

## ANALYSE

### Impact des neurosciences : quels enjeux éthiques pour quelles régulations?

*Les neurosciences sont une discipline scientifique en plein essor dont les potentielles utilisations hors des laboratoires soulèvent nombre de réflexions éthiques. Deux questions se posent avec une acuité croissante : celle des possibilités offertes, notamment par la psychopharmacologie, en termes d'amélioration des performances exécutives, sensorielles et cognitives et celle de l'utilisation de l'imagerie cérébrale dans les domaines sanitaires, judiciaires, militaires, économiques et sociaux. En cette période de préparation de la révision de la loi de bioéthique de 2004, on peut s'interroger sur la pertinence d'étendre le champ d'application de cette loi au domaine des neurosciences. Au-delà de mesures législatives, la mise en place de dispositifs relevant de la démocratie technique<sup>1</sup> apparaît comme nécessaire afin de permettre à chacun d'identifier les annonces irréalistes ou spéculatives qui suscitent la méfiance et détournent l'attention des enjeux réels.*

De la recherche sur l'embryon aux nanotechnologies, les progrès de la biologie et de la médecine suscitent des interrogations éthiques. Après les années 1980<sup>2</sup>, la bioéthique a connu un tournant avec l'exigence d'une inscription de ses principes dans le droit. En France, trois lois de bioéthique furent adoptées en 1994<sup>3</sup> et révisées en 2004 sous la forme d'une loi unique<sup>4</sup>, avec le souci de trouver « *un point d'équilibre entre la protection des droits fondamentaux de la personne et la non-entrave aux progrès de la recherche* ». 2009 devrait voir le dépôt d'un projet de révision de cette loi de bioéthique française. Dans cette perspective, l'Agence de biomédecine et l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques ont été chargés de dresser un bilan d'application de la loi de bioéthique de 2004, et le Comité consultatif national d'éthique d'« *identifier les problèmes philosophiques et les interrogations éthiques que suscite ce rendez-vous* ». De plus, ces trois institutions se sont interrogées sur la pertinence d'étendre le champ d'application de la loi à de nouvelles disciplines, et notamment aux neurosciences.

En effet, l'objet des neurosciences, à savoir l'étude du système nerveux et en particulier celle du cerveau – associé aux notions de pensée, de conscience ou encore d'identité personnelle – conduit ces dernières à occuper une place à part dans le champ de la biologie. **Leur projet ne se résume plus à une simple « science du cerveau », en ce qu'il s'attache désormais à étudier les comportements, les interactions, la vie mentale.** Ce domaine de recherche engendre alors **craintes et fantasmes**, exacerbés par la médiatisation dont il bénéficie. Ces dernières années ont vu l'émergence du concept de « *neuroéthique* », que Léon Kass, ancien président du Conseil du Président américain pour la bioéthique, définit comme la discipline qui « *embrasse les implications éthiques des avancées en neurosciences et en neuropsychiatrie* », incluant aussi bien les aspects techniques (de l'utilisation de psychotropes à la stimulation cérébrale), que les conséquences

<sup>1</sup> La démocratie technique désigne « *l'ensemble des procédures de décision qui visent à rendre plus démocratiques les politiques de recherche et d'innovation technique* ». Lire à ce sujet Michel Callon, professeur à l'École des mines de Paris, [http://www.cognition.ens.fr/traces/ressources/articles/callon\\_difficile.pdf](http://www.cognition.ens.fr/traces/ressources/articles/callon_difficile.pdf).

<sup>2</sup> C'est en 1971 que pour la première fois le terme bioéthique est utilisé publiquement par Van Rensselaer Potter, oncologue américain. Selon le philosophe allemand Hans Jonas, « *la bioéthique nous permet de réfléchir et, par des entraves librement consenties, d'empêcher le pouvoir de l'homme de devenir une malédiction pour lui-même* ».

<sup>3</sup> Loi n° 94-548 relative au traitement des données nominatives ayant pour fin la recherche dans le domaine de la santé, loi n° 94-653 du 29 juillet 1994 relative au respect du corps humain et loi n° 94-654 du 29 juillet 1994 relative au don et à l'utilisation des éléments et produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic prénatal.

<sup>4</sup> Loi n° 2004-800 du 6 août 2004 relative à la bioéthique.

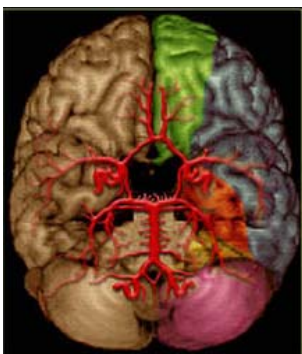
potentielles pour l'être humain (sa dignité, son intégrité, sa responsabilité, son libre arbitre)<sup>5</sup>. La présente note s'interroge alors sur le type de régulations qu'il conviendrait de mettre en place afin de répondre à ces enjeux.

## Les neurosciences : champ scientifique dynamique

Les neurosciences, définies comme l'étude de l'architecture et du fonctionnement du système nerveux, comptent un grand nombre de sous-disciplines, parmi lesquelles les neurosciences computationnelles, la neuroéconomie et la neuropsychologie. Il ne s'agit pas de les présenter ici avec une ambition exhaustive mais de brosser un panorama général des progrès réalisés et attendus de la recherche dans ce domaine afin de mieux comprendre **ses impacts potentiels dans les différentes sphères de la vie sociale**.

Ces dernières décennies ont vu la réalisation d'avancées sur la connaissance du système nerveux, à tous les niveaux d'architecture, du plus élémentaire au plus intégré. Les neurosciences cellulaires et moléculaires ont connu de profonds bouleversements. Par exemple, les techniques de la **génomique** alliées aux **perfectionnements technologiques en microscopie et en électronique** ont permis la compréhension de l'architecture des cellules nerveuses et des **mécanismes moléculaires qui sous-tendent la communication entre les neurones**. Un domaine comme celui de la **psychiatrie** a alors pu acquérir à la fois des théories sur les mécanismes pathogéniques et également des possibilités thérapeutiques nouvelles. Ainsi, les mécanismes d'action de molécules déjà utilisées ont été mieux identifiés et de **nouveaux médicaments capables de cibler les transmissions synaptiques** concernées ont pu être développés, à l'instar des **antipsychotiques** atypiques, même si d'aucuns contestent leur supériorité (efficacité et innocuité) par rapport aux « neuroleptiques de première génération » découverts dès les années 1950.

Figure 1 : Territoires vasculaires du cerveau (IRM), extrait de *l'Atlas interactif de l'anatomie humaine*



<http://www.imaios.com/fr/e-Anatomy>

Les neurosciences intégrées ont elles aussi connu des progrès. Les techniques de **neuroimagerie**, comme la **tomographie par émission de positons (TEP)** ou l'**imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)**, ont fait évoluer le champ des neurosciences cognitives en permettant d'**observer le fonctionnement cérébral en temps réel, lors de processus cognitifs, psychiques et perceptifs**. On a ainsi compris qu'une même zone du cerveau n'est pas dévolue à une fonction unique, mais est au contraire incluse dans des réseaux fonctionnels qui se font et se défont selon la tâche cognitive. Les potentialités de l'imagerie se heurtent aujourd'hui à certaines contraintes techniques : obtenir des résolutions temporelles de l'ordre de la milliseconde à des résolutions spatiales de quelques microns reste un défi. Afin de repousser ces limites, **Neurospin**, une grande **infrastructure de recherche basée dans l'Essonne, développe et utilise des outils d'imagerie d'une puissance jusque-là inégalée** grâce, entre autres, à la **résonance magnétique nucléaire à haut champ**.

Les neurosciences cliniques sont une **discipline scientifique** sur laquelle repose de nombreux espoirs. En effet, une fraction croissante de la population des pays développés est touchée par des **maladies neurologiques et psychiatriques**. On dénombre ainsi, en France, près de **800 000 personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, 500 000 victimes d'une forme d'épilepsie, 100 000 cas de maladie de Parkinson et plus de 500 000 personnes souffrant de schizophrénie**<sup>6</sup>.

Les bénéfices potentiels des recherches en neurosciences sont patents. Ainsi, la stimulation électrique profonde, qui a prouvé son efficacité dans le traitement de la dyskésie et de la rigidité des **malades parkinsoniens**, est expérimentée pour les formes sévères d'épilepsie, de dépression, **les troubles obsessionnels compulsifs et le syndrome de Gilles de la Tourette**<sup>7</sup>. **L'utilisation d'implants** serait susceptible de ralentir le processus dégénératif et donc d'être préconisée de manière précoce chez des personnes présentant des marqueurs pathologiques. Une deuxième technique en matière de traitement des maladies neurodégénératives, comme la **maladie d'Alzheimer**, est celle de la **thérapie cellulaire** qui consiste à greffer des **cellules souches embryonnaires** afin qu'elles se spécialisent en cellules nerveuses et remplacent les neurones déficients ou morts. **À ce stade, les chercheurs considèrent que les résultats thérapeutiques de l'électrophysiologie sont plus probants que ceux de la thérapie cellulaire**.

**La suppléance de déficits invalidants, tant exécutifs que cognitifs ou sensoriels**, est l'une des priorités de la recherche en neurosciences : en 2006, le nombre de personnes handicapées en France était estimé à

<sup>5</sup> Session 3: Neuroscience, Neuropsychiatry and Neuroethics: An Overview, President's Council on Bioethics, 15 janvier 2004.

<sup>6</sup> « Les maladies neurologiques », Caroline Januel, *Agenda Santé* n° 6 d'avril 2006.

<sup>7</sup> Le syndrome de Gilles de la Tourette est un trouble neurologique caractérisé par des tics, des mouvements involontaires, rapides et soudains qui se produisent de façon répétée et stéréotypée.

**5,5 millions**<sup>8</sup>. Le développement des systèmes d'interface cérébrale offre ainsi des perspectives en vue de la **restauration de l'autonomie de personnes lourdement handicapées**. Plusieurs prototypes de bonnets dans lesquels s'enchaînent des électrodes reliées à un électroencéphalogramme sont en cours de mise au point dans des laboratoires américains et européens afin de permettre à une **personne tétraplégique de piloter sa chaise roulante** par son activité cérébrale, mais également de **commander ordinateurs**, interrupteurs ou autres commodités<sup>9</sup>.

#### Encadré 1- Vers la mise au point d'une prothèse bionique neurocontrôlée capable de sensations



En 2005, une Marine américaine a été l'une des premières personnes à avoir bénéficié d'une prothèse neurocontrôlée. Pour parvenir à ce résultat, les terminaisons nerveuses coupées qui innervent le bras ont été « re-routées » vers les muscles thoraciques. À cet endroit, les scientifiques apposent un ensemble d'électrodes qui enregistre les influx nerveux émis par le cortex moteur vers ces terminaisons des nerfs du bras disparu, les transforme en signaux électriques purs et les transfère à la prothèse pour qu'elle réagisse grâce à 22 mouvements possibles. La prochaine avancée est donc de permettre aux personnes amputées de percevoir à nouveau des sensations. Ceci pourrait être rendu possible grâce notamment aux travaux de l'université de Pennsylvanie qui élabore une interface bionique constituée d'un réseau de fibres nerveuses capables à la fois d'envoyer les informations nerveuses du cerveau à la prothèse, mais également d'acheminer des signaux sensitifs de la prothèse au cerveau grâce à différents capteurs sensitifs (pression, température...) situés au niveau de la prothèse. [\[Voir la vidéo de Claudia Mitchell\]](#)

Champ de recherche dynamique, les neurosciences ouvrent donc de nouvelles perspectives thérapeutiques et de compréhension des mécanismes cérébraux sous-jacents à certains des comportements quotidiens. Les découvertes faites en la matière ne resteront pas confinées dans des laboratoires, mais sont susceptibles d'investir des **champs d'application concrets** et d'apporter un **éclairage nouveau à l'action publique**<sup>10</sup>. Cependant, il convient de **faire la part entre les avancées avérées et les annonces sensationnalistes**.

#### Une réception ambivalente des neurosciences, entre faux espoirs et fantasmes

Les neurosciences dépassent les barrières traditionnelles en pénétrant souvent le champ des sciences humaines : **cette transdisciplinarité explique en partie les craintes et les fantasmes qu'elles provoquent**. Ce domaine de recherche, devenu un sujet de société, suscite alors des questionnements éthiques que la neuroéthique ambitionne d'étudier.

Une première série d'interrogations a trait au **déroulement des expérimentations** : le respect des animaux de laboratoire, l'établissement de protocoles de recherche ou l'encadrement des recherches médicales sur des êtres humains, en sont autant d'exemples. Ces enjeux sont partagés par un grand nombre de disciplines de la biologie, et sont déjà pris en compte par les pouvoirs publics<sup>11</sup>. D'autres préoccupations sont plus spécifiques aux neurosciences, à l'image de celles liées aux **implants cérébraux qui posent question tant au niveau des risques inhérents à leur utilisation**<sup>12</sup> **que des répercussions psychologiques sur la perception du corps humain et de sa relation à son environnement** (sentiment de perte d'autonomie avec dépossession de son propre corps et assimilation de celui-ci à une simple machine)<sup>13</sup>.

Un deuxième type de réflexions éthiques concerne **l'utilisation des avancées des neurosciences hors des laboratoires** qui peut être rendue problématique par **sa confrontation à des logiques sociétales de course à la performance, à la certitude, ou de demande sécuritaire**<sup>14</sup>.

<sup>8</sup> Source : le secrétariat d'État aux Personnes handicapées. Plus en détail : 60 000 sont aveugles, 450 000 victimes de déficience auditive sévère ou profonde, 1 000 000 personnes souffrent d'un handicap mental, 1 400 000 personnes d'un handicap moteur associé à d'autres déficiences et 850 000 sont porteurs d'un handicap moteur isolé.

<sup>9</sup> Hocheberg et al., « Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia », *Nature*, juillet 2006.

<sup>10</sup> Le Centre d'analyse stratégique prévoit de développer, durant l'année 2009, une série de travaux autour de la thématique « Neurosciences et action publique », notamment en matière de prévention en santé publique et de management du risque et de l'incertitude.

<sup>11</sup> À l'échelle internationale, le code de Nuremberg de 1949 et la déclaration d'Helsinki de 1964, définissent les règles éthiques pour les recherches biomédicales, la convention d'Oviedo étant le seul instrument international contraignant dédié à la bioéthique. En France, de nombreuses mesures visent à encadrer les expérimentations, parmi lesquelles l'obligation de recevoir l'avis favorable d'un Comité de protection des personnes qui vérifie la pertinence scientifique et l'éthique du dispositif de recherche biomédicale.

<sup>12</sup> Les risques liés à l'implantation d'une puce sous-cutanée ont été listés dans une ordonnance de la *Food and Drug Administration* : « réaction tissulaire ; migration du transpondeur implanté ; sécurité des informations compromise ; défaillance du transpondeur implanté, de l'applicateur ; ou du scanner électronique ; perturbations électromagnétiques ; risques électriques ; incompatibilité avec l'IRM ».

<sup>13</sup> Voir Avis n° 20 du Groupe européen d'éthique, *Aspects éthiques des implants TIC dans le corps humain*, 2005.

<sup>14</sup> Voir rapport du Comité d'éthique du CNRS (Comets), *Éthique et sciences du comportement humain*, 2005.

### De l'amélioration possible des capacités de la personne humaine

Le désir de surpassement des limites inhérentes à la nature humaine n'est pas nouveau (c'est l'*eritis sicut dii* de la Genèse)<sup>15</sup> et de nombreux philosophes, sociologues, scientifiques, théologiens se sont interrogés sur les causes et les implications de cette quête<sup>16</sup>. Les progrès de la science, et en particulier des neurosciences, appellent à approfondir cette réflexion car ils ouvrent les possibilités d'amélioration des performances cognitives, motrices et sensorielles. Ainsi, des **molécules visant à rétablir les capacités physiques et intellectuelles de personnes malades peuvent être détournées à des fins de « dopage » des performances** par des bien-portants. Une étude révélait par exemple qu'en 2003, 4 % des collégiens américains âgés de 15 à 17 ans prenaient sans raison médicale du méthylphénidate (Ritaline®), **une amphétamine prescrite en cas de syndrome d'hyperactivité, afin d'améliorer leur capacité d'attention et leur performance en classe**<sup>17</sup>. Ces élèves s'exposent à de nombreux risques, notamment **d'addiction**, alors même que les bénéfices pour une population saine restent controversés. En France, si l'ordonnance initiale doit être hospitalière et réservée aux services de psychiatrie, neurologie et pédiatrie, elle peut être renouvelée durant un an par tout médecin.

Les trousseaux à pharmacie de demain pourraient être remplis de pilules garantissant **le sentiment de bien-être, de confiance en soi, l'augmentation de l'initiative ou de la résistance à la fatigue**. On peut également imaginer que **les techniques d'électrostimulation** puissent être utilisées afin de stimuler les zones cérébrales responsables de la satiété et de permettre ainsi à des milliers de personnes, qui en auraient les moyens, de conserver un poids optimal. Certains considèrent cette capacité d'augmentation des possibilités humaines comme souhaitable car synonyme d'une amélioration de la qualité de vie et d'une diminution de ses contraintes. Ces préoccupations rejoignent celles des **courants transhumanistes**<sup>18</sup> qui voient dans les progrès de la technologie une manière pour l'homme de transcender ses limites biologiques. Tout le monde pourrait alors légitimement vouloir augmenter ses capacités mnésiques ou diminuer son besoin de sommeil grâce à la prise d'une simple molécule.

Pourquoi alors se priver des possibilités offertes par la science<sup>19</sup> ? Une première réponse consiste à souligner **que l'on ne connaît pas les conséquences sanitaires à moyen et long terme** de cette consommation de médicaments par une population saine : l'affranchissement de certaines contraintes pourraient se faire au prix de nouvelles. De plus, cette évolution soulève inévitablement de **nombreuses questions quant au respect de l'identité et de l'intégrité personnelles**. La distinction entre soigner et augmenter étant difficile, cette situation est susceptible d'aboutir à une nouvelle conception de la « normalité ». **Les capacités standard d'aujourd'hui deviendront-elles les handicaps de demain ? Verra-t-on apparaître une société à deux vitesses**, certains ayant les moyens d'accéder à ces technologies, d'autres non ? De telles interrogations se retrouvent au centre des débats actuels<sup>20</sup>.

### Des potentielles utilisations de l'imagerie cérébrale

Les techniques d'imagerie cérébrale ne cessent de s'améliorer et permettent de distinguer, avec une résolution de plus en plus en grande, les variations d'activité cérébrale lors de tâches cognitives par exemple. Si les connaissances acquises ne sont qu'à un stade préliminaire, **leurs utilisations hors du cadre médical ou scientifique inquiètent car elles sont susceptibles d'être sur-interprétées ou détournées**.

Les neurosciences ravivent les **questions portant sur le déterminisme et la catégorisation des comportements humains**. Des laboratoires de recherche tentent d'établir des associations entre les cartes fonctionnelles de l'activité cérébrale et certains caractères individuels, comme la tendance à la violence, afin de bâtir **des indicateurs biologiques de la dangerosité**. Dans le domaine judiciaire, les neurosciences sont déjà invoquées afin d'expliquer le crime, comme ce fut le cas jadis avec la phrénologie et la génétique (comme le suggère un humoriste, l'individu pourrait être innocent d'un crime, seul son « cerveau » étant coupable<sup>21</sup>).

<sup>15</sup> « Vous serez comme des dieux » selon la promesse du démon.

<sup>16</sup> Jean-Michel Besnier, *Demain, les posthumains*, Hachette Littérature, 2009.

<sup>17</sup> D'après une étude réalisée par l'Institut national de la santé américaine en 2003. Le méthylphénidate a été classé dans la liste des drogues addictives par le U.S. Drug Enforcement Administration et sur la liste des stupéfiants en France.

<sup>18</sup> Le transhumanisme s'est vu donner sa définition moderne en 1990 par le philosophe irlandais Max More in *The Principles of Extropy* : « Le transhumanisme est une classe de philosophies ayant pour but de nous guider vers une condition posthumaine. Le transhumanisme partage de nombreuses valeurs de l'humanisme parmi lesquelles un respect de la raison et de la science, un attachement au progrès et une grande considération pour l'existence humaine dans cette vie. [...] Le transhumanisme diffère de l'humanisme en ce qu'il reconnaît et anticipe les changements radicaux de la nature et des possibilités de la vie de l'homme provoqués par diverses sciences et technologies [...] » <http://extropy.org/principles.htm>

<sup>19</sup> Ce débat a été relancé à la suite de la publication dans *Nature* d'un manifeste intitulé « Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy », coécrit par une équipe d'éminents chercheurs, qui soutient un usage raisonnable de ces médicaments. Il s'agit de laisser à chacun le choix de prendre ou non ces produits et de mettre en place parallèlement les mesures nécessaires afin d'éviter toute coercition.

<sup>20</sup> Hervé Chneiweiss, *Neurosciences et neuroéthique. Des cerveaux libres et heureux*, Alvik Éditions, 2006.

<sup>21</sup> [http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/question\\_actu.php?langue=fr&id\\_article=9503](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/question_actu.php?langue=fr&id_article=9503)



L'imagerie cérébrale a ainsi investi les cours de justice américaines pour tenter de prouver l'irresponsabilité pénale de l'accusé<sup>22</sup>. Cette orientation ouvre un nouveau champ de pratiques où des experts en neurosciences pourraient être appelés à la barre de manière systématique afin de se prononcer sur la véracité des propos tenus, sur les risques de récidive, sur l'impartialité du juge, ou sur l'implication émotionnelle des jurés. **Le risque principal**, mais partagé avec d'autres champs d'expertise, **est d'accorder une vérité scientifique à l'imagerie cérébrale**. Or attribuer à cette technique des **capacités d'objectivation et de prédiction du comportement humain est à ce stade très prématuré**. Il ne faut pas oublier que **la neuroimagerie ne sonde pas le contenu de la pensée mais permet de visualiser des estimations de marqueurs physiologiques d'une activité cérébrale** (variation du champ électromagnétique, de l'oxygénation du sang cérébral).

#### Encadré 2 – Un examen d'imagerie cérébrale utilisé pour la première fois comme preuve à charge

En juin dernier, une jeune indienne de vingt-quatre ans a été condamnée à perpétuité par le tribunal de Pune (Maharashtra) pour l'empoisonnement de son ex-fiancé, notamment sur la base d'un examen cérébral. L'accusée avait accepté de se soumettre à un examen, la *Brain Electrical Oscillation Signature* (BEOS), censé permettre de distinguer les ondes électriques émises par le cerveau quand il reconnaît une image ou un son, de celles liées à une information nouvelle. Cette technique dérive du *brain fingerprinting* mis au point par le neurologue américain Lawrence Farwell, très controversé pour ses travaux. Selon l'expert de la Cour indienne, l'activité cérébrale de la suspecte à la lecture des détails du crime révélait sa culpabilité, alors que celle-ci nie toujours les faits. Dans cette province, c'est la 75<sup>e</sup> fois que la BEOS est utilisée sur des suspects ou des témoins, mais c'est la première qu'elle est retenue comme preuve à charge. Ce recours à l'imagerie cérébrale dans les tribunaux pourrait se banaliser puisque Singapour et Israël étudient déjà la possibilité de l'utiliser dans leur pays. De plus, en août dernier, le Conseil national de la recherche américain a réaffirmé son intérêt pour cette technique, et en particulier dans la lutte contre le terrorisme<sup>23</sup>. Cette « première juridique » a engendré de nombreuses contestations, tant sur des aspects éthiques que techniques.

La **protection des données** issues des recherches en neurosciences, en particulier en neuroimagerie et en neuroinformatique, est également un enjeu très sensible. En effet, la collecte, le traitement, la conservation et les utilisations potentielles de celles-ci soulèvent de nombreuses questions en termes de consentement, de confidentialité, de non-discrimination, de droit à l'information et au conseil. **Des cabinets de recrutement ou des sociétés d'assurance pourraient par exemple chercher à obtenir ces données à des fins de sélection**. Il s'agit alors de concilier la nécessité de protéger ces renseignements personnels et l'intérêt scientifique d'exploiter de telles informations. En 2003, était lancé le **premier atlas du cerveau humain** qui rassemblait sur Internet plus de **40 000 milliards de données** issues de l'étude de **7 000 cerveaux** humains, dans le cadre du *Human Brain Project* des *National Institutes of Health*. Le groupe de travail de l'OCDE sur la neuroinformatique s'était alors interrogé sur la protection de la vie privée des volontaires participant aux bases de données similaires à cet atlas, tout en reconnaissant son utilité. Le rapport concluait que la confidentialité des données garantie officiellement par le projet était insuffisante puisque rien ne permettait d'exclure la possibilité d'identifier quelqu'un à partir de sa structure ou de son anatomie crâniennes<sup>24</sup>.

#### Encadré 3 – La détection du mensonge, un business florissant aux États-Unis

Bien que la détection du mensonge grâce à l'IRMf ne soit encore qu'une technique balbutiante, un *business* se développe autour de cette dernière. En effet, deux sociétés américaines, *No lie MRI* et *Cephos Corp*, n'hésitent pas à proposer leurs services afin de détecter le mensonge, grâce notamment à l'IRMf, allant même jusqu'à utiliser comme slogan « *Notre business est la vérité* ». Pour preuve de leur sérieux, ces entreprises mettent en avant leurs experts scientifiques qui exercent dans des universités de renom ou pour le gouvernement américain. Elles peuvent intervenir dans des cas de litiges avec les assurances, d'entretiens d'embauche, de recherches de personnes disparues, et ce en toute légalité. En effet, la société *No lie MRI* précise bien que si la loi américaine proscrit l'utilisation de polygraphes pour détecter le mensonge dans le cadre du travail, rien n'interdit en revanche celle de l'IRMf. Ce cas illustre bien l'importance d'un cadre législatif adapté aux progrès scientifiques. (<http://www.cephoscorp.com/history.htm>, <http://noliemri.com/index.htm>)

En outre, la multiplication des images de cerveau dans les médias, spécialisés ou non, ne va pas sans susciter des interrogations légitimes. S'il est fréquent d'interpréter **une image** selon ses désirs, c'est peut être d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de celle d'un cerveau, tant elle peut être à la fois **fascinante et obscure** pour la majorité. Certains n'hésitent pas à tirer profit de cette surexposition. Ces dernières années ont vu se développer des études qui visent à mieux comprendre les **mécanismes cérébraux sous-tendant les prises de décision du consommateur**. Si certains craignent une manipulation des comportements à des fins mercantiles, le sujet est plus complexe : ces techniques peuvent aussi intéresser potentiellement le décideur public qui souhaite mener des **campagnes publiques de prévention** ou des politiques à visées incitatives. La nomination par Barack Obama de Cass Sunstein, professeur de droit à la Chicago Law School et à Harvard, à la tête de l'*Office of Information and Regulatory Affairs* est à ce titre révélateur. Ce dernier a écrit avec Richard

<sup>22</sup> N. Eastman, C. Campbell, « Neuroscience and legal determination of criminal responsibility », *Nature Reviews Neuroscience*, avril 2006.

<sup>23</sup> Voir rapport du *National Research Council, Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies*, 2008.

<sup>24</sup> <http://www.tnb.ua.ac.be/publications/pub073/EckersleyNI03.pdf>

Thaler en 2008 un livre intitulé *Nudge, improving Decision about Wealth, Health and Happiness*, dans lequel, à partir de travaux d'économie expérimentale, il propose d'utiliser des formulations appropriées afin d'orienter les décisions des citoyens vers des choix rationnels qu'ils ne feraient pas seuls.

Enfin, certains soulignent la relativité des progrès amenés par les neurosciences à l'heure actuelle en comparaison des espoirs ou des craintes suscités. **Les débats éthiques portant sur les potentielles répercussions de techniques encore en cours de développement ne feraient, à leurs yeux, que contribuer à cette banalisation des fantasmes.** Il conviendrait alors plutôt de s'interroger sur l'évolution engendrée par les neurosciences en termes de représentations comme « sujet cérébral » de l'être humain dans sa relation au monde. Dans une vision mécaniste de l'esprit, qu'advient-il, par exemple, de notions complexes issues des sciences humaines, juridiques et sociales (la responsabilité, la socialisation, la liberté, etc.) ?

### Quelle place pour les neurosciences dans le projet de révision de la loi de bioéthique ?

La neuroéthique permet d'approfondir le débat et donc de clarifier des échanges souvent polémiques. Les pays anglo-saxons, en particulier, sont très en avance dans ce domaine de recherche et ces dernières années ont vu se multiplier les programmes en neuroéthique dans des universités prestigieuses, principalement américaines et canadiennes. Parallèlement, les médias se sont emparés du sujet et ont relayé très fortement les interrogations soulevées dans les séminaires réunissant les spécialistes du monde entier, comme ceux du réseau international de neuroéthique<sup>25</sup>. **L'approche anglo-saxonne est donc basée sur l'éducation du grand public et le dialogue**, grâce notamment aux initiatives des National Institutes of Health (NIH) et de la Society for Neuroscience (SfN). En 2004, le Conseil du Président américain pour la bioéthique a tenu plusieurs séances sur la neuroéthique afin de faire le point sur les différentes problématiques mais sans jamais émettre de recommandations<sup>26</sup>. Au Royaume-Uni, le *Nuffield Council on Bioethics*, organisme privé qui a pour mission d'examiner les questions bioéthiques pour le gouvernement, a publié dès 2006 un rapport dans lequel il répertoriait de façon très complète les différents questionnements liés aux avancées des neurosciences<sup>27</sup>. Cependant, lors de l'examen de la loi de bioéthique britannique en mai 2008, les débats à la Chambre des Communes n'incluaient pas explicitement les neurosciences. La réflexion neuroéthique menée dans ces pays **n'a donc pas abouti à des dispositions législatives.**

En France, la fin de l'année 2009 devrait voir le dépôt d'un projet de révision de la loi de bioéthique de 2004. Dans cette perspective, quatre institutions (le Conseil d'État, l'Agence de biomédecine<sup>28</sup>, l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques<sup>29</sup> et le Comité consultatif national d'éthique<sup>30</sup>) ont été saisies par le gouvernement afin que leurs réflexions alimentent le débat public. Hormis le rapport du Conseil d'État qui n'est pas encore publié, tous les travaux soutiennent **l'extension du champ d'application de cette loi au domaine des neurosciences** et émettent plusieurs propositions en ce sens (voir tableau 1).

À la lecture de ces différents rapports et des éléments apportés dans cette note, plusieurs dispositions législatives apparaissent nécessaires afin de répondre aux enjeux éthiques posés par les neurosciences. Ainsi, la future loi de bioéthique pourrait prendre **la forme d'une loi cadre, définissant les grands principes éthiques sur chaque thème**, plutôt que celle d'une loi détaillée qui se révélera tôt ou tard incomplète. Ce système présenterait l'avantage d'être **plus souple et réactif** : la loi pourrait être révisée dès lors qu'elle apparaîtrait inadaptée à une situation, sur suggestion d'un des organismes français de bioéthique. Dans cette perspective, il s'agirait de mieux redéfinir les domaines de compétences des différentes agences indépendantes. L'Agence de biomédecine, par exemple, pourrait tenir un rôle de régulateur en interprétant la loi en fonction des applications pratiques rencontrées. Lorsqu'un cas particulier ferait apparaître une contradiction substantielle avec la loi, alors l'agence devrait « passer la main » aux législateurs qui décideraient de la pertinence des modifications. Restent à définir les **principes éthiques fondamentaux** énoncés par cette loi, dont un certain nombre pourraient être **transversaux aux disciplines de la biologie** : le principe de primauté de la dignité de la personne, de l'inviolabilité et de la non-commercialité du corps humain, du consentement libre et éclairé, d'accès équitable aux soins.

Par ailleurs, sur des questions ponctuelles, des mesures législatives spécifiques seraient nécessaires. L'enjeu de la **protection des données sensibles et personnelles** issues de la génétique recoupe en grande partie

<sup>25</sup> Le réseau international de neuroéthique a été créé en 2005 afin de rassembler les experts en neuroéthique originaires de huit pays (États-Unis, Canada, Royaume-Uni, Suisse, Italie, Allemagne, Suède et Japon).

<sup>26</sup> Voir rapport du *Nuffield Council of Bioethics*, *Beyond Therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness*, 2003 :

[http://www.bioethics.gov/reports/beyondtherapy/beyond\\_therapy\\_final\\_webcorrected.pdf](http://www.bioethics.gov/reports/beyondtherapy/beyond_therapy_final_webcorrected.pdf)

[http://www.nuffieldbioethics.org/fileLibrary/pdf/Note\\_neuroscience\\_wkshp\\_FINAL.pdf](http://www.nuffieldbioethics.org/fileLibrary/pdf/Note_neuroscience_wkshp_FINAL.pdf)

<sup>28</sup> Voir rapport *Bilan d'application de la loi de bioéthique du 6 août 2004* : <http://www.agence-biomedecine.fr/uploads/document/rapport-bilan-LB-oct2008.pdf>

<sup>29</sup> <http://www.senat.fr/rap/r08-107-1/r08-107-11.pdf>

<sup>30</sup> Voir rapport *Questionnement pour les états généraux de la bioéthique* : [http://www.ccne-ethique.fr/docs/avis\\_105\\_CCNE.pdf](http://www.ccne-ethique.fr/docs/avis_105_CCNE.pdf)

celui des connaissances apportées par les neurosciences. La **CNIL** est l'autorité administrative indépendante chargée de veiller à la protection des données personnelles issues de huit domaines, parmi lesquels figure la génétique. **Son champ de compétence pourrait être étendu à la protection des données de la neuroimagerie et de la neuroinformatique.** Ainsi, la réalisation d'imagerie cérébrale sur une personne ne pourrait être entreprise qu'à des fins médicales ou de recherche scientifique, le consentement de cette personne serait nécessaire et personne ne serait en droit de s'en prévaloir pour en tirer avantage.

De plus, des dispositions pourraient être prises en vue de **la régulation de l'utilisation éventuelle de la neuroimagerie dans les domaines judiciaire, sécuritaire, ou social** ; le Code du travail<sup>31</sup>, le Code de la santé publique<sup>32</sup> ou le Code des assurances<sup>33</sup> interdisant d'ores et déjà la discrimination génétique.

**Tableau 1 : Propositions émises dans les rapports de l'Agence de biomédecine, de l'OPECST et du CCNE**

Propositions	Sur l'extension du champ d'application de la loi aux neurosciences	Sur le cadre de la future loi	Autres recommandations relatives aux neurosciences
<b>Agence de biomédecine</b>	- « le développement des neurosciences fait émerger de nouvelles questions éthiques au moins aussi importantes que celles traitées jusqu'à présent par le législateur » - « il pourrait être souhaitable d'élargir le champ de compétence de l'Agence aux neurosciences ».	- retenir l'architecture d'une loi cadre renforçant les grands principes éthiques ; - confier à l'Agence un rôle jurisprudentiel, la responsabilité d'avertir des risques de dérive et de proposer au Parlement les révisions nécessaires des conditions posées à la recherche.	
<b>OPECST</b>	« L'accélération des recherches sur le cerveau fait naître des interrogations, des inquiétudes et surtout un besoin de débattre de l'impact de ces nouvelles technologies sur notre société fascinée par elles, mais qui craint les manipulations, les atteintes à la vie privée, et à l'autonomie de la volonté ».	- loi définissant le cadre et les grands principes éthiques sur chaque thématique ; - évaluation périodique par l'Agence de la biomédecine, le CCNE et l'OPECST, ces organismes devant suggérer au législateur les modifications nécessaires, dès que la réglementation leur apparaît inadaptée.	- développer les recherches en neurosciences ; - évaluer périodiquement leur impact au plan médical, social, environnemental ; - assurer un accès équitable à ces nouvelles technologies - protéger les données issues de ces techniques ; - interdire l'utilisation en justice de la neuroimagerie.
<b>CCNE</b>	« De nouvelles perspectives sont ouvertes par les découvertes des neurosciences qui peuvent affecter l'image même de l'homme, de l'idée qu'il se fait de sa place dans le monde et de sa liberté ».	« Le réexamen a pour avantage de favoriser une réflexion globale. Toutefois il n'est pas sûr qu'il soit opportun de renouveler l'obligation d'y procéder périodiquement. »	

Cependant, des dispositions juridiques ne s'imposent pas systématiquement. L'enjeu des capacités d'amélioration des performances humaines illustre bien à quel point **parfois la loi n'est pas l'instrument le plus adapté pour répondre à toutes les exigences éthiques.** En effet, la prise d'un médicament hors prescription médicale ou hors AMM est déjà régulée. Établir une frontière législative entre réparation et augmentation pourrait s'avérer complexe, les réponses les plus adaptées n'étant pas nécessairement législatives. **Une sensibilisation des médecins généralistes** à cette problématique, et plus particulièrement à l'emploi des psychostimulants chez l'enfant, serait capitale pour limiter des dérives qui existent d'ores et déjà.

<sup>31</sup> L'article L.122-45 du Code du travail stipule qu'« aucune personne ne peut être écartée d'une procédure de recrutement ou de l'accès à un stage ou à une période de formation en entreprise, **aucun salarié ne peut être sanctionné, licencié ou faire l'objet d'une mesure discriminatoire**, directe ou indirecte, [...] **en raison de son origine, de son sexe, de ses moeurs, de son orientation sexuelle, de son âge, de sa situation de famille, de ses caractéristiques génétiques, de son appartenance ou de sa non-appartenance, vraie ou supposée, à une ethnie, une nation ou une race, de ses opinions politiques, de ses activités syndicales ou mutualistes, de ses convictions religieuses, de son apparence physique, de son patronyme ou en raison de son état de santé ou de son handicap.**

<sup>32</sup> L'article 1141-1 du Code de la santé publique stipule que « les entreprises et organismes qui proposent une garantie des risques d'invalidité ou de décès **ne doivent pas tenir compte des résultats de l'examen des caractéristiques génétiques** d'une personne demandant à bénéficier de cette garantie, même si ceux-ci leur sont transmis par la personne concernée ou avec son accord. En outre, ils ne peuvent poser aucune question relative aux tests génétiques et à leurs résultats, ni demander à une personne de se soumettre à des tests génétiques avant que ne soit conclu le contrat et pendant toute la durée de celui-ci ».

<sup>33</sup> L'article L. 133-1 du Code des assurances stipule que « l'accès à l'assurance contre les risques d'invalidité ou de décès est garanti dans les conditions fixées par les articles L. 1141-1 à L. 1141-3 du Code de la santé publique ».

De plus, il conviendrait **de développer les recherches** visant à s'assurer de l'efficacité et de l'innocuité de telles pratiques.

Les avancées des neurosciences appellent à **ouvrir le débat éthique** en y associant le plus grand nombre. Dans cette perspective, était organisé au printemps 2005 le *Meeting of Minds* qui réunissait des citoyens de neuf pays européens, dont un panel français, afin de les interroger sur les implications liées aux découvertes sur le cerveau<sup>34</sup>. Cette initiative a abouti à une présentation de trente-sept recommandations devant les décideurs politiques européens<sup>35</sup>, ce qui démontre bien à quel point **l'implication du grand public sur de telles questions peut être productive lorsque ce dernier est doté d'un sens développé des réalités scientifiques**. Les états généraux de la bioéthique qui se déroulent de mars à juin 2009 en France représentent une opportunité en la matière.

Enfin, plus largement, il conviendrait d'envisager l'inclusion dans les programmes scolaires **d'une éducation à la bioéthique** et plus encore, **d'enseignements favorisant une meilleure compréhension des sciences et de la technologie, fondement des progrès d'une démocratie technique**. Cette « éducation scientifique citoyenne » prendrait tout son sens en permettant à chacun de distinguer ce qui relève de l'ordre du probable de ce qui relève du fantasme et d'éviter l'entremêlement de la science et de la science-fiction dans les discours.

\*\*\*

Les neurosciences, domaine d'excellence de la recherche française, ont un fort potentiel d'applications et doivent être à ce titre soutenues par les pouvoirs publics. Les débats éthiques qu'elles suscitent actuellement ne doivent pas aboutir à un ralentissement des recherches en la matière mais à **un juste encadrement** afin d'en tirer le meilleur profit. Une loi cadre définissant les grands principes éthiques des recherches scientifiques permettrait de répondre à de nombreuses interrogations éthiques déjà suscitées par diverses disciplines de la biologie et ravivées par les neurosciences. De plus, sur des questions ponctuelles, comme celle de la protection des données personnelles issues de la neuroimagerie, des dispositions législatives spécifiques pourraient s'avérer nécessaires. Des annonces irréalistes ou purement spéculatives viennent par ailleurs entretenir la méfiance de la société et par conséquent détourner son attention des enjeux réels : un effort de communication et de pédagogie doit être entrepris, notamment par la communauté scientifique<sup>36</sup>.

> Sarah Sauneron, Département Questions sociales

<sup>34</sup> Voir rapport *European Citizens' Assessment Report: Complete Results of the Second European Citizens' Convention* : [http://www.meetingmindseurope.eu/europe\\_default\\_site.aspx?SGREF=16&CREF=6064](http://www.meetingmindseurope.eu/europe_default_site.aspx?SGREF=16&CREF=6064)

<sup>35</sup> Par exemple, « il a été préconisé d'instaurer des procédures obligatoires de consentement informé pour toutes les techniques d'imagerie du cerveau, d'interdire l'utilisation des techniques d'imagerie cérébrale par la police, les services de la justice et de la sûreté, de créer un comité paneuropéen de conseil juridique et éthique pour établir des lignes de conduite en matière de recherche sur le cerveau ».

<sup>36</sup> « La Semaine du Cerveau », organisée cette année du 16 au 22 mars, permet de développer de nombreuses manifestations et initiatives dans le but de « présenter à tous les publics, jeunes et moins jeunes, ce qu'est la recherche sur le cerveau ». <http://www.semaineducerveau.fr/2009/accueil09.html>



## BRÈVES

### > INVENTION ET TRANSFERTS INTERNATIONAUX DE TECHNOLOGIES « PROPRES » : ENCORE ET SURTOUT L'AFFAIRE DES PAYS INDUSTRIELS

Le passage vers une économie moins productrice de gaz à effet de serre (GES) suppose non seulement la mise au point de nouvelles technologies appropriées mais aussi leur adoption par un grand nombre de pays, y compris dans les pays en développement. Commanditée par l'**Agence française pour le développement** et réalisée par le **CERNA** (Centre d'économie industrielle et de finance de l'École des mines de Paris / ENSMP-Mines ParisTech), une étude fait le point sur ce sujet crucial en vue des négociations sur le régime à venir dans la période post-Kyoto. Elle vient à point nommé, alors que la Commission européenne a communiqué fin janvier des propositions pour préparer le prochain sommet de Copenhague (décembre 2009) consacré au changement climatique. Ce travail du CERNA porte sur **13 types de technologies concernant soit les énergies renouvelables, soit divers produits ou procédés réduisant des émissions de GES**. Il examine cette question sous l'angle des données de brevet, sur la période (1978-2003). Il en ressort que **les inventions dans ces domaines** se sont très fortement multipliées après la signature du protocole de Kyoto (1997) et que **la plupart sont nées au Japon** (40 % du total mondial), **en Allemagne et aux États-Unis, mais aussi dans des pays émergents ou en transition tels que la Chine, la Corée du Sud et la Russie** (15 % du total mondial à eux trois), qui surclassent chacun la France (au 7<sup>e</sup> rang). Quant au transfert de ces inventions d'un pays à l'autre, il est abordé à travers les brevets déposés dans des cadres nationaux, sachant que de tels dépôts (près de 25 % du nombre total) signifient que les ayants droits veulent exploiter leurs technologies à l'étranger. Or **ces transferts ont lieu pour les trois quarts entre pays développés**, pour une part faible (18 %) et croissante des pays développés vers les pays émergents mais encore très peu entre pays du Sud.

[http://www.cerna.ensmp.fr/images/stories/file/Poznan/final\\_report\\_090112.pdf](http://www.cerna.ensmp.fr/images/stories/file/Poznan/final_report_090112.pdf)

> R. L.

### > LA RÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE À VENIR DU TRANSPORT AÉRIEN

Dans un récent document intitulé *Ten technology advances that will change air travel*, **SITA** (Specialist in air transport communication and information technology solutions), déjà à l'origine des systèmes en ligne de réservation aérienne, anticipe une réelle modification du voyage aérien dans les cinq prochaines années, sous l'effet des nouvelles technologies. Selon les auteurs du rapport, **les technologies Web 2.0 vont transformer les sites des compagnies aériennes en de véritables portails d'organisation de voyages** répondant à un besoin d'informations et de personnalisation. À l'avenir, lors de la réservation d'un vol, le site de la compagnie permettra d'extraire les préférences du passager à partir de son programme de fidélisation et de les combiner avec les informations externes des sites de voyages. Les hôtels, restaurants et centres d'intérêt touristiques pourront ainsi apparaître sur un plan Google que le voyageur visitera virtuellement tout en consultant les projets de voyage de ses connaissances. **Les voyageurs pourront en effet poster leur itinéraire sur des réseaux sociaux** afin d'en informer leurs relations. Les passagers pourront également, *via* leur mobile, régler les détails de leur voyage, de l'achat des billets à l'enregistrement (en 2010, 60 % des compagnies aériennes devraient ainsi offrir la possibilité d'enregistrer depuis un mobile et 80 % enverront des informations sur les vols par SMS). Selon ce rapport, la simple émission d'une onde par le téléphone, au niveau de la porte d'embarquement, pourrait à l'avenir valider l'identité biométrique du passager. SITA prévoit enfin que l'identification par radiofréquence (RFID) aura un impact majeur sur les voyages : elle impliquera l'intégration de puces dans les passeports électroniques et améliorera la gestion des bagages, première cause de mécontentement des passagers après les retards de vol.

<http://www.sita.aero/file/2090/sitanewfrontierspaper10technologyadvancessthatwillchangeairtravelpdf>

> C. R.

**> LES PRIORITÉS DE LA FUTURE PRÉSIDENTICE SUÉDOISE SUR FOND DE CRISE**

Lors de la présentation, le 2 mars dernier, du logo de leur prochaine présidence du Conseil de l'UE, les autorités suédoises ont confirmé certaines pistes déjà évoquées par la ministre des Affaires européennes Cecilia Mallström. C'est sans surprise le **changement climatique** qui sera mis au premier rang des priorités à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2009, avec en ligne de mire le Sommet de Copenhague de décembre. Tenue par l'agenda communautaire, la Suède entend par ailleurs mener à bien l'adoption d'un nouveau programme quinquennal sur l'immigration (« **programme de Stockholm** »), assorti d'une réflexion politique sur la relation migration-développement. Elle a choisi la **continuité avec la présidence tchèque** en soulignant l'importance de la mobilité et donc de **l'ouverture des marchés et des frontières**. Ceci reflète le soutien constant de la Suède aux nouveaux États membres (d'où sa demande récente d'une aide communautaire en leur faveur face à la crise financière) ainsi qu'aux adhésions de la Bosnie, de la Serbie, du Montenegro et de l'Islande. Enfin, si la Suède se projettera au-delà de 2010 pour faire émerger, avec ses partenaires européens, une Stratégie de Lisbonne « renouvelée », elle ne paraît pour l'instant **pas prête à s'emparer stricto sensu du dossier plus immédiat de la « gestion de crise »**. Certains observateurs nationaux notent pourtant que les autorités suédoises réfléchiraient de plus en plus au rôle à jouer dans ce cadre. Ceci pourrait alors compléter une solution déjà citée par C. Mallström devant le Collège d'Europe à Bruges : la création, à l'automne 2009, **d'un portefeuille spécial au sein de la nouvelle Commission**, en vue du suivi de la crise.

<http://etoile.touteurope.fr/index.php/post/2009/03/03/La-Présidence-suedoise-devoile-son-logo?xtor=EPR-10>

<http://www.sweden.gov.se/sb/d/7972/a/120791>

> **M.-C. M.**

Rédacteurs des brèves : Rémi Lallement (DAEF), Marie-Cécile Milliat (DIS), Christine Raynard (DRTDD)

*Directeur de la publication :*  
René Sève, directeur général  
*Rédactrice en chef de la Note de veille :*  
Nathalie Bassaler, chef du Service Veille,  
Prospective, International  
*Animateur de la cellule de veille :*  
Jérôme Tournadre-Plancq, chargé de  
mission au Département Institutions et  
Société

Pour consulter les archives  
de la Note de Veille  
en version électronique :  
[http://www.strategie.gouv.fr/  
rubrique.php?id\\_rubrique=12](http://www.strategie.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=12)

Centre d'analyse stratégique  
18, rue de Martignac  
75700 Paris cedex 07  
Téléphone 01 42 75 61 00  
Site Internet :  
[www.strategie.gouv.fr](http://www.strategie.gouv.fr)

