



2012 Du cerveau au bras robotique

John Donoghue, de l'Université Brown, et ses collègues implantent une interface neuronale à des patients, ce qui leur permet de saisir une boisson au moyen d'un bras robotique.

2014

Le coup d'envoi donné par un cyborg ?

L'équipe de M. Nicolelis élabore un exosquelette, qui permettrait à un adolescent handicapé de donner le coup d'envoi de la prochaine Coupe du monde de football au Brésil.

■ SUR LE WEB

Prototype d'exosquelette :
ScientificAmerican.com/
sep2012/exoskeleton.

**Singe contrôlant la marche
d'un robot :**
ScientificAmerican.com/
feb2011/mind-control

■ BIBLIOGRAPHIE

M. Nicolelis, *Beyond Boundaries: The New Neuroscience of Connecting Brains with Machines - and How It Will Change Our Lives*, St. Martin's Griffin, 2012.

M. Velliste *et al.*, *Cortical control of a prosthetic arm for self feeding*, *Nature*, vol. 453, pp. 1098-1101, 2008.

M. Nicolelis et J. Chapin, *Des robots commandés par la pensée*, *Pour la Science*, n°304, 2003.

lendemain. Une expérience réalisée avec des singes donne une idée des applications potentielles de cette technique. En 2007, notre équipe a entraîné des singes rhésus à marcher sur un tapis roulant, tandis que l'activité électrique de plus de 200 neurones corticaux était enregistrée. Les données étaient envoyées à G. Cheng, qui travaillait alors au Laboratoire IRC (*Intelligent robotics and communication*, ou Communication et robotique intelligentes) de l'Institut ATR, à Kyoto, au Japon ; nous utilisons un protocole Internet que G. Cheng avait développé et qui permettait des échanges extrêmement rapides. Les données étaient destinées aux contrôleurs électroniques de CB1, un robot humanoïde.

Des algorithmes polyvalents

Ces contrôleurs utilisaient des algorithmes élaborés précédemment pour traduire des pensées en commandes de bras robotiques. Dans la première partie de l'expérience, nous avons montré que ces algorithmes fonctionnaient également pour la locomotion bipède : ils transformaient les données neuronales recueillies en commandes qui actionnaient deux jambes mécaniques.

Lors de la seconde partie de cette expérience, Idoya, un singe femelle, marchait sur le tapis roulant de notre laboratoire, et l'interface cerveau-machine transmettait le flux d'activité électrique de son cerveau à Kyoto. Là, CB1 commençait à marcher dès qu'il détectait ces

commandes motrices. Au début, il avait besoin d'être maintenu à la taille, mais dans les expériences ultérieures, il se déplaçait de façon autonome, en réponse aux commandes engendrées par le singe à l'autre bout du monde.

Quand le tapis roulant s'arrêtait et qu'Idoya cessait de marcher, elle pouvait encore commander les mouvements de CB1 à Kyoto : pour ce faire, elle observait en direct sur une vidéo les jambes du robot qui se déplaçait et elle imaginait chaque pas qu'il devait faire. Idoya continuait donc à produire les schémas cérébraux requis pour faire marcher CB1, même si son propre corps n'était plus engagé dans cette tâche motrice. Cette expérience transcontinentale a révélé qu'un humain ou un singe peut transmettre des commandes cérébrales hors de son corps biologique, jusqu'à un dispositif artificiel éloigné.

Grâce aux interfaces cerveau-machine, nous pourrions ainsi manipuler des robots envoyés dans des environnements inaccessibles à l'homme : nos pensées manœuvreraient par exemple un outil microchirurgical à l'intérieur du corps, ou dirigeraient un ouvrier humanoïde réparant une fuite dans une centrale nucléaire.

Ces interfaces pourraient également commander des outils exerçant des forces bien plus importantes, ou bien plus faibles, que celles applicables par le corps humain. En reliant le cerveau d'un singe à un robot humanoïde, nous nous sommes déjà affranchis des contraintes temporelles : le voyage mental d'Idoya autour du globe a pris 20 millisecondes – moins de temps qu'il n'en faut pour déplacer sa propre jambe.

En plus d'être une source d'inspiration pour le futur, nos travaux sur des singes nous donnent confiance sur la faisabilité de notre projet. Au moment où nous écrivons ces lignes, nous attendons la réponse de la Fédération internationale de football association (FIFA) à notre proposition de faire participer un jeune paraplégique au lancement de la prochaine Coupe du monde. Le gouvernement brésilien a soutenu le projet. Les difficultés administratives et les incertitudes scientifiques sont encore nombreuses. Cependant, je ne peux m'empêcher d'imaginer ce que ressentiront les trois milliards de spectateurs en contemplant cette brève, mais historique, promenade sur le gazon d'un terrain de football... ■