



Sur les traces de nos perceptions et de nos mouvements

Aussi simples qu'elles puissent paraître, nos actions, comme marcher ou attraper un objet, dépendent d'un dialogue complexe entre nos perceptions, notre cerveau et nos muscles. À Lyon, un laboratoire Inserm travaille à améliorer notre compréhension de ces mécanismes grâce à des plateformes d'analyse innovantes. Ouvertes au monde clinique, celles-ci concourent aussi à la mise au point de procédures de rééducation fonctionnelles plus efficaces.



Enregistrement clinique d'un geste de préhension, utilisé afin de quantifier de façon standardisée l'évolution fonctionnelle des patients présentant un déficit moteur

Que se passe-t-il dans notre cerveau quand nous réalisons des actions dirigées ? De l'acquisition d'informations sensorielles diverses au mouvement de nos bras ou de nos jambes, comment les données circulent-elles ? Ces questions sont au cœur des recherches menées au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, au sein de l'équipe ImpAct pour *Integrative, Multisensory, Perception, Action, Cognition Team*, dirigée par

Denis Pélisson (☛). Objectifs : identifier la nature et le rôle des représentations spatiales et motrices, mais aussi explorer les conséquences fonctionnelles des déficits neurologiques qui affectent celles-ci. « *Les notions de représentations spatiales et motrices sont essentielles pour comprendre comment le cerveau orchestre nos actions*, explique Denis Pélisson. *Les informations sensorielles comme la vision, le toucher, la proprioception [☞], l'audition, permettent à chaque individu de les construire. Les représentations spatiales constituent l'image que nous nous faisons de notre environnement, mais aussi de notre corps. Elles sont importantes pour appréhender ce qui nous entoure. Les représentations motrices permettent de planifier les différentes étapes de nos mouvements, de nos actions, puis de les exécuter.* »

Anticipation et adaptation

Historiquement, le laboratoire a longtemps étudié les comportements des individus comme un moyen d'accéder au fonctionnement du cerveau. Une expérience

classique consiste à demander à une personne de regarder et de saisir un objet. En parallèle, son regard et les mouvements qu'elle fait sont enregistrés avec une très grande précision, ce qui permet de faire des hypothèses sur la façon dont sont traitées les informations visuelles pour ensuite réaliser ces gestes. En ajoutant une difficulté supplémentaire, comme de déplacer l'objet, les scientifiques ont révélé les mécanismes d'adaptation que tout un chacun est normalement capable de mettre en œuvre lors d'un changement de situation. « *Ces contrôles qui permettent de réaliser correctement l'action sont fondés sur la comparaison des retours d'informations sensorielles aux prédictions que notre cerveau réalise à chaque instant. Ils donnent une certaine flexibilité à l'exécution motrice (on peut saisir une tasse de différentes façons) afin d'optimiser son résultat et faire des modifications inopinées* », explique le chercheur. Au-delà des mécanismes de programmation et de flexibilité, d'autres processus modèlent l'action à plus long terme : on parle de plasticité sensori-motrice. Ils sont mis en œuvre pour que l'individu s'adapte à une modification durable de l'interface corps-espace, comme l'empêchement répété de saisir une tasse par son anse, qui oblige à développer un autre mode de préhension. « *Cette plasticité neuronale peut aussi intervenir dans le cas de lésions cérébrales*, précise Denis Pélisson. *Quand*

“ Les représentations spatiales constituent l'image que nous nous faisons de notre environnement, mais aussi de notre corps ”



☛ Denis Pélisson, Yves Rossetti, Alessandro Farnè : unité 1028 Inserm/CNRS/Université Saint-Étienne - Jean Monnet - Université Claude-Bernard Lyon 1



© MOUVEMENT ET HANDICAP - HÔPITAL NEUROLOGIQUE

Dispositif de présentation de cibles visuelles virtuelles pour l'étude des mécanismes de contrôle des mouvements de pointage

certains chemins des réseaux cérébraux ne peuvent plus être utilisés et que de nouveaux doivent être empruntés pour parvenir à réaliser l'action malgré tout. »

Des lésions virtuelles

Plus récemment, de nouvelles techniques permettant de « mimer » ces lésions ont fait leur apparition au laboratoire ImpAct, comme la TMS, pour stimulation magnétique transcranienne. Grâce à l'application d'un champ magnétique sur des zones très petites de la surface du cerveau à des moments très précis, les chercheurs « génèrent » des lésions temporaires et peuvent observer les conséquences de ces troubles factices sur la perception et les comportements. « L'avantage de ces expériences, réalisées sur des individus sains, est qu'elles nous permettent d'identifier la contribution spécifique de telles ou telles structures cérébrales dans une fonction sensorielle ou motrice, décrit le chercheur. Dans le cas des patients présentant de réelles lésions, il est souvent plus difficile d'interpréter leurs répercussions : les zones

touchées sont souvent multiples et interagissent de façon complexe avec les structures épargnées du fait des compensations fonctionnelles qui s'installent rapidement. » Parmi les pathologies étudiées par les chercheurs d'ImpAct, l'héminégligence, qui correspond à un trouble de la cognition spatiale : à la suite d'une lésion de l'un des hémisphères cérébraux, les sujets ne prêtent plus attention à ce qu'il se passe dans la partie de leur espace correspondant à l'hémisphère opposé. Par exemple, une personne souffrant de ce trouble du fait d'une lésion dans la partie droite de son cerveau va omettre de raser la partie gauche de son visage !

Afin de favoriser l'utilisation en clinique des méthodologies développées par l'équipe lyonnaise, une plateforme, basée à l'hôpital Henry Gabrielle et à l'hôpital neurologique de Lyon, a été créée au début des années 2000. Son nom : Mouvement et Handicap. Elle réunit les différents équipements et logiciels dédiés à la stimulation et l'enregistrement développés au cours de trente années de recherches du laboratoire. Parmi eux, la TMS et d'autres outils permettant d'étudier les trajectoires en 3D des différentes articulations, les mouvements oculaires, l'activité électrophysiologique des muscles (EMG) et du cerveau (EEG), la posture, les réponses comportementales du sujet. « Les objectifs de cette plateforme sont nombreux. Elle accueille notamment des examens cliniques de routine qui permettent d'étudier la marche, la préhension ou la posture de patients et d'évaluer, en lien avec des chirurgiens et des prothésistes, la prise en charge la plus adaptée, précise Yves Rossetti (✉), médecin et chercheur également au Centre de recherche en neurosciences de Lyon et responsable de la plateforme Mouvement et Handicap. Elle est aussi utilisée par la recherche fondamentale afin d'approfondir notre compréhension des interactions entre récepteurs sensoriels, cerveau, cognition et muscles chez les sujets sains et les patients atteints de certaines maladies, comme des hémipariés (☹) ou des ataxies optiques (☹). Mais aussi dans un contexte de recherche clinique avec la tenue d'essais cliniques, notamment sur les procédures de rééducation des membres supérieurs. » Depuis un an, une nouvelle plateforme issue de la collaboration d'ImpAct avec deux autres équipes du centre lyonnais, a rejoint Mouvement et Handicap. Baptisée Neuroimmersion, et sous la responsabilité d'Alessandro Farnè (✉), elle utilise la réalité virtuelle, la TMS, l'EEG et l'analyse du mouvement pour de nouvelles recherches chez les sujets sains et des patients qui présentent des lésions neurologiques. L'intérêt de cette technique, qui permet grâce à un casque ou un écran de simuler un environnement 3D et d'y immerger une personne sensoriellement ? Étudier la perception, les actions et leurs représentations spatiales et motrices dans un environnement plus proche du réel que ceux des laboratoires. Dans ce contexte ludique et motivant, l'efficacité des procédures de rééducation pour les patients souffrant de handicap sensoriels, moteurs ou cognitifs est favorisée ! ■

Alice Bomboy

Proprioception

Ensemble des sensations qui permettent à un individu de conserver une posture et un équilibre, et qui relèvent de la perception de soi : sens de la gravité fourni par l'oreille interne, angle des articulations, réaction des appuis...

Hémiplégie

Paralysie d'une ou plusieurs parties du corps d'un seul côté

Ataxie optique

Trouble de la coordination visuo-motrice