

A S S E M B L É E N A T I O N A L E

X V ^e L É G I S L A T U R E

Compte rendu

Commission des affaires sociales

- Réunion, conjointe avec la commission des lois, sur le thème des neurosciences en présence de M. Christian Byk, conseiller à la cour d'appel de Paris, président du comité intergouvernemental de bioéthique de l'UNESCO et de M. Hervé Chneiweiss, professeur, neurologue, directeur de recherche au CNRS, président du comité d'éthique de l'Inserm 2
- Présences en réunion 18

Mercredi

6 juin 2018

Séance de 9 heures 30

Compte rendu n° 78

SESSION ORDINAIRE DE 2017-2018

**Présidence de
Mme Brigitte Bourguignon,
Présidente,
et de
Mme Yaël Braun-Pivet,
Présidente de la
commission des lois**



COMMISSION DES AFFAIRES SOCIALES

Mercredi 6 juin 2018

La séance est ouverte à neuf heures trente.

*(Présidence de Mme Brigitte Bourguignon, présidente de la Commission
et de Mme Yaël Braun-Pivet, présidente de la commission des lois)*

La commission des affaires sociales organise, conjointement avec la commission des lois, une réunion sur le thème des neurosciences en présence de M. Christian Byk, conseiller à la cour d'appel de Paris, président du comité intergouvernemental de bioéthique de l'UNESCO, et M. Hervé Chneiweiss, professeur, neurologue, directeur de recherche au CNRS, président du comité d'éthique de l'Inserm.

Mme Brigitte Bourguignon, présidente de la commission des affaires sociales. Chers collègues, nous poursuivons le cycle d'auditions consacré à la bioéthique, commun à la commission des lois et à la commission des affaires sociales, avec deux nouvelles tables rondes : l'une dédiée aux neurosciences, l'autre à l'intelligence artificielle.

Les neurosciences pourraient être définies de manière simplifiée comme ayant pour objet l'étude de la structure et du fonctionnement du système nerveux. Leur champ d'investigation est large puisqu'elles vont de l'échelle moléculaire jusqu'aux organes comme le cerveau et qu'elles sont transdisciplinaires – biologie, chimie, mathématiques, bio-informatique, neuropsychologie.

Les neurosciences constituent un domaine de recherche qui a vocation à être davantage sollicité, particulièrement à l'heure où émerge l'intelligence artificielle. Nombre de ses applications permettent aujourd'hui d'apporter une aide à la décision susceptible de concerner tous les domaines de la vie : la santé tout d'abord mais également la justice, la gestion des flux et plus largement la robotique. Les neurosciences posent à cet égard des questions sur le principe d'autonomie, le consentement éclairé et les limites à ne pas franchir.

L'objectif de cette première table ronde est de nous forger une opinion éclairée. C'est l'intérêt et l'objectif de nos échanges avec nos invités, M. Chneiweiss et M. Byk.

Afin de bien poser les termes du débat, je vous invite, messieurs, à faire une présentation complète des enjeux relatifs aux neurosciences dans la perspective de la prochaine révision des lois de bioéthique et à mettre l'accent sur ce qui constitue pour vous des points d'attention. Je vous propose de prendre la parole une dizaine de minutes avant que nos collègues n'interviennent pour vous poser des questions.

M. Hervé Chneiweiss, professeur, neurologue, directeur de recherche au CNRS, président du comité d'éthique de l'INSERM. Mesdames les présidentes, je vous remercie pour cette invitation. Les neurosciences couvrant un champ extrêmement vaste, nous allons nous focaliser sur quelques questions en lien avec la bioéthique.

Les recherches en neurosciences conduisent au développement de neurotechnologies. J'entends par là les dispositifs capables de lire l'activité cérébrale, c'est-à-dire de la décoder, et éventuellement d'écrire des informations neurales dans le cerveau. Citons quelques exemples. Il y a d'abord les implants cérébraux, technologie invasive qui consiste à percer le crâne pour placer des dispositifs dans certaines structures du cerveau. La stimulation à haute fréquence, mise au point depuis plus de vingt-cinq ans par des laboratoires bordelais et grenoblois, permet ainsi de soigner des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Il y a par ailleurs des technologies non invasives comme les casques de réalité virtuelle, qui ciblent les systèmes sensoriels de l'utilisateur, des applications de téléphone portable, ou des casques recueillant un signal encéphalographique. Il faut bien voir que ce n'est pas parce qu'elles ne sont pas invasives qu'elles n'ont pas d'influence sur la personnalité de l'individu, ce qu'on va appeler son « agentivité ». Elles se développent à grande vitesse et représentent un marché important. Déjà, aux États-Unis, plus d'une centaine de millions de dollars sont chaque année investis dans ces domaines. De nombreuses firmes impliquées dans l'intelligence artificielle s'y intéressent fortement.

Quels problèmes posent ces neurotechnologies ? Pour répondre à cette question, je vais m'appuyer sur les études menées par un groupe de travail international auquel je participe depuis maintenant deux ans.

Le premier problème renvoie à la confidentialité et au consentement. L'activation de ces dispositifs d'enregistrement ne nécessite généralement qu'un simple clic et, comme ils sont connectés à *internet*, ils ouvrent la possibilité que des *hackers* ou des organisations privées, avec ou sans but lucratif, voire des agences gouvernementales, suivent ou même manipulent une expérience mentale individuelle. Les algorithmes utilisés pour améliorer l'impact de la publicité, pour calculer des primes d'assurance, ou pour mettre en correspondance des partenaires potentiels, sont susceptibles d'utiliser ces informations neuronales qui concernent des états d'attention ou des états d'émotion. Certaines entreprises ont déjà équipé leurs employés. Des dizaines de sociétés chinoises associées au secteur de l'armement auraient fourni à leurs ouvriers des casques équipés de dispositifs de surveillance de l'attention et de l'émotion. Il est déjà possible aujourd'hui d'établir des diagnostics précoces de la maladie d'Alzheimer en enregistrant simplement la manière dont les personnes activent les écrans de leur téléphone portable ou frappent sur le clavier.

Les possibilités d'intrusion existent et nos concitoyens devraient avoir la capacité de garder un droit de regard sur le caractère privé de ces données. Cela a à voir avec le règlement général de protection des données (RGPD), mais comme elles n'ont pas un caractère explicite de données de santé, elles ne sont pas forcément couvertes par les garanties qu'il offre.

Parmi les préconisations, divers aménagements sont envisagés : faire de l'activation et de la transmission des données un choix par défaut ; en cas d'acceptation, proposer un choix explicite *via* un processus sécurisé et transparent ; limiter les possibilités de vente et de transfert des informations aux sociétés susceptibles de collecter les données neuronales ; limiter ou du moins surveiller le traitement centralisé de ces données, autrement dit leur croisement avec d'autres données du *big data*.

D'autres problèmes peuvent naître de l'agentivité. Il est clair que certains implants à haute fréquence modifient la personnalité des individus. Aujourd'hui, il existe un développement de la neurologie particulièrement prometteur pour les malades, le traitement en *closed loop* ou boucle fermée, qui permet d'adapter beaucoup mieux les dispositifs de stimulation à l'activité réelle du sujet. Toutefois, automatiser le rapport entre la détection de la

volonté d'un mouvement et la mise en œuvre du mouvement lui-même comporte le risque de se substituer à l'intention réelle de la personne, qui pourra contester avoir voulu effectuer le mouvement qu'on l'a amenée à faire. Ces dispositifs peuvent en outre provoquer des modifications de l'humeur ou une hypersexualité. Cela nécessite de prévenir les personnes non seulement des difficultés techniques que la pose des implants induit mais aussi des effets possibles sur leur humeur et leur personnalité. De la même manière, les dispositifs non invasifs sont susceptibles, à travers des manipulations sensorielles, de modifier la perception de soi-même. Il faut s'y intéresser.

J'en viens à la troisième source de problèmes : l'amélioration des performances. Elle comporte un risque de coercition lié à une volonté normative : équiper une personne d'un implant cochléaire sous prétexte de lui permettre de mieux entendre peut, par exemple, entrer en contradiction avec le droit à la neurodiversité revendiqué par certains. Elle implique aussi de prévoir un encadrement et des lignes directrices. Il faut ainsi s'assurer que les expériences destinées à améliorer la mémoire grâce à des stimulations électriques de l'hippocampe restent limitées aux laboratoires dans des conditions extrêmement contrôlées. Il faut en outre se méfier du neurocharlatanisme, de tous ces dispositifs qui promettent, faussement, des améliorations cognitives. Un avis de Comité consultatif national d'éthique (CCNE) est venu répondre à ces questions récemment.

Enfin, il faut prendre garde aux biais produits par les algorithmes à partir des données historiques, culturelles et sociales qu'ils recueillent. En prenant appui sur des données de la population, il est toujours possible de faire apparaître que les femmes s'occupent des enfants tandis que les hommes travaillent.

Les neurotechnologies peuvent apporter une aide utile aux personnes en situation de vulnérabilité, voire de dépendance. Pensons aux exosquelettes ou aux robots de compagnie. Veillons toutefois à ce qu'il n'y ait pas une substitution avec la personne humaine et que l'on ne transforme pas un monde humain en un monde d'intelligence artificielle. Tout cela nous pousse à nous interroger sur une nouvelle rédaction de l'article 16-14 du code civil qui dispose que : « *Les techniques d'imagerie cérébrale ne peuvent être employées qu'à des fins médicales ou de recherche scientifique, ou dans le cadre d'expertises judiciaires.* » Ne devrait-on pas l'étendre à l'analyse de l'anatomie ou de l'activité cérébrale ? Cela permettrait sans doute de mieux contrôler les différents dispositifs.

M. Christian Byk, conseiller à la cour d'appel de Paris, président du comité intergouvernemental de bioéthique de l'UNESCO. Mesdames les présidentes, messieurs les députés, je vous parlerai avant tout d'un point de vue de juridique. Le champ du neurodroit ou de la neuroéthique est aussi vaste que celui des neurosciences elles-mêmes. Dans mon propos préliminaire, je vais essayer de vous montrer la dynamique de l'approche que nous pouvons avoir à partir des éléments scientifiques mis en avant par le professeur Chneiweiss. Elle nous conduit à nous poser des questions sur la manière dont on passe de l'homme révélé à l'homme réparé pour aller vers l'homme contrôlé.

L'homme révélé se définit par l'identification de ce qu'il est à la prédiction de ce qu'il sera. Cela concerne essentiellement les techniques d'exploration du cerveau qui permettent, à partir de certaines informations, de prédire un futur possible, qu'il s'agisse de la santé ou du comportement de l'individu.

Dans l'identification, c'est en premier lieu le domaine médical qui nous intéresse. La neuro-imagerie pose d'importantes questions éthiques et juridiques. La première concerne

l'amélioration de la relation entre le médecin et le patient. La technique permettra-t-elle au médecin de sauver du temps pour le consacrer à la relation d'empathie avec le patient ? Ou bien, au contraire, la technicité du rôle du médecin s'accroîtra-t-elle jusqu'à dépendre d'une technologie qui lui proposera analyses et diagnostics ? Cette utilisation met l'accent sur la nature et la qualité de l'information apportée aux patients et renvoie à une deuxième interrogation : comment cette information doit-elle être transmise tant aux patients qu'aux personnels de santé, voire aux institutions médicales de recherche et même à la sécurité sociale ?

L'identification est appliquée à d'autres domaines, à commencer par la justice. Que peut nous dire la neuro-imagerie de la culpabilité ou de la responsabilité de personnes suspectées ? Comment l'utiliser pour l'évaluation de détenus à des fins de réinsertion ? En matière de justice civile, la neuro-imagerie permet de déterminer la capacité à communiquer ou à consentir : pensons à la fameuse affaire Lambert, mais aussi, plus généralement, aux personnes âgées, placées en nombre de plus en plus important sous protection judiciaire, compte tenu du vieillissement de la population.

Autre domaine d'application : l'éducation. En 2017, le bureau de l'éducation de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) a co-organisé avec l'*International Brain Research Organization* (IBRO) une conférence sur le rôle des neurosciences dans l'éducation. On sait que des questions se posent sur leur contribution à l'apprentissage.

Du constat du présent, on passe à certaines formes de prédiction. C'est évident dans le domaine de la santé, notamment pour la maladie d'Alzheimer que l'on peut prédire quelques décennies avant que les premiers symptômes n'apparaissent, ce qui pose des problèmes éthiques. C'est vrai dans le domaine de la criminologie. Je renvoie aux travaux menés par le Conseil d'analyse stratégique en 2009 autour de l'évaluation de la dangerosité pénale. Cela pose là encore des problèmes d'éthique, puisque cela conduit à la tentation de réduire la potentielle dangerosité révélée par la neuro-imagerie en proposant des traitements préventifs. Pour les délinquants sexuels, le CCNE a déjà donné un avis il y a une quinzaine d'années sur l'acétate de cyprotérone ou Androcur. Pour les mineurs violents ou posant problème, c'est la prescription de Ritaline qui est en jeu.

On voit poindre l'idée que les neurosciences peuvent avoir pour but de ramener à la norme médicale mais aussi à la norme sociale, dont la règle de droit ou des valeurs communes en éthique pourraient être des éléments de référence.

Tout ceci amène à la volonté de réparer l'homme, qu'il s'agisse de le soigner, ce qui se rapproche le plus de la médecine, ou de l'augmenter.

Certaines pratiques suscitent des interrogations. Les recherches biomédicales en neurosciences, domaine relativement développé en France, comportent des particularités parce qu'elles ont trait au cerveau et parce qu'elles concernent des personnes plus vulnérables que dans d'autres types de recherche. Nous devons nous demander si le droit actuel est suffisamment adapté. Ne faudrait-il pas développer de nouvelles bonnes pratiques, ou bien encore adapter la loi à leurs spécificités ?

Il y a encore le domaine de la thérapie. L'utilisation du médicament a connu un changement avec le passage de fins médicales à des fins de confort – pensons au Valium ou

au Prozac. Le CCNE dans son avis de 2013 a pu souligner que la France était une sorte de champion de l'usage de convenance.

Il y a ensuite les interventions sur le cerveau. Le professeur Chneiweiss a déjà évoqué la stimulation cérébrale profonde ou les corrections de handicap par l'interface entre cerveau et machine conduisant à utiliser un exosquelette. Ces thérapies ont des coûts et vont poser des problèmes d'organisation sociale.

Venons-en à l'homme augmenté. Le définir n'est pas facile. Le CCNE, dans son avis n° 122 de 2013, soulignait que la ligne de démarcation entre le normal et le pathologique paraissait facile à tracer lorsqu'elle reposait sur une mesure comme celle de la glycémie pour le diabète, mais qu'elle était impossible à établir dans le domaine psycho-cognitif où n'existent ni norme ni mesure.

L'arbitraire ne déplaît pas aux juristes, dans la mesure où il leur permet de tracer des limites autour d'une définition. Nous pouvons partir de l'idée que l'amélioration humaine consiste à améliorer ou augmenter les capacités physiques ou intellectuelles d'un homme sain. C'est la raison pour laquelle il est particulièrement important d'examiner ici les finalités et les risques. Les objets de cette amélioration sont extrêmement divers : le sport, l'activité militaire, le travail, les loisirs ou encore le commerce.

Il faut s'interroger sur leur légitimité. Certains estiment qu'il est tout à fait justifié d'améliorer de la sorte la santé, le moral et l'efficacité du soldat au service de la nation, dans les limites des lois de la guerre et de l'élaboration de nouveaux traités internationaux. À l'inverse, des raisons de loyauté, de protection de la santé et de la vie privée imposent de bannir ces utilisations dans certaines activités : le sport, les pratiques récréatives, ludiques ou assurantielles. Il y a en outre des zones d'incertitude, pour l'utilisation dans le cadre du travail afin de s'assurer de la rentabilité du salarié, par exemple.

N'oublions pas, enfin, que les risques pour la santé sont encore mal évalués sur le long terme. Je vous renvoie au rapport du CCNE.

J'en arrive à ma conclusion sous forme de vaste question : va-t-on vers l'homme contrôlé, quand on sait qu'il existe des injonctions sociales de performance et qu'il y a des demandes pour reconstruire le cerveau afin d'allonger notre vie et étendre nos capacités ?

Mme Brigitte Bourguignon, présidente de la commission des affaires sociales. Je vous remercie, messieurs, pour vos interventions et espère que nos collègues sauront comme vous respecter le temps qui leur est imparti pour poser leurs questions.

M. Bernard Perrut. Mesdames les présidentes, messieurs, chers collègues, la société dans son ensemble est de plus en plus confrontée aux problèmes éthiques posés par le développement des neurosciences. Le champ de la neuroéthique est donc très vaste.

Les domaines d'application des techniques d'exploration et de modification du cerveau sont nombreux. Pensons à la justice, où l'imagerie cérébrale peut servir à évaluer le comportement d'un suspect ou à modifier le comportement des délinquants. Pensons encore au marketing avec les techniques utilisées pour influencer le consommateur ou bien à l'éducation avec la facilitation de l'apprentissage.

Cela pose la vaste question de savoir ce qu'il est possible et souhaitable de faire.

Pour l'heure, je me contenterai de vous demander de répondre à des questions que chacun a en tête dans cette salle. Jusqu'où encadrer les finalités de la recherche en neurosciences ? Comment préserver l'anonymisation des données individuelles biologiques et numériques ? Peut-on faire confiance aux techniques d'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle pour déterminer le degré de responsabilité en matière pénale ? Faut-il légiférer au sujet des techniques de stimulation cérébrale à usage non médical ? Comment évaluer voire encadrer l'impact des outils numériques sur le développement cognitif de l'enfant et sa santé mentale ?

Mme Martine Wonner. La place de l'intelligence artificielle, déjà prépondérante dans nos vies, va aller croissant. Sous l'impulsion du mouvement transhumaniste visant à améliorer la condition humaine grâce à l'augmentation des capacités physiques et mentales de l'homme, la médecine est de plus en plus associée à l'intelligence artificielle. Un projet ambitieux, *The Human Brain Project*, initié par une équipe de neuroscientifiques soutenus par l'Union européenne pourrait voir le jour en 2024 : il vise à reproduire le cerveau humain sous la forme d'un supercalculateur qui permettrait de comprendre et de guérir les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer. Certains scientifiques sont convaincus que, dans l'état actuel du développement de l'intelligence artificielle, relever un tel défi est tout à fait possible. Les chercheurs pensent que cette initiative devrait aider à résoudre la problématique de cette maladie qui touche aujourd'hui en France 900 000 personnes sans espoir de guérison.

Est-ce la bonne approche ? Une telle évolution est-elle légitime ? A-t-on raison d'y croire ? Petite question un peu provocante de la part du médecin que je suis : qu'en sera-t-il du rôle des médecins demain ? Ne faudra-t-il pas plus d'ingénieurs en santé que de médecins ?

M. Thomas Mesnier. Je voudrais pour ma part revenir sur les enjeux éthiques liés aux avancées des neurosciences et à la neuroamélioration. Les implants cérébraux sont aujourd'hui utilisés à des fins uniquement thérapeutiques. Ils permettent depuis longtemps déjà de soulager les patients atteints par la maladie de Parkinson. Grâce au développement récent de la miniaturisation des électrodes, leur usage s'étend à d'autres pathologies. Certaines études cliniques ont démontré une amélioration des capacités de mémorisation des patients stimulés, notamment de personnes souffrant d'épilepsie.

Cela doit nous pousser à poser la question de la frontière entre le soin, d'une part, et le contrôle voire l'augmentation des capacités cérébrales de l'être humain, d'autre part. Cette frontière peut être tenue, par exemple, quand il s'agit de traiter des troubles psychiatriques ou des troubles obsessionnels compulsifs (TOC).

Je souhaite vous interroger sur l'encadrement des avancées scientifiques et leurs applications. Faut-il contrôler davantage les finalités de la recherche en neurosciences ? Si oui, jusqu'où ? Est-il nécessaire de légiférer pour prévenir certaines dérives, notamment celles liées aux applications non médicales ?

M. Brahim Hammouche. Vos interventions, messieurs, nous invitent à nous interroger sur les rapports entre éthique, science et droit car, *in fine*, il y aura bien production de nouvelles normes conformes à une visée collective, des normes de nature éminemment politique.

La lecture du rapport des Etats généraux de la bioéthique de 2018 montre que les neurosciences et l'intelligence artificielle suscitent un engouement certain au vu des progrès thérapeutiques qu'elles font miroiter. L'usage non médical en matière d'éducation ou de neuroéducation appelle notre vigilance, mais ne fait pas l'objet d'un rejet massif. Tout juste rencontre-t-il quelques points saillants de notre morale collective. Ainsi, sont pointés les risques liés aux inégalités d'accès à la neuro-amélioration, ou à une manipulation dans le domaine du marketing, ou encore le besoin d'une présence humaine.

Comment, selon vous, parvenir à une éthique au service de la communauté humaine dans un cadre universel ? Vous avez parlé de l'homme révélé, de l'homme réparé, de l'homme augmenté. Qu'en est-il de l'homme « renaturé » ?

M. Christien Byk. J'aimerais d'abord faire une réponse globale sur les rapports entre sciences et droit. Certains affirment que le droit est toujours en retard par rapport aux avancées de la science, mais il faut bien voir que droit et sciences répondent à des logiques différentes. Le droit traite de la réalité mais ne la crée pas. Les paysages et les routes existent en dehors du droit mais si l'on ne traçait pas de lignes continues ou discontinues selon la dangerosité des routes, si l'on ne décidait pas arbitrairement qu'il faut rouler à droite ou à gauche, imaginez ce que serait la situation. Il y a un besoin social de droit qui dépend de l'acceptabilité sociale de certaines technologies. À quoi tiennent les raisons de cette acceptabilité ? À un consensus autour de règles de vie commune, de règles d'éthique, de règles pratiques ? Ou bien à une manipulation, compte tenu des injonctions à la performance qui se développent dans notre société ? Il ne faut pas avoir peur d'édicter des normes qui aient un sens politique, mais il ne faut pas non plus être naïf au point de refuser de voir que certains cherchent à manipuler le consensus social.

C'est là que se pose la question de savoir jusqu'où encadrer la recherche. Il y a des réponses que le juriste peut apporter directement en disant que certaines lois ne sont pas suffisamment adaptées à certains développements de la science : citons le cas des nanotechnologies au niveau européen – même si des textes trop spécifiques ne seraient peut-être pas les plus pertinents. Dans le domaine pénal, se pose le problème de la preuve. Ces dix dernières années, la subjectivité des évaluations effectuées par les psychiatres ou les psychologues a beaucoup été mise en cause. On a souligné les erreurs pénales auxquelles cela conduisait. Les images du cerveau permettront-elles une objectivation de nature à améliorer les décisions pénales ? Nous savons qu'elles ont pu avoir une certaine utilité. Dans un procès en 2007, elles ont conduit à modérer la peine encourue.

Qu'en est-il des utilisations à des fins non-médicales ? Il me semble nécessaire de procéder catégorie par catégorie. L'exemple des employés chinois que M. Chneiweiss a cité est pour nous très choquant. Mais ne pourrait-on comprendre qu'un conseil d'administration ait de telles préoccupations quand il s'agit de nommer un président directeur général amené à diriger 100 000 personnes à travers le monde ? Il ne faut pas avoir de raisonnements trop généraux.

De la même manière, il importe de distinguer les niveaux de règles. Il faut développer les bonnes pratiques. La remarque que vous avez faite, madame Wonner, est à ce titre très intéressante : nous allons vers une part de non-médical. Dans l'ex-Union soviétique, les ingénieurs jouaient un grand rôle dans la médecine. Les biologistes occupent une place croissante depuis une vingtaine d'années. Sans doute va-t-on assister à l'émergence d'un autre type de techniciens. Le secret médical sera partagé avec d'autres professionnels.

M. Hervé Chneiweiss. La première chose sur laquelle je voudrais appeler votre attention à tous, c'est notre ignorance. Même si les neurosciences sont en plein développement, nous avons un long chemin devant nous au regard des connaissances qui restent à acquérir. Le *Human Brain Project* cité par Mme Wonner en est une bonne illustration. Son coût s'élève à un milliard d'euros sur dix ans, alors que le coût des maladies du système nerveux à l'échelle de l'Europe représente 900 milliards d'euros selon une évaluation effectuée en 2015. En outre, le projet a pour objectif de modéliser un circuit de 20 000 cellules dans le cortex cérébral, alors que notre cerveau contient 200 milliards de cellules. Il offrira une possibilité d'avancer vers une meilleure compréhension de la manière dont certains signaux – ce que l'on appelle le code neural – sont intégrés au niveau du cortex cérébral mais il sera loin de donner une solution aux nombreux problèmes qui se posent. Cela reste une petite étape. Il y a encore loin de la coupe aux lèvres.

La responsabilité médicale ne changera en rien, quelle que soit l'ampleur des progrès accomplis grâce à l'intelligence artificielle. Le champ médical sera sans doute entendu au sens large. La profession de conseiller en génétique est appelée à se développer, compte tenu de la complexité des informations génétiques qui peuvent être délivrées. Il faudra aussi compter, à l'hôpital, sur les infirmières référentes qui assurent un lien avec les patients. Mais la responsabilité médicale aura le même poids : l'autonomie et la qualité de vie du patient seront toujours en jeu dans les paroles et les actes du personnel médical. Aucun substitut, quelque forme qu'il prenne, ne saurait modifier la situation.

La neuro-amélioration pose la question de la frontière entre le médical et le sociétal. Le médical s'entend comme la tentative de ramener à l'état le plus normal possible une personne souffrant d'une pathologie ou d'un handicap. Les implants à haute fréquence mis au point par Alim-Louis Benabid et Pierre Pollak ont ainsi permis, depuis plus de vingt ans, à des centaines de milliers de personnes atteintes de la maladie de Parkinson de retrouver une certaine qualité de vie alors que leur traitement n'était plus efficace. La démarche est totalement différente lorsqu'il s'agit d'améliorer la mémoire d'une personne en bonne santé en stimulant électriquement son hippocampe.

Attention aux limites que nous impose notre ignorance. Ce qui peut s'observer dans certaines conditions de laboratoire ne se vérifie pas forcément dans la vie réelle. Tout ce que fait notre cerveau est contextualisé. Je prendrai l'exemple d'une expérience menée dans le domaine cognitif. On a laissé aux participants la possibilité de tricher ou non à des jeux en leur offrant soit une récompense symbolique, soit de l'argent : s'ils pensaient ne pas se faire prendre, ils trichaient, mais seulement s'il y avait un gain financier et si celui-ci profitait à leur équipe. Le cerveau humain est d'une infinie subtilité. Tout doit être recontextualisé si l'on veut savoir de quoi on parle.

Que les choses soient claires par rapport à la responsabilité pénale. Nous sommes capables, grâce aux progrès accomplis en matière de *monitoring*, d'enregistrer des activités cérébrales, ce qui permet d'évaluer des préjudices ou des degrés d'altération des états de conscience : coma, *locked-in syndrome*, état de conscience minimale. Toutefois, la détection d'une activité cérébrale ne permet pas d'en déterminer le sens. Si vous montrez au patient une image qui provoque une émotion, vous pourrez enregistrer l'activité cérébrale qui en découle mais vous ne pourrez pas établir que cela correspond au fait d'aimer ou de ne pas aimer telle ou telle chose.

Enfin, il va de soi que s'il est une chose dont nous sommes conscients, c'est bien de l'impact sur la société, qui plus est lorsqu'il s'agit d'enfants. On a ainsi beaucoup parlé de

l'utilisation des connaissances en sciences cognitives ou en neurosciences pour améliorer l'éducation. Le groupe « neurosciences » du Comité national d'éthique, dont je faisais partie jusqu'à une période récente, travaille précisément sur la neuro-éducation. En effet, différentes questions se posent à cet égard : dans quelles conditions serait-il éthique de procéder à un essai éducatif, équivalent à un essai thérapeutique ? Comment ne pas faire perdre de chance aux enfants qui participeraient à ces essais ? Ces questions sont extrêmement complexes. En tout cas, il existe une tension entre, d'une part, des programmes conçus sur une base totalement arbitraire – aucun de ceux qui existent actuellement n'a été testé, sauf sur les enfants, dont le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) montre que leurs résultats ne sont guère brillants – et, d'autre part, des programmes ou des méthodes éducatives, auxquels on est en train de réfléchir et qui, eux, seraient évalués. Est-il éthique de conserver des méthodes non évaluées, plutôt que de tenir compte des informations que pourraient nous apporter les neurosciences – vous remarquerez que j'emploie le conditionnel – et qui pourraient permettre, dans des conditions bien encadrées, bien évaluées, une meilleure éducation de nos enfants ?

Enfin, je terminerai en évoquant la question de l'anonymisation, qui me tient à cœur. Vous le savez, cette anonymisation n'est plus possible dans le monde du *big data*. Dès lors qu'il suffit de rapprocher quatre ou cinq comportements en l'espace d'une journée pour identifier une personne, les différents dispositifs de suivi des individus auxquels nous consentons à notre insu – je pense notamment au téléphone portable – rendent l'anonymisation impossible. Il faut donc passer de la protection de la donnée à la protection de son usage. C'est un enjeu international ; le comité international de l'UNESCO a remis un rapport sur ce sujet l'an dernier. Il faut créer les conditions qui permettent de s'opposer au mésusage de la donnée plus que de s'arc-bouter sur une anonymisation qui est, hélas ! devenue impossible dans le monde du *big data*.

M. Olivier Véran. Merci d'avoir cité Grenoble – je suis moi-même, dans le civil, neurologue au centre hospitalier universitaire (CHU) de Grenoble – et les professeurs Benabid et Pollak, qui ont participé à la prise en charge de la maladie de Parkinson par stimulation cérébrale profonde. Ce faisant, ils ont réhabilité, en quelque sorte – et c'est en France que cela s'est produit –, la neurochirurgie fonctionnelle, qui avait disparu depuis la Seconde Guerre mondiale – on comprend pourquoi. Sa caractéristique actuelle est d'être réversible : les électrodes cérébrales profondes que l'on implante peuvent toujours être retirées. Il ne s'agit donc plus d'interventions définitives, telles que celles que l'on a pu connaître auparavant ; je pense à la lobotomie ou à ce que l'on appelait les tapis de bombes, qui détruisaient des zones cérébrales.

La neurochirurgie fonctionnelle se développe également aujourd'hui dans la lutte contre l'obésité sévère, contre les troubles obsessionnels compulsifs (TOC) ou contre les troubles de l'humeur, et laisse entrevoir des possibilités assez extraordinaires. Pardon de citer à nouveau Grenoble, mais c'est une terre d'expérimentation : Clinatéc, qui y a récemment ouvert ses portes, a développé un projet intitulé *Brain Computer Interface* (BCI) qui permet, grâce à un micro-implant sur la dure-mère, c'est-à-dire à la surface du cerveau, à un patient tétraplégique de commander, par des ondes wifi, un ordinateur capable de commander un exosquelette, de sorte qu'il suffit à cette personne tétraplégique de penser qu'elle marche pour faire se déplacer l'exosquelette et évoluer dans une pièce. Le dispositif n'est pas parfait – il manque l'équilibre –, mais on voit que les choses évoluent à grande vitesse.

Ma question porte sur les techniques de neuro-marketing, c'est-à-dire l'application des neurosciences cognitives au marketing et à la communication. Au début, il s'agissait de

mieux comprendre les comportements des consommateurs ; aujourd'hui, il s'agit de plus en plus d'interférer dans ces comportements, quitte à laisser des traces neurologiques. Les Anglais envisagent ainsi d'intenter des actions de groupe contre des industries agroalimentaires accusées d'utiliser un neuro-marketing agressif à l'encontre des enfants. On sait en effet qu'un enfant soumis à des publicités pour de la *junk food*, par exemple, avalera en moyenne 340 calories de plus par jour. Ne faudrait-il pas commencer à légiférer dans le champ des neurosciences en portant une attention particulière à ces techniques de neuro-marketing, qui pourraient donner une image très sombre des sciences cognitives alors qu'elles offrent des perspectives enthousiasmantes en matière d'amélioration de la santé humaine ?

M. Belkhir Belhaddad. Je souhaiterais revenir sur la question des neurosciences appliquées à l'éducation. Il y a quelques mois, le psychiatre Gérard Pommier a réagi à la nomination de Stanislas Dehaene, neuroscientifique, à la tête du Conseil scientifique de l'éducation nationale, en déclarant que l'utilisation des neurosciences serait un instrument de ségrégation à l'école. Il a ainsi réfuté l'idée selon laquelle les difficultés des enfants viendraient de problèmes de conformité génétique et de neuro-développement ; selon lui, les causes sont insignifiantes par rapport aux déterminations psychiques et familiales.

Sur le site de l'éducation nationale, une fiche permet aux enseignants d'établir un diagnostic des troubles de l'attention, avec ou sans hyperactivité, présentés comme une maladie neuro-développementale, alors que, toujours selon Gérard Pommier, cela n'est pas prouvé. Par ailleurs, les syndicats d'enseignants notamment s'inquiètent d'une possible mainmise des neurosciences sur la politique éducative, au détriment de l'expertise de terrain des pédagogues.

Pouvez-vous nous éclairer sur ce que les neurosciences peuvent apporter, selon vous, à la compréhension des problèmes d'apprentissage des enfants ainsi qu'à l'élaboration de solutions efficaces ?

Mme Annie Vidal. Merci, messieurs, pour vos exposés et vos réponses. Si les évolutions techniques se développent à grande vitesse et ouvrent un vaste champ de possibles, elles soulèvent des questions et comportent des enjeux éthiques importants. Lors des consultations sur les neurosciences par le CCNE, la question du transhumanisme a été évoquée à plusieurs reprises, entre fascination et inquiétude. Alors que nous devons sans aucun doute nous préparer à des évolutions scientifiques et sociétales extrêmement rapides, comment pouvons-nous, dès aujourd'hui, nous assurer des finalités de la technique et de ce que nous voulons en faire ? S'agit-il de retrouver des facultés perdues, ou de créer une forme de surhomme ?

M. Jean-François Eliaou. Je souhaiterais, pour ma part, revenir sur la loi du 7 juillet 2011 relative à la bioéthique, dont quelques articles seulement ont trait aux neurosciences. Ma première question porte sur la neuro-imagerie fonctionnelle et les techniques d'imagerie médicale. L'article 16-14 du code civil dispose, dans sa rédaction issue de ladite loi, que : « *Les techniques d'imagerie cérébrale ne peuvent être employées qu'à des fins médicales ou de recherche scientifique, ou dans le cadre d'expertises judiciaires. Le consentement exprès de la personne doit être recueilli par écrit préalablement à la réalisation de l'examen, après qu'elle a été dûment informée de sa nature et de sa finalité. [...]* ». Quelle est la fiabilité des marqueurs issus de ces explorations fonctionnelles ? Peut-on en tirer des conclusions quant à l'état mental ou émotionnel de la personne ?

Ma deuxième question porte sur les découvertes incidentes liées réalisées lors de l'utilisation de l'imagerie fonctionnelle. Se pose en effet le problème du consentement et de l'information du patient et de sa famille. Je sais que le comité d'éthique de l'INSERM s'est penché sur le sujet, mais je souhaiterais que vous nous apportiez des précisions sur cette question, qui doit également être encadrée par la loi.

Enfin, quelle peut être l'articulation de la loi avec d'autres types de réglementations relatives à l'éthique et à la déontologie, aux bonnes pratiques médicales, à la protection des personnes qui se prêtent aux recherches biomédicales et enfin à la protection des données informatiques personnelles ? Tout cela forme un ensemble qui permet *a priori* de réglementer ce type de pratiques.

Mme Michèle de Vaucouleurs. Je vous remercie, messieurs, de partager avec nous vos connaissances et réflexions sur la passionnante question des neurosciences. Vous avez évoqué, dans vos propos liminaires, le droit à la neurodiversité. Ce droit est-il aujourd'hui effectif ? Si nous devons légiférer en la matière, quels seraient, selon vous, les paramètres à prendre en compte pour garantir ce droit ?

M. Christian Byk. Le droit à la neurodiversité n'existe pas, à ma connaissance, dans une affirmation positive spécifique, mais il existe, de façon générale, un droit au respect de l'intégrité physique et psychique et de la dignité de la personne. Ce droit implique que, dans la pratique médicale ou la recherche, le consentement et l'autonomie de la personne soient respectés et que des actes ne puissent pas porter irrémédiablement atteinte à son identité neuronale, si j'ose dire. Toutefois, dans le cadre des recherches menées, par exemple, en psychiatrie ou sur des enfants, la question du consentement soulève de véritables difficultés.

En ce qui concerne les aspects internationaux qui ont été évoqués, notamment à propos de l'universalité, Hervé Chneiweiss a mentionné les travaux de l'UNESCO, dont je préside le Comité intergouvernemental de bioéthique, qui représente la voix des États. Il est évidemment difficile de négocier à 192 États, mais nous avons abouti dans différents domaines, puisque deux textes sur la bioéthique et les droits de l'homme – en 1996 sur le génome et, en 2005, sur la bioéthique en général –, une déclaration internationale sur la protection des données génétiques et, l'année dernière, deux textes, l'un sur la condition et la responsabilité du chercheur, l'autre sur les principes éthiques des changements climatiques, ont été adoptés. En outre, la directrice générale de l'UNESCO a annoncé que, dans le cadre du « biennium », elle faisait de l'adoption d'un texte international sur l'intelligence artificielle sa priorité. Je vous remercie de m'avoir interrogé, au moins indirectement, sur ce point. Sachez que la France est très présente, très à l'écoute. Je suis à la disposition des parlementaires et du ministère des affaires étrangères pour les tenir informés de ces travaux. Je rappelle, du reste, qu'il y a quelques années, nous avons organisé une réunion entre l'UNESCO et l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST).

Enfin, quelques remarques sur l'application de la loi de 2011 et ses rapports avec d'autres législations existantes. Cette loi a été perçue comme étant à la fois trop et pas assez libérale. Pour certains, elle intervenait trop tôt : un moratoire aurait été préférable. Pour d'autres, elle n'allait pas assez loin, dans la mesure où elle verrouillait les applications possibles. En l'état, au moins pour ce qui est de la justice, je ne peux vous citer que le cas de 2007, à Lyon. La question qui se pose est celle de savoir comment les juges et les jurés recevront ce nouveau type de preuves – qui ne font pas disparaître, pour le moment, le système actuel de liberté de la preuve – et le poids qu'ils leur donneront. Le risque est d'en déduire obligatoirement un certain nombre de choses. La question est débattue, livrée à la

force des arguments des uns et des autres. Est-ce la meilleure chose ? En l'état, c'est ce qui fonctionne. Pour avoir siégé dans des cours d'assises, je peux vous dire que les jurés ont une certaine dose et même une dose tout à fait certaine de bon sens. Cela suppose également que l'on s'assure de la qualité de l'expertise.

Quant au rapport de la loi avec les autres normes, il est très difficile de construire un système qui puisse montrer la manière dont tout cela s'articule. Cela s'articule parfois dans l'action, lorsque les questions sont posées, puisque le rôle du juge que je suis est d'interpréter. C'est problématique quand on regarde les choses de façon un peu théorique, avec du recul, car on voudrait être tout de suite satisfait. Mais, d'une certaine manière, c'est rassurant parce que cela signifie que l'on tient compte des contextes et que l'on fonctionne par interprétations successives. C'est un peu comme en médecine : on progresse.

Je terminerai en disant que la justice civile est également concernée par des formes de prédiction, puisque nous pouvons aujourd'hui, grâce à des algorithmes, vous donner la décision de jurisprudence qui correspond de façon médiane au cas présenté. C'est un outil, un référentiel pour les juges et pour les avocats, mais si l'on ne fait que recopier ce que propose l'ordinateur, je n'ai plus qu'à aller lire le journal à la maison.

M. Hervé Chneiweiss. En ce qui concerne le droit à la neurodiversité, il va de soi qu'il est inscrit dans les lois de 2002 et de 2005 sur les droits des patients. Le droit a évolué au cours des vingt dernières années : on est passé d'une décision médicale ou normative à une décision qui repose sur le patient. Aujourd'hui, le véritable enjeu est plutôt d'éviter que le choix de la personne ne se transforme en une discrimination : elle ne doit pas être discriminée parce qu'elle n'a pas choisi ce qui est considéré comme la norme, soit par le corps médical – c'est toute la question de l'observance –, soit par la société. Il ne faut pas qu'elle s'entende dire : « *Si vous ne voulez pas l'implant, tant pis pour vous, on vous abandonne à votre sort !* » Il faut être cohérent, dès lors qu'on laisse aux patients le choix du traitement. S'agissant de la fin de vie, la question fondamentale est celle des soins palliatifs de qualité. La question de la possibilité de guérir est différente de celle du soin, qui doit être continu, jusqu'au bout.

À propos du neuro-marketing, monsieur Véran, cher confrère, je citerai le fameux slogan : « *Si c'est gratuit, c'est vous le produit.* » La question fondamentale est celle de l'impact de l'environnement sur notre cerveau, qu'il s'agisse des perturbateurs endocriniens ou de la multiplication des écrans. On constate, par exemple, une prolifération des myopies, due au fait que les écrans limitent notre champ de vision à 20 centimètres, et non à 6 mètres, comme c'est la norme. De même, comment vit-on dans le monde en 2D des écrans, différent du monde en 3D de la vie réelle ? Il est clair que notre environnement affecte le fonctionnement de notre cerveau. Pour citer Michel Foucault, il ne s'agit pas de dire, comme Heidegger, que la technique dissout l'homme, mais plutôt de se poser la question de savoir quel nouvel homme produit la technique. Notre environnement et la manière dont nous fonctionnons vont faire évoluer nos cerveaux. C'est pourquoi, chaque année, nous organisons, au cours de la troisième semaine de mars, la « Semaine du cerveau », afin d'éveiller la population non seulement aux connaissances en neurosciences, mais aussi à la nécessité de protéger nos cerveaux des atteintes de l'environnement.

Cela m'amène à la question des neurosciences et de la pédagogie. Je ne veux pas entrer, ici, dans une polémique qui opposerait certains professionnels à d'autres. J'ai beaucoup de respect pour M. Pommier, même si, en tant que neurologue et que neuroscientifique, vous le comprendrez, mon approche est différente de celle des psychanalystes. Le cerveau que j'étudie est en effet celui qui comprend 200 milliards de

cellules dont chacune réalise 50 000 connexions, lesquelles se remodelent en fonction de l'histoire du sujet. Il y a, me semble-t-il, un grand malentendu. Il ne s'agit pas, surtout dans l'état d'ignorance dans lequel nous sommes, de prétendre que, demain, nous éduquerons nos enfants sur la base de vérités révélées par les neurosciences. Il s'agit de dire que les sciences cognitives et les neurosciences nous apportent aujourd'hui des informations qu'il serait ridicule, voire criminel, de ne pas utiliser.

Nous savons aujourd'hui quels mécanismes utilise notre cerveau pour apprendre à lire. Or, ces mécanismes conduisent à discréditer de façon radicale les méthodes globales. En effet, lorsque nous savons lire, nous reconnaissons le mot : nous n'avons pas besoin de le déchiffrer. En revanche, lorsque nous apprenons à lire, notre cerveau a besoin de la méthode de décodage fondée sur les phonèmes et les graphèmes. Une fois que c'est acquis, nous pouvons reconnaître et lire en diagonale un texte dans la langue que nous connaissons. L'erreur de la méthode globale a été de s'inspirer de l'adulte pour concevoir une méthode d'apprentissage, ce qui est une aberration par rapport au processus cognitif. Pourquoi se refuser l'acquisition de connaissances nouvelles, fussent-elles parcellaires ou embryonnaires, si elles peuvent nous aider à éviter des erreurs et à mieux élaborer des tests de programmes d'éducation ? L'objectif n'est pas d'imposer la dictature des neurosciences – dont quelques-uns font aujourd'hui un commerce –, mais d'utiliser les quelques connaissances que commençons à acquérir.

Monsieur Eliaou, vous nous avez interrogés sur les lois de bioéthique de 2011. En tant que membre, à l'époque, du conseil scientifique de l'OPECST, j'ai eu le privilège de participer à quelques réunions préparatoires à ces lois et je puis vous dire que la question de l'intégration des neurosciences dans l'article 16-14 du code civil a été très débattue. Pour ma part, je n'y étais pas favorable du tout. En tout cas, la question fondamentale portait sur l'expertise judiciaire et sur l'objectivation d'un préjudice au niveau du cerveau ou l'évaluation de la responsabilité. À l'époque, la disposition centrale était l'article 122-1 du code pénal. L'expert judiciaire peut utiliser n'importe quelle technique pour déterminer, en général, un préjudice. Dès lors, la fiabilité d'un détecteur de mensonges n'était pas avérée à l'époque et, contrairement à ce que l'on pourrait penser, nous n'avons pas fait de progrès en la matière depuis 2009 ou 2011. Vous pouvez en effet raconter une histoire à laquelle vous croyez parfaitement mais qui est entièrement inventée : l'enregistrement cérébral témoignera que vous adhérez à cette histoire, qu'il n'y a pas d'incohérences dans votre récit. Les meilleurs souvenirs ne sont-ils pas, du reste, ceux que l'on s'invente ? On connaît nombre de personnes qui sont absolument convaincues d'avoir assisté à une scène, alors que la preuve a été apportée qu'elles n'étaient pas présentes. Si vous détectez leur activité cérébrale, celle-ci témoignera uniquement de leur adhésion aux propos qu'elles tiennent.

J'en viens aux découvertes « incidentales », dont je rappelle qu'elles désignent la découverte, à l'occasion d'une imagerie cérébrale – dans le cadre, par exemple, d'une migraine particulièrement grave qui pourrait, chez un jeune, ressembler à une première poussée de sclérose en plaques ou à un accident vasculaire –, d'une malformation vasculaire ou, dans le cadre de recherches en sciences cognitives, d'une tumeur. Suite aux recommandations du comité « neurosciences » de l'Agence de la biomédecine et du comité d'éthique de l'INSERM, tous les centres ont des guides de bonnes pratiques qui leur permettent d'anticiper. Ainsi, au moment où un sujet va entrer dans l'étude – il en va de même pour l'imagerie médicale –, il doit être prévenu de la possibilité d'une découverte incidente et préciser s'il souhaite en être informé ou pas et, dans le premier cas, s'il souhaite que cette information soit directe ou passe par le médecin. Cette procédure a également été

mise en place au niveau du plan « Médecine génomique 2025 », puisque la configuration est à peu près la même. Le mot qu'il faut retenir, dans ce domaine, est celui d'anticipation.

Enfin, l'un des problèmes fondamentaux des tenants du transhumanisme est la vision mécanique qu'ils ont du cerveau, qu'ils conçoivent comme une espèce de machine qui pourrait être augmentée à l'infini. Tel n'est pas le cas, et vous en faites l'expérience tous les jours. Si vous marchez à vitesse normale avec un collègue, vous pouvez échanger des propos, construire une loi. Si vous êtes pressé et devez marcher vite, votre attention sera mobilisée sur l'endroit où vous mettez les pieds et vous ne pourrez plus tenir le même raisonnement ou la même conversation. Le contexte est essentiel. Les personnes qui ont des hypermémoires sont malheureuses, car elles ne font aucun tri. On connaît le cas fameux de Shereshevsky, le patient de Luria, qui disait que sa mémoire était comme une poubelle, pleine de tout ce qui ne sert à rien. Ce qui fait la qualité de notre mémoire, ce n'est pas le stockage, c'est la sélection et la hiérarchisation des faits. On évoque certaines stimulations électriques qui pourraient améliorer la mise en mémoire, mais l'important n'est pas de stocker – notre cerveau n'est pas un disque dur – mais de sélectionner ce que l'on met en mémoire et ce que l'on en fait ensuite, c'est-à-dire, là encore, la plasticité cérébrale dans l'histoire du sujet, qui n'est malheureusement pas pris en compte par les transhumanistes.

M. Arnaud Viala. Merci pour vos exposés et vos réponses très intéressantes sur ces sujets complexes et passionnants. En tant que parlementaire, je serai probablement amené à voter une loi de bioéthique et je m'interroge sur la tension que l'on voit se dessiner entre, d'une part, l'évolution de l'être humain, son vieillissement et les pathologies afférentes, les capacités qu'il acquiert grâce ou à cause de la vie moderne, et, d'autre part, l'état de la science, lui-même en permanente évolution, les attentes de nos concitoyens en matière d'amélioration de leur état de santé ou de leurs performances et, enfin, l'acceptabilité sociale et sociétale d'un certain nombre d'évolutions que certains qualifient de progrès et que d'autres renâclent à désigner ainsi.

Je souhaiterais donc savoir comment, selon vous, la loi peut résoudre cette équation et à quelle fréquence nous allons devoir légiférer. Car, face à de telles dynamiques, j'ai le sentiment que l'on pourrait adopter une loi tous les six mois ou tous les ans et que l'on courra néanmoins toujours derrière le vélo. Quelle vision avez-vous de la place et du rôle du législateur et de la loi dans la résolution de ces équations dont les facteurs sont probablement encore plus nombreux que ceux que j'ai cités ?

M. Christophe Euzet. Merci, messieurs, pour cette discussion très enrichissante. En tant que juristes, nous sommes en grande difficulté face à un progrès fluide, exponentiel, qu'il est de plus difficile de canaliser. Pour être honnête, j'ai le sentiment que nous ne résisterons pas à l'injonction de performance que vous avez évoquée : l'homme augmenté aura des attraits tels que nous ne saurons y résister, de même que nous ne résisterons pas aux exigences de la commercialisation du progrès – vous l'avez dit, lorsqu'il n'y a rien à vendre, c'est que nous sommes le produit. Il n'en demeure pas moins que le législateur a pour mission de définir des cadres et qu'il doit légiférer à court terme. Va donc se poser la question de la récurrence des dispositifs législatifs que nous sommes appelés à adopter, car le droit doit être opératoire.

Cela me conduit à soulever deux questions plus fondamentales encore dont nous ne pourrions faire l'économie. Tout d'abord, comment pourrions-nous rester compétitifs si nous nous interdisions, dans la recherche, ce que d'autres, moins scrupuleux que nous, s'autorisent ? Ensuite, d'un point de vue démocratique, comment éviter un débat de

spécialistes, qu'ils soient neuroscientifiques ou juristes, sur un tel choix de société ? De fait, le transhumanisme ne manquera pas de déboucher sur une forme de post-humanisme. Je suis convaincu, du reste, que nous faisons partie des dernières générations de *sapiens sapiens* que la nature aura produits naturellement.

Mme la présidente Brigitte Bourguignon. Espérons au moins que nous laisserons un bon souvenir...

Mme Florence Granjus. Professeur Chneiweiss, pensez-vous que les neurosciences peuvent être un outil efficace pour lutter contre les inégalités scolaires et les difficultés d'apprentissage ?

M. Hervé Chneiweiss. Oui, je l'espère. Les neurosciences nous permettent aujourd'hui de commencer – je suis très prudent – à mieux comprendre la dyslexie, par exemple, ou certains troubles de l'apprentissage, et à expérimenter de nouvelles méthodes. Ainsi, certains exercices peuvent être faits sur des tablettes ou en groupe, certains apprentissages peuvent être partagés. Les sciences cognitives montrent en effet que le fait, pour un enfant qui a déjà compris ou qui apprend mieux, d'aider l'un de ses camarades à comprendre, contribue à une meilleure éducation, et de l'un et de l'autre. Sans oublier tout ce que j'ai dit sur notre ignorance et sur la modestie dont il faut faire preuve, j'espère que les neurosciences pourront participer à la lutte contre les inégalités. Mais elles ne seront qu'une contribution parmi d'autres, car nous savons qu'en matière d'apprentissage ou de développement, ce sont les inégalités sociales qui sont déterminantes. À cet égard, l'ascenseur social existe, et il prend de multiples formes. J'ai la chance d'être médecin et de diriger un grand centre de recherches, mais je suis le premier, dans ma famille, à avoir obtenu le baccalauréat. Je peux donc attester que les neurosciences n'ont pas été nécessaires pour que l'ascenseur social fonctionne, en tout cas à mon époque. Sans quelques bons instituteurs et professeurs, je ne serais certainement pas là où je suis aujourd'hui.

Revenons sur la question de la compétitivité et celle de la loi. J'ai participé, très récemment, à Vancouver, à un séminaire sur les neurotechnologies auquel participaient des représentants des GAFAM – Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft. Ces industriels sont les premiers à demander un encadrement de l'utilisation des données du cerveau ou des neurotechnologies, tout simplement parce qu'eux-mêmes voient poindre des concurrents, Ali Baba ou d'autres. Dans un marché « mondialisé » – en tout cas tant que la guerre commerciale n'a pas commencé –, où l'accès aux neurotechnologies est ouvert, la réglementation et l'*empowerment*, qui insiste sur l'autonomie, les principes de non-malveillance, la justice, la redistribution, redeviennent un enjeu essentiel de la démocratie, y compris dans les États qui veulent faire de l'argent avec ces procédés technologiques.

Actuellement, les sciences de la vie ou la santé d'une façon générale représentent 20 % du produit intérieur brut (PIB) des économies modernes. Cet enjeu de société est donc fondamental, central. Pour avoir participé à l'élaboration des lois de bioéthique ou à leur révision pendant une vingtaine d'années et pour avoir siégé au comité de pilotage des États généraux de la bioéthique – auquel le Gouvernement avait adressé deux questions transversales et sept questions scientifiques, auxquelles se sont ajoutées des dizaines de milliers de contributions –, je puis vous dire que le volume des questions de bioéthique devient colossal, et l'on peut effectivement se demander jusqu'où nous allons aller. Eh bien, le plus loin possible, on peut l'espérer, pour le bien de nos concitoyens, à commencer par le nôtre, car lorsque M. Viala évoque le vieillissement, je me sens concerné. Si nous sommes médecins, nous sommes parfois également patients.

Jusqu'à présent, le délai de révision de cinq ans n'a jamais été respecté. Il a plutôt été de dix ans, puisque la révision prévue en 1998 est intervenue en 2004 et celle de 2004 en 2011. La loi va désormais fixer un délai de sept ans, mais je crois que, désormais, l'analyse et la révision doivent probablement être continues. Grâce au CCNE et aux espaces éthiques régionaux, grâce à l'Agence de la biomédecine, grâce à la CNIL, qui a une mission de surveillance et de suivi de l'intelligence artificielle, le rythme de révision peut être plus régulier. Ainsi, si l'on maintenait un délai de sept ans, peut-être pourrions-nous examiner, chaque année, l'une des sept questions que nous a adressées le Gouvernement : nous consacrerions une année à l'embryon, une autre à la PMA, puis viendrait l'année de l'intelligence artificielle, celle des neurosciences... Le rythme pourrait, en tout cas, être beaucoup plus régulier. Du reste, chaque année, l'Agence de la biomédecine transmet au Parlement un rapport dans lequel elle indique les avancées qui nécessitent des modifications du droit. Sans doute faut-il donc envisager, dans le cadre de la révision de 2018, un processus, plus continu et régulier, d'implémentation ou d'amélioration.

Michel Foucault indiquait, à propos du biopouvoir – et ce sera ma conclusion –, que l'encadrement des individus se fait de plus en plus par des normes qui ne sont pas seulement législatives, mais aussi réglementaires et techniques. Que ce soit dans le domaine des neurosciences, de la génétique, des méthodes de procréation médicalement assistée (PMA), ces règles techniques de base encadrent de plus en plus la vie quotidienne de nos concitoyens, de sorte qu'il faudra probablement améliorer l'articulation des lois générales avec les décrets d'application et les réglementations, pour animer au mieux ce magnifique sujet qu'est la bioéthique, qui concilie la démocratie avec les connaissances scientifiques, au bénéfice des individus, puisque le triptyque essentiel demeure la dignité de l'individu, la solidarité et la justice. C'est ce que nous nous efforçons tous d'incarner dans nos positions respectives. (*Applaudissements.*)

Mme la présidente Brigitte Bourguignon. Merci infiniment, professeur Chneiweiss.

La séance est levée à onze heures.

Présences en réunion

Réunion du mercredi 6 juin 2018 à 9 heures 30

Présents. – Mme Delphine Bagarry, M. Belkhir Belhaddad, M. Bruno Bilde, M. Julien Borowczyk, Mme Brigitte Bourguignon, Mme Blandine Brocard, M. Sébastien Chenu, M. Gérard Cherpion, M. Guillaume Chiche, Mme Josiane Corneloup, M. Dominique Da Silva, M. Pierre Dharréville, M. Jean-Pierre Door, Mme Audrey Dufeu Schubert, Mme Nathalie Elimas, Mme Catherine Fabre, Mme Caroline Fiat, Mme Agnès Firmin Le Bodo, Mme Emmanuelle Fontaine-Domeizel, Mme Albane Gaillot, Mme Patricia Gallerneau, Mme Carole Grandjean, M. Jean-Carles Grelier, M. Brahim Hammouche, Mme Monique Iborra, M. Cyrille Isaac-Sibille, Mme Caroline Janvier, Mme Fadila Khattabi, M. Mustapha Laabid, Mme Charlotte Lecocq, Mme Geneviève Levy, M. Gilles Lurton, M. Sylvain Maillard, M. Thomas Mesnier, M. Bernard Perrut, Mme Michèle Peyron, M. Laurent Pietraszewski, M. Adrien Quatennens, M. Alain Ramadier, M. Jean-Hugues Ratenon, Mme Mireille Robert, M. Adrien Taquet, M. Jean-Louis Touraine, Mme Isabelle Valentin, M. Boris Vallaud, Mme Michèle de Vaucouleurs, M. Olivier Véran, M. Francis Vercamer, Mme Annie Vidal, Mme Corinne Vignon, Mme Martine Wonner

Excusés. - Mme Ericka Bareigts, Mme Gisèle Biémouret, M. Paul Christophe, Mme Jeanine Dubié, Mme Claire Guion-Firmin, M. Thierry Michels, Mme Nadia Ramassamy, Mme Nicole Sanquer, Mme Élisabeth Toutut-Picard, Mme Hélène Vainqueur-Christophe, M. Stéphane Viry

Assistait également à la réunion. - M. Philippe Berta