microélectronique, elles peuvent mener à des applications de diagnostic au niveau cellulaire, à des capteurs électroniques à l'échelle moléculaire, à des systèmes de dosage de molécules pharmaceutiques intégrés dans des organes et commandés à distance.

Les *technologies de l'information et de la communication* (TIC) permettent d'organiser la communication entre des "micropuces" ou "nanopuces", c'est-à-dire des processeurs miniaturisés à l'échelle micrométrique ou nanométrique, et des systèmes informatiques situés dans leur environnement. Elles évoluent vers un "internet des objets communicants". Quant à l'intelligence artificielle, elle se situe aux confins de l'informatique et des sciences cognitives.

Les *sciences cognitives* visent à une modélisation des processus de perception, de diagnostic et d'interaction; elles s'adressent aussi aux interfaces entre les êtres humains et les artefacts technologiques. Elles s'articulent aux neurosciences et à d'autres disciplines des sciences humaines, comme les théories du comportement, la sémiotique, les théories de la représentation et de la communication. Alliées aux TIC et aux nanotechnologies, elles s'orientent vers la conception de systèmes sensorimoteurs ou cognitifs qui intègrent les interactions d'éléments humains et non humains.



AVEC LE SOUTIEN DU MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE,  
SERVICE DE L'ÉDUCATION PERMANENTE