

Le cerveau *en action*

Une expérience réalisée sur des patients atteints de la maladie de Parkinson indique que l'activité électrique des neurones pourrait mouvoir des prothèses

MARCOS PIVETTA

Publié en avril 2004

M

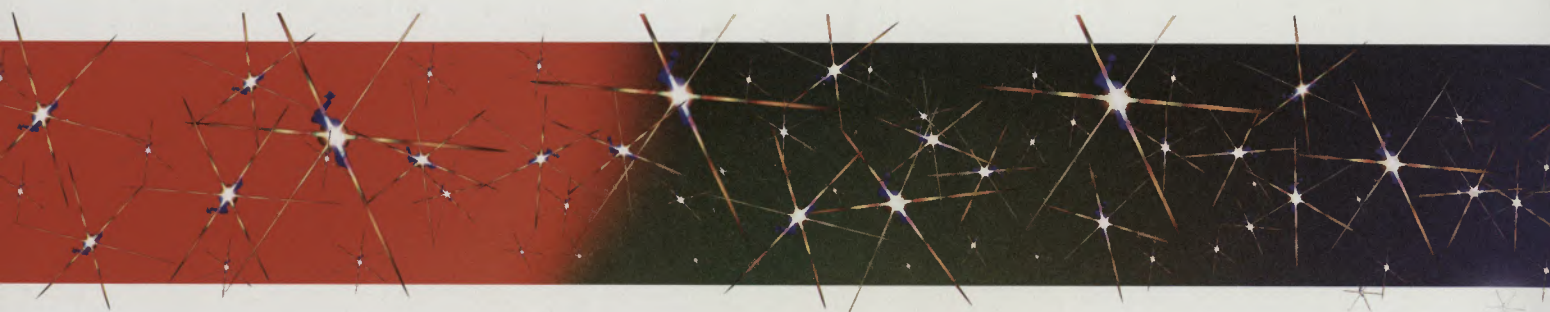
iguel Nicolelis, pauliste âgé de 43 ans et installé depuis 10 ans et demi aux États-Unis où il développe des interfaces destinées au contrôle de prothèses et de machines à partir des signaux cérébraux, est sur le point de concrétiser un

de ses plus grands rêves. En effet, le chercheur a organisé, au début du mois de mars, un colloque sur les neurosciences à Natal réunissant près de 700 participants brésiliens et étrangers, parmi lesquels l'allemand Erwin Neher de l'Institut Max Planck de Chimie Biophysique et Prix Nobel de Médecine et de Physiologie en 1991. Cet événement a servi à lancer officiellement son projet de création d'un institut international de neurosciences dans la capitale de l'état de Rio Grande do Norte. De retour à l'université de Duke en Caroline du Nord, où il dirige une équipe de 40 chercheurs, le neurologue a divulgué les résultats d'une expérience menée récemment par son équipe sur des êtres humains. Ce travail qui sera publié en juillet dans la revue *Neurosurgery*, indique que l'homme, comme cela a déjà été démontré avec des singes, peut également en théorie contrôler des robots et des prothèses grâce à l'activité électrique de ses neurones. Par la force de la pensée dirait un néophyte.

Grâce à 32 microélectrodes temporairement implantées dans une région du cerveau de 11 individus souffrant de la maladie de Parkinson et qui se sont soumis à une neurochirurgie pour réduire les symptômes de la maladie, les chercheurs ont réussi à enregistrer, pendant cinq minutes et pour chaque patient, les signaux émis par 50 cellules nerveuses pendant qu'ils ac-



PHOTOGRAPHIE: MICHEL VANNUCCI / ILLUSTRATION: PÉLOUËT, A.MELODA



tionnaient avec une de leurs mains la télécommande d'un jeu vidéo élémentaire. "Nous avons profité de cette opération de routine, dans laquelle les patients étaient éveillés et conscients, pour réaliser notre expérience", déclare Nicolelis.

L'ensemble des signaux enregistrés correspond à la signature électrique qui précède et oriente les mouvements faits par la main des malades pour exécuter les tâches demandées. En termes non scientifiques, on pourrait définir cela comme l'ordre (ou les ordres) qu'une partie du système nerveux transmet quand elle veut mouvoir une partie déterminée du corps. Selon lui, la bonne nouvelle est que l'enregistrement de l'activité électrique de cette cinquantaine de neurones, situés dans une région profonde du cerveau appelée noyaux de la base, transporte suffisamment d'informations pour qu'un ordinateur préalablement équipé de programmes mathématiques mis au point par l'équipe de Duke, puisse prévoir le type de mouvement mécanique commandé par le cerveau. "Nous avons de cette manière prouvé que notre méthode peut également fonctionner sur des êtres humains", déclare Nicolelis.

Il ne se passe que quelques millisecondes entre le moment où l'ordre part du système nerveux central et le geste moteur. Pour qu'une prothèse implantée, comme un bras mécanique, fonctionne de la même manière que l'organe remplacé, l'interface entre le cerveau et la machine doit prévoir avec exactitude les mouvements sollicités et retransmettre quasi instantanément la demande. L'expérience menée avec les patients atteints de la maladie de Parkinson a démontré que la quantité d'informations fournie par l'activité électrique d'une cinquantaine de neurones humains et captée par des microélectrodes était suf-

fisante pour que le système fonctionne parfaitement. L'étape suivante consistera à reproduire sur des humains ce qui a déjà été fait avec les singes, c'est-à-dire mouvoir un bras mécanique en temps réel grâce à la seule activité électrique d'un groupe de cellules nerveuses. Chez les animaux, les microélectrodes de Duke ont capté les signaux électriques de 300 neurones du cortex moteur, qui se sont révélés suffisamment efficaces pour mouvoir un bras mécanique, nécessaire pour manipuler un jeu vidéo. L'autorisation permettant de réaliser une expérience identique sur des volontaires humains devrait arriver avant la fin de l'année.

N

icolelis, de nature enthousiaste et optimiste, pense qu'en moins de dix ans des tétraplégiques ou des personnes paralysées pour des raisons de santé, comme une attaque cérébrale, pourront bénéficier de prothèses et de machines contrôlées par les signaux électriques du cerveau. "Il y a deux ans, je pensais que cela ne se produirait que d'ici dix ans. Maintenant je pense que nous pourrions le faire d'ici cinq ans", déclare le brésilien. Selon lui, pour que dans un futur proche l'homme commence à contrôler des machines avec son cerveau, il devra faire face à des obstacles relevant davantage du domaine de la bioingénierie que de la neurologie. Une plus grande miniaturisation des microélectrodes et la création d'interfaces sans fils entre la machine et l'homme seront des fronts sur lesquels il faudra se battre avec plus de vigueur dans l'avenir. En effet, personne n'imagine des candidats utilisant d'hypothétiques objets mus par des signaux céré-

braux sortir dans la rue avec la tête pleine de fils. L'implantation d'un ensemble de microélectrodes dans des régions du cerveau est un procédé invasif dans une zone délicate du corps humain et peut provoquer certaines réactions adverses comme des infections et peut même endommager certaines fonctions nerveuses. Mais même ainsi, Nicolelis est convaincu que ce problème sera également surmonté, il rajoute en effet que "les implants (d'électrodes) seront considérés aussi invasifs que l'ont été un jour les simulateurs cardiaques".

On pourrait penser que le rêve de contrôler des machines grâce à l'activité électrique des neurones, objectif également poursuivi par d'autres groupes de recherche aux États-Unis, outre l'Université de Duke, n'a aucun rapport avec la création d'un institut international de neurosciences dans la capitale de l'État du Rio Grande do Norte et qu'il ne s'agit là que d'un rêve personnel de Nicolelis. Le chercheur Idan Segev, de l'Université Hébraïque de Jérusalem et qui participait également à ce colloque sur les neurosciences le mois dernier à Natal, pense qu'une chose en entraîne une autre. "Les gens prennent ce projet d'institut au sérieux car ils respectent et admirent le travail de Miguel", déclarait Segev lors de son séjour dans le Nordeste. "À quarante ans, c'est un scientifique fantastique. Personne ne lui prêterait attention si ses recherches n'étaient pas brillantes." Cette déclaration émane d'un collègue éminent et également d'un grand ami du brésilien.

Nicolelis fait preuve d'une éloquence contagieuse et possède de nombreuses connections. Non celles du cerveau, mais celles de la vie sociale. Il sait se faire des amis et influencer les gens, pour utiliser une expression un peu usée. À titre d'exemple, c'est l'Israélien Segev qui a convaincu le prix Nobel allemand Erwin Neher, qui ne connaissait pas personnellement le brésilien, d'aller à Natal pour participer au colloque et

apporter son soutien au projet d'institut de neurosciences. "C'est une idée osée", déclare Neher. "J'ai déjà vu un projet semblable au Chili mais il ne possédait pas cet aspect social." En effet, une école destinée aux enfants pauvres et un centre de santé mentale devraient être créés sur le même lieu qui accueillera le centre de recherches en neurosciences. Bien entendu, à condition que le projet se concrétise d'ici trois ans comme le prévoit son concepteur. Selon Nicolelis, le coût de ce projet s'élève à environ 30 millions de dollars US, ce qui représente une somme considérable dans le monde des sciences brésiliennes.

Face à l'océan - Pour l'instant, le brésilien a déjà reçu des soutiens de poids dans cette initiative visant à décentraliser la production scientifique en neurosciences de la région sud-est. Le gouvernement de l'état de Rio Grande do Norte s'est engagé à construire l'infrastructure nécessaire (électricité, eau, route). L'Université de l'état du Rio Grande do Norte (UFRN), qui possède un centre de recherche en neurosciences, a cédé un terrain de 100 hectares voisins de son école agricole. L'endroit ne se situe pas exactement face à l'océan mais dans la commune de Macaíba, région métropolitaine de Natal à une demi-heure de la capitale. Jusqu'à présent, les fonds réunis par Nicolelis auprès des agences de soutien et du gouvernement fédéral s'élèvent à 4,5 millions de réaux. Le brésilien a également créé la fondation Alberto Santos Dumont, organisme privé sans but lucratif inspiré cer-



Nicolelis et un bras mécanique: utilisation de signaux électriques du cerveau pour mouvoir des prothèses

tinement des fondations de recherche américaine qui reçoivent des dons généreux émanant d'entreprises privées. Cette fondation facilitera la captation de fonds pour développer son projet. Jusqu'à présent le plus grand don privé s'élève à 50 mille dollars US et a été versé par l'Université de Duke où travaille Nicolelis.

Il compte également sur le soutien d'Henrique Meirelles, conseiller de la fondation et président de la Banque Centrale brésilienne qui est également un ami personnel du neurologue brésilien Claudio Mello de l'Université de la Santé et des Sciences d'Oregon. Mello, installé depuis 15 ans aux États-Unis, est une sorte de bras droit de Nicolelis dans ce projet d'institut international à Natal, aux côtés également du brésilien Sidarta Ribeiro de l'Université de Duke. Meirelles participait également à ce colloque sur les neurosciences, accompagné d'Eduardo Campos ministre des

Sciences et de la Technologie, preuve supplémentaire du prestige de Nicolelis. Quelques jours après la fin du colloque, Nicolelis a été reçu par le Président de la République Luiz Inácio Lula da Silva au palais du Planalto à Brasilia. Outre les sciences, ils ont sûrement parlé d'une passion commune qui est le football. En effet, le chercheur est un supporter fanatique de l'équipe de Palmeiras et Lula est un supporter de l'équipe de Corinthians, mais cela n'a pas dû être motif de grandes divergences.

Grâce à son inégalable compétence scientifique, sa personnalité attachante et ses excellentes relations, le brésilien qui a fait jouer des singes à un jeu vidéo

par la force de leur pensée est persuadé qu'il mènera à bien son projet d'institut international de neurosciences à Natal. Parfois il en parle comme si c'était déjà une réalité. Il a également l'intention de créer un réseau d'instituts dans la région Nord-Nordeste, spécialisé dans divers domaines scientifiques. Cependant, il faut au préalable régler certains détails sur le (possible) fonctionnement du centre de neurosciences à Natal, qui seront examinés et discutés par la communauté scientifique. Quelles seront ses lignes de recherche? Qui travaillera à l'institut? Quelle sera sa relation avec l'Université voisine de Rio Grande do Norte (UFRN) ainsi qu'avec d'autres centres de recherche brésiliens et étrangers? "Nicolelis est très obstiné et nous soutenons son projet", déclare Maria Bernadete de Sousa, recteur adjoint de Recherche à l'UFRN. "Mais nous devons encore beaucoup discuter du mode de fonctionnement de l'institut." ●

PHOTOGRAPHIE: UNIVERSITÉ DUKE