



# À Dijon, on décortique le mouvement pour améliorer la rééducation

Entre neurosciences, capteurs et robotique, des chercheurs Inserm cherchent à mieux comprendre le geste.

VINCENT BORDENAVE

🐦 @bordenavev

**RECHERCHE** Décortiquer une à une chaque séquence d'un mouvement en le décomposant milliseconde par milliseconde. Comprendre qu'un geste qui nous paraît simple et naturel, comme tendre son bras pour attraper un fruit dans un arbre, est en fait infiniment complexe... Et que lorsque quelque chose dans l'organisme casse, la remise en route est tout, sauf naturelle et facile.

« La rééducation après un accident se base souvent sur un savoir empirique, explique Charalambos Papaxanthis, directeur du laboratoire cognition, action et plasticité sensorimotrice (Caps) de l'Inserm, à Dijon. On applique des méthodes que l'on a toujours appliquées et qui, si elles fonctionnent la plupart du temps, ont aussi beaucoup de limites. Bien souvent, les patients en rééducation sont sous-entraînés, ils ne parviennent pas à recouvrer complètement et rechutent après leur retour à domicile. » Adossé à un centre de sport de haut niveau et au CHU de Dijon, son laboratoire de recherche fait le grand écart entre augmentation des performances sportives et amélioration des techniques de rééducation. « Notre objectif est d'affiner au maximum ce savoir empirique pour appliquer une médecine la plus réparatrice possible en mélangeant neurosciences, technologies innovantes et robotique. Ce que nous faisons ici est unique au monde. D'autres laboratoires sont très bons, mais n'ont pas cette approche pluridisciplinaire. »

La science du mouvement est particulièrement complexe. Il s'agit d'une interaction entre notre système nerveux, notre squelette, nos

muscles et l'environnement. La plasticité périphérique (notamment les muscles) entretient la plasticité cérébrale et réciproquement. « On a par exemple noté que chez les souris, l'activité physique entraîne la production d'une hormone dans le muscle, l'irisine, qui favorise la plasticité cérébrale par la production du BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor, ou facteur neurotrophique dérivé du cerveau), raconte Charalambos Papaxanthis. On essaye de comprendre si ce mécanisme est le même chez l'homme. »

Les scientifiques bardent leurs patients de capteurs et décodent l'ensemble de leurs mouvements. Dans une immense salle de travail sur le campus de l'université de Dijon, Claudette, 87 ans, est assise sur une chaise au milieu d'un cercle de caméra. Sur l'écran face à elle, s'affiche un fond noir fragmenté de lignes blanches, dans lequel un squelette de segments géométriques verts, bleus ou rouges se déplace au gré des mouvements de Claudette. « La répétition de certains mouvements permet une meilleure réadaptation, explique Jérémie Gaveau, maître de conférences en neurosciences à l'université de Bourgogne et chercheur dans l'unité Inserm Caps. Mais pour savoir quel mouvement sera efficace, on est obligé de travailler sur des hypothèses et prédictions que l'on va vérifier avec ces capteurs qui enregistrent très précisément toutes les progressions des patients. Une fois le bon mouvement trouvé, on pourra utiliser, en plus de la rééducation classique, des robots qui peuvent guider le malade dans sa rééducation sans se fatiguer et en répétant méthodiquement le geste optimal. » « L'intérêt des robots dans la stimulation des personnes âgées

est sous-étudié, ajoute Charalambos Papaxanthis. Nous développons ici des méthodes innovantes qui permettent de maintenir un éveil cortical avec une activité physique qui pourrait être déployée facilement dans les Ehpad. Mais c'est important de lancer en parallèle des études pour comprendre l'impact que peuvent avoir les déploiements de ces nouveaux outils d'interface. Comment réagissent les personnes âgées au contact d'un robot plutôt qu'un humain ? Il semble que ce soit plutôt positif, mais on manque encore de recul. »

Au-delà de la rééducation, ces analyses détaillées des mouvements permettent aussi de diagnostiquer certaines maladies neurodégénératives. « On voit que certaines démarches, certaines façons de poser le pied par terre sont des signatures typiques de maladies comme Alzheimer ou Parkinson, raconte Jérémie Ga-

“ On stimule le système cérébral pendant la séance, et les bienfaits se font sentir sur le long terme ”

CHARALAMBOS PAPAXANTHIS, CHERCHEUR

veau. Des diagnostics précoces peuvent permettre une meilleure prise en charge. »

Outre la recherche fondamentale, ces analyses qui mêlent neurosciences et robotique peuvent aussi concrètement améliorer la vie de malades. Dans une autre salle à l'autre bout du campus, Dany fait du rameur. Cette femme de 71 ans se sent revivre depuis trois ans qu'elle suit le traitement expérimental mis

en place par les scientifiques du laboratoire. Atteinte d'une maladie dégénérative qui atrophie sa jambe droite, elle ne pouvait plus descendre des escaliers ou même se promener sans l'aide de bâtons de randonnée. Depuis trois ans, elle fait 20 fois par an des séances de rameur de trente-huit minutes hebdomadaires. Pendant l'exercice, elle est stimulée par une légère impulsion électrique au niveau des cuisses. *« On a recherché quelle était la cause de ses problèmes, explique Charalambos Papaxanthis. On se rend compte que son cerveau ne parvient plus à donner un ordre suffisant à la jambe, vite fatiguée lors d'une activité de la vie quotidienne. La décharge permet de remédier à cette défaillance de la commande motrice. »* La jambe atrophiée de Dany se tend et se détend au rythme des impulsions électriques et actionne le rameur et va donc se muscler en dépit de son handicap, maintenant une activité vitale pour elle. *« L'intérêt de cette méthode rééducative va bien au-delà de cette simple musculation, continue le scientifique. Non seulement le muscle se renforce, mais on stimule également le système cérébral pendant la séance, et les bienfaits se font sentir sur le long terme. »* La masse musculaire de la jambe atrophiée de Dany reste de moitié inférieure à celle de l'autre jambe, mais elle qui ne pouvait plus marcher sans aide peut désormais monter seule des escaliers et retourne même cueillir les champignons. *« J'ai enclenché la machine à remonter le temps, explique-t-elle. Je ne prends plus aucun autre traitement et pourtant je vis de mieux en mieux. » ■*

► 27 juin 2022 - N°24213



**Le laboratoire cognition, action et plasticité sensorimotrice (Caps) de l'Inserm, à Dijon, fait le grand écart entre augmentation des performances sportives et amélioration des techniques de rééducation.**

INSERM



## Des électrodes pour rendre le sport accessible aux paralysés

PROPOS RECUEILLIS PAR SOLINE ROY

🐦 @so\_sroy

CHERCHEUSE au laboratoire Inserm CAPS et enseignante à la faculté de sport de Dijon, Gaëlle Deley pilote le projet Avistim, qui permet à des personnes handicapées motrices de faire du sport à l'aide d'un système d'électrostimulation couplé à un rameur.

LE FIGARO. – Comment est né le projet Avistim?

Gaëlle DELEY. – J'ai vu pour la première fois ce genre de dispositif en 2008, à Boston. C'était impressionnant de voir des personnes arriver en fauteuil roulant, et 5 min après ramer comme si de rien n'était ! J'ai commencé à travailler sur le sujet et au vu des résultats impressionnants (en un an, une augmentation de 130 % de la masse musculaire, de 150 % de la force des cuisses, de 70 % de l'endurance globale...), j'ai créé l'association Stimule ton handicap pour diffuser la méthode. Un partenariat avec l'association APF France handicap et la Fédération française d'aviron, ainsi qu'avec la société Kurage, a permis d'obtenir des financements pour équiper un maximum de régions. Nous avons des rameurs à Dijon (essentiellement pour des activités de recherche et développement), Lyon, Marseille, Strasbourg et en Île-de-France. Les séances ne sont pas encore prises en charge dans le cadre du sport adapté, mais on s'y emploie.

Comment fonctionne le dispositif?

Des électrodes sont collées sur la peau au niveau des muscles des cuisses, et un courant électrique les fait se contracter pour provoquer un mouvement coordonné avec le rameur. L'objectif n'est évidemment pas de refaire marcher les gens puisque nous ne réparons pas leur moelle épinière, mais ils réuti-

lisent des muscles qui ne travaillent pas d'habitude, et peuvent ainsi réaliser des exercices corps entier, donc avec une intensité plus élevée.

Qu'est-ce que cela apporte ?

En mobilisant l'ensemble de leur corps, les utilisateurs font davantage de progrès en termes de consommation d'oxygène et de fréquence cardiaque. C'est essentiel pour prévenir les maladies cardio-vasculaires, première cause de mortalité chez les lésés de la moelle épinière car au quotidien ils ont une sédentarité accrue. Mais il y a aussi des bénéfices importants pour l'estime de soi et la qualité de vie. Les gens nous disent « C'est super, maintenant je peux aller faire une balade sans trop réfléchir au risque d'être fatigué », « J'avais honte de me mettre en jupe et j'ai retrouvé un joli galbe » ou « Cela faisait des années que je n'avais pas ressenti cette sensation de fatigue après un effort, quel plaisir ! ». Ce sont de vrais gains en termes de bien-être. ■

C'est essentiel pour prévenir les maladies cardio-vasculaires, première cause de mortalité chez les lésés de la moelle épinière

GAËLLE DELEY,  
CHERCHEUSE