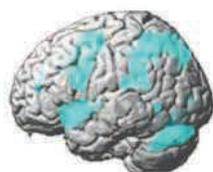


# Se rééduquer par la stimulation cérébrale

Plusieurs études ont démontré que l'activation de certains neurones contribue à la rééducation d'une fonction motrice. L'Institut du cerveau et de la moelle épinière teste un jeu vidéo chez des patients opérés de l'épaule et des personnes atteintes de la maladie de Charcot.

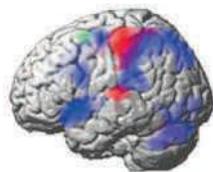
L'ENTRAÎNEMENT CÉRÉBRAL pourrait être une piste d'avenir dans le parcours d'une rééducation. Immobilisation postchirurgicale, séquelles d'accident vasculaire cérébral (AVC), traumatisme de la moelle épinière, voire déficits moteurs liés à une maladie neurodégénérative, les séances de kinésithérapie sont cruciales pour récupérer ses capacités. Mais la rééducation d'une fonction motrice passe aussi... par nos neurones ! C'est ce que nous apprend le concept d'imagerie motrice qui consiste à travailler un mouvement en se concentrant sur sa représentation mentale, sans l'exécuter physiquement. Les kinésithérapeutes le savent qui l'utilisent de façon empirique en complément de séances classiques pour optimiser les performances et les temps de récupération chez les sportifs de haut niveau, voire chez des patients présentant une grande fatigabilité (victimes d'AVC ou personnes fragilisées). Mais le bénéfice de la technique est difficile à quantifier et son utilisation reste marginale. Pourtant, plusieurs études en imagerie par résonance magnétique (IRM) ont montré qu'un mouvement imaginé et un geste effectif activent dans le cortex moteur des réseaux de neurones très proches (voir les images ci-contre). Autrement dit, faire travailler ses neurones moteurs permet d'exercer



Mouvement imaginé



Mouvement effectué



Comparaison des deux aires

▲  
**Visualisation par IRM de l'activité neuronale** d'une personne imaginant un mouvement (bleu clair), puis l'exécutant (violet). Sur le dernier cliché, apparaissent les zones d'activation communes (bleu), et celles stimulées uniquement par l'imagerie motrice (vert) ou le mouvement effectif (rouge).

son corps en économisant l'effort physique. « L'idée n'est pas neuve. Mais elle bénéficie d'un nouvel élan avec la notion récente de plasticité cérébrale qui établit que le cerveau peut se réorganiser pour pallier des déficits localisés ou renforcer la connectivité de certains réseaux neuronaux », explique le Dr Pierre François Pradat, neurologue à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris.

C'est sur ce concept d'imagerie motrice que se fonde le projet ReMinAry conduit par le laboratoire commun de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM) à Paris et du groupe Genius Brain e-Novation, spécialisé dans le développement de jeux vidéo thérapeutiques (voir l'encadré p. 90). L'idée étant que cet entraînement cérébral passe par un univers ludique motivant, qui permet de quantifier le bénéfice obtenu. « En imaginant un mouvement, vous activez des réseaux de neurones du cortex moteur qui sont calqués sur ceux que vous emploieriez en mouvement réel », explique le Pr Marie-Laure Welter, neurologue à l'ICM et coordinatrice du laboratoire spécialisé. « Mais si on vous demande de vous imaginer lever cinquante fois votre bras d'une façon précise, il y a des chances pour que votre attention s'érouisse et que l'exercice mental demandé soit mal réalisé. Or la concentration est déterminante », précise-t-elle. Pour éviter que l'approximation forme les

neurones à l'erreur, il s'agit donc de développer un jeu vidéo adapté qui maintienne la motivation et la concentration sur des mouvements précis. Dans la phase pré-clinique qui vient d'être lancée, « nous évaluons d'abord notre capacité à capter un signal pertinent par électro-encéphalographie (EEG) sur des sujets sains ». Concrètement, les électrodes placées sur le cuir chevelu mesurent l'activité électrique du cerveau en lien avec un mouvement imaginé et le compare à un mouvement effectif. À terme, « l'objectif est de récupérer le signal cérébral grâce au casque EEG et de conduire le patient à jouer avec son signal en passant par le jeu vidéo », détaille Marie-Laure Welter.

## Des essais cliniques vont débiter à Paris

La mise au point de cet univers interactif adapté aux exigences thérapeutiques est menée en partenariat avec la start-up bretonne Mensia Technologies, spécialisée dans la mesure en temps réel de l'activité cérébrale par EEG, Inria, institut public de recherche en sciences et technologies du numérique, pour son expertise en analyse des comportements du patient, et l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP). Mais à qui s'adresserait ce jeu ? La première phase d'essais cliniques qui sera lancée début 2018 vise deux types de patients, très différents, recrutés à l'hôpital de la



Les signaux cérébraux émis en fonction du jeu dans lequel évolue le sujet sont captés par électroencéphalographie (ici un test à l'ICM, à Paris).

Pitié-Salpêtrière (Paris). D'abord ceux ayant subi une chirurgie post-traumatique de l'épaule. Ils commenceront leur rééducation par entraînement cérébral avant la fin de leur immobilisation. « L'objectif est de démontrer que cela accélère la récupération en impliquant directement le patient et en réduisant le nombre de séances de kinésithérapie », précise le Pr Welter. Afin de mesurer plus précisément le potentiel de l'imagerie

motrice au cours de l'essai, c'est l'imagerie par résonance magnétique, plus fine, qui sera convoquée. « La tractographie va nous permettre de quantifier les changements de "connectivité" neuronale avant et après l'exercice cérébral et de comprendre comment les réseaux neuronaux ont été renforcés », précise la chercheuse.

L'autre volet de l'essai va se concentrer sur des patients atteints de sclérose latérale amyotrophique

(SLA), ou maladie de Charcot. Une pathologie redoutable due à la dégénérescence d'un ensemble de cellules nerveuses du cerveau et de la moelle épinière : les motoneurons, qui transmettent les ordres de mouvements du cerveau aux muscles. Avec la perte progressive des motoneurons, les muscles sont de moins en moins sollicités et s'atrophient, jusqu'à la paralysie complète. « Dans ce cas, l'imagerie motrice pourrait se révéler très utile, explique le Dr Pierre-François Pradat. D'abord parce que ce sont des patients qui souffrent d'une extrême fatigabilité, à qui il est difficile de faire faire des tâches motrices répétitives. Et parce que l'on soupçonne par ailleurs qu'une activité physique trop



MARIE-LAURE WELTER

« L'objectif est de démontrer que cela accélère la récupération et réduit le nombre de séances de kinésithérapie »

Marie-Laure Welter, neurologue à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, à Paris

PROGRAMMES DE SOINS

## Le jeu vidéo, piste thérapeutique

**L**e jeu vidéo comme nouvelle façon de faire du soin de suivi et de réadaptation : cette idée prend de l'ampleur avec la mise au point d'univers ludiques interactifs. « *L'objectif est de développer des programmes de soins à part entière avec un bénéfice pour le patient qui peut ainsi tenter de compenser certains déficits liés à sa maladie* », explique Pierre Foulon, directeur du pôle numérique du Groupe Genious qui codirige le LabCom Brain e-novation à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM) à Paris. Le tout nécessitant un long processus de certification clinique : mesure du service médical rendu, intérêt économique dans la prise en charge... La plate-forme

Curapy, lancée en septembre par le Groupe Genious, propose ainsi, gratuitement ou en forfaits payants avec options de suivi (5 € pour les particuliers, 10 € pour les professionnels de santé), quatre jeux d'activité physique ou cognitive. Elle revendique 700 séances de rééducation sur le premier mois. Aux États-Unis, la société Neuroscape explore, elle, le potentiel de la réalité virtuelle. L'intérêt étant de maintenir la motivation et la concentration sur des exercices précis. Enfin, les données de jeu peuvent être utilisées par les médecins pour suivre l'évolution de leurs patients, ou par les chercheurs, pour étudier la progression des maladies.

► *importante pourrait en fait aggraver la maladie.* » L'imagerie motrice permet ainsi de viser deux objectifs : « *En matière de qualité de vie d'abord, pour donner à ces patients la possibilité de se réapproprier mentalement une fonction motrice qu'ils ont perdue. Et dans l'optique d'activer des phénomènes de plasticité neuronale qui permettraient de compenser les pertes motrices liées à la*

*maladie.* » Autrement dit, ralentir le déclin moteur en jouant sur la plasticité du cerveau. Ainsi, d'une immobilisation transitoire postchirurgicale à la prise en charge de maladies neurodégénératives, en passant par les victimes d'AVC, nombreuses sont les pathologies qui pourraient bénéficier d'une rééducation par imagerie motrice, pour peu que celle-ci

fasse ses preuves. Y compris sur le plan économique, car le marché ciblé est vaste... 1,77 million d'actes de chirurgie orthopédique et traumatologique sont réalisés en France chaque année et l'Insee estime à environ huit millions le nombre de personnes souffrant de déficiences motrices. Ainsi, alors que les effectifs de kinésithérapeutes ont bondi (+ 50 %) ces quinze dernières années, l'optimisation des temps de réadaptation par des patients plus autonomes s'inscrirait dans le tournant ambulatoire et une logique de réduction des coûts en santé publique. « *Il faut noter que certains utilisent déjà cette capacité à entraîner leur cerveau dans le cadre d'interfaces homme-machine* », ajoute Marie-Laure Welter. Exosquelettes ou prothèses « commandées par la pensée » nécessitent en effet que les réseaux de neurones qui président à l'exécution des mouvements soient suffisamment renforcés pour être bien captés par les puces implantées, pivots de l'interface. L'entraînement cérébral, avenir de l'homme-machine ? ■

Hugo Jalinière  
hugojaliniere

## KINEMAGIC



LA référence en  
remplacement de baignoire

kinemagic.fr

0 800 05 06 07 Service & appel gratuits

Kinedo  
FRANCE

FABRICATION FRANÇAISE