

CENTRE DE RECHERCHE
EN NEUROSCIENCES DE LYONLA PENSÉE
PASSE À
L'ACTION

Dans les locaux du Centre de recherche en neurosciences de Lyon (CRNL), la mode est à un drôle de bonnet : fait de tissu et équipé de dizaines d'électrodes, il permet de réaliser l'électroencéphalogramme (EEG) d'une personne. Entendez : mesurer l'activité électrique de son cerveau. Sur le papier, celle-ci n'est qu'une succession de pics et de creux, mais pour les chercheurs de l'équipe Dynamique cérébrale et cognition (Dycog), c'est un moyen... d'accéder à ses pensées ! « *Quand une personne focalise son attention sur quelque chose, comme la case d'un jeu par exemple, il est possible de mesurer un signal cérébral caractéristique grâce aux capteurs du bonnet à électrodes* », explique **Jérémie Mattout**, chargé de recherche Inserm au CRNL et responsable du projet Interaction cerveau-machine : contrôle et apprentissage. Une fois analysées par un ordinateur, ces données sont transformées en commandes à destination d'une machine telle qu'un simple ordinateur, une prothèse ou encore une voix artificielle. Commandes grâce auxquelles la pensée donne directement naissance à l'action, court-circuitant les nerfs périphériques et les muscles qui sont habituellement sollicités pour faire bouger nos membres ou articuler notre mâchoire ! Les applications cliniques potentielles sont nombreuses. Des patients tétraplégiques pourraient bénéficier d'une autonomie nouvelle grâce à un exosquelette dirigé par la pensée, les personnes victimes du syndrome d'enfermement¹ pourraient retrouver la faculté de communiquer à l'aide d'un ordinateur, des amputés pourraient contrôler une neuroprothèse, etc. Des applications qu'illustrent parfaitement deux projets menés par l'équipe Dycog : *Mind Your Brain*, littéralement « fais attention à ton cerveau », un essai clinique destiné aux enfants qui souffrent du trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) et *Meegaperf*, dédié à la détection de la fatigue mentale ou physique.

Jérémie Mattout : unité 1028 Inserm/CNRS/Université Jean Monnet Saint-Étienne – Université Claude-Bernard-Lyon 1

¹**Syndrome d'enfermement ou locked-in syndrome**. État neurologique dans lequel le patient est éveillé et conscient mais presque totalement voire entièrement paralysé.





Emmanuel Maby, ingénieur de recherche Inserm, installe le bonnet EEG sur le cobaye du jour, Jordan Alves, étudiant. Mises en contact avec son cuir chevelu, les électrodes enregistrent l'activité électrique de ses neurones. La conduction du très faible courant se fait grâce à l'application d'un gel conducteur à la base de chaque électrode à l'aide d'une seringue.



Emmanuel Maby (à gauche) et Jérémie Mattout (à droite), mettent au point les expériences menées au laboratoire et s'intéressent à différents troubles ou états pathologiques comme le TDA/H, le coma, le syndrome d'enfermement, etc.

Les 16 électrodes disposées sur ce bonnet permettent un enregistrement de l'activité cérébrale. Les signaux captés proviennent de l'ensemble du cortex et sont limités aux basses fréquences, contrairement aux signaux mesurés à l'aide d'électrodes invasives, implantées directement dans le cortex dans des régions ciblées. Mais sa facilité d'utilisation et son caractère non-invasif ouvrent l'EEG à de nombreuses applications.

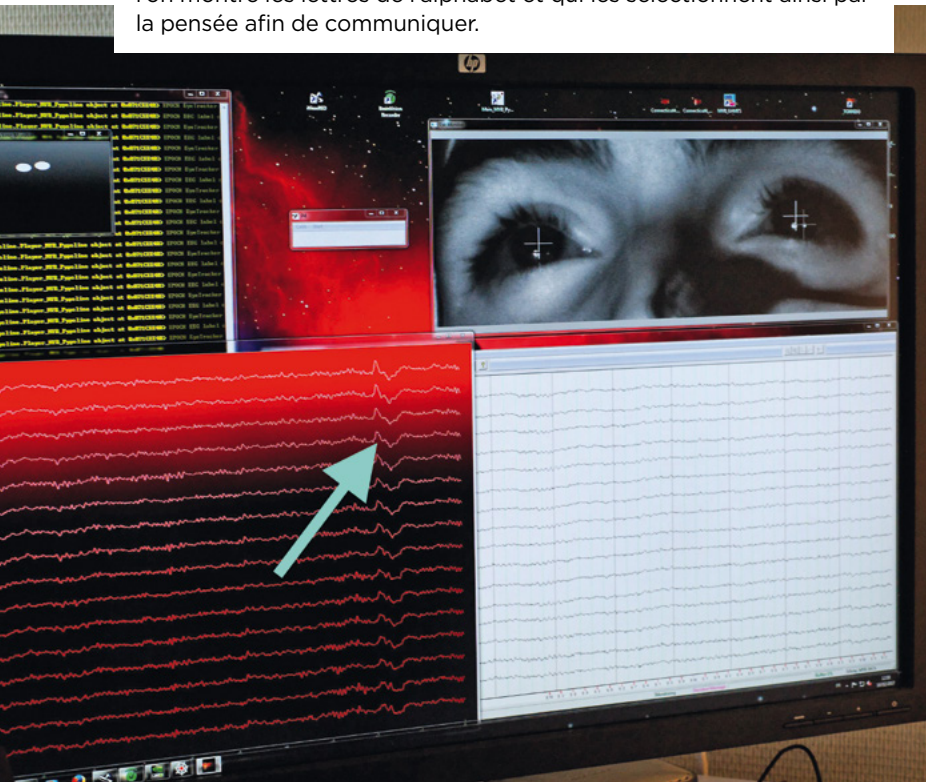


MIND YOUR BRAIN



Ce marqueur de l'attention a un nom : l'onde P300,

repérée par la flèche et baptisée ainsi parce qu'elle apparaît environ 300 ms après l'évènement attendu (ici le clignotement de la case à jouer). Avant d'être déclinée sous la forme de jeux, l'utilisation de cette onde a été mise au point chez des patients « locked-in », à qui l'on montre les lettres de l'alphabet et qui les sélectionnent ainsi par la pensée afin de communiquer.



Des jeux vidéos ont été développés par la société parisienne Black Sheep Studio

pour les besoins du projet *Mind Your Brain*, débuté en février 2017 et dédié aux enfants souffrant de TDA/H. Ici, pas de *joystick* : seule la pensée permet de jouer ! Sur le damier de cette bataille navale, les cases clignotent par intermittence. La consigne : compter le nombre de fois où s'allume la case que l'on veut jouer, ce qui renforce l'attention portée sur celle-ci. Un signal cérébral particulier, marqueur de l'attention, apparaît alors juste après le clignotement de la case élue, mais pas après celui des autres cases : enregistré par EEG, il est transmis à l'ordinateur qui, en retour, « joue » cette case.



Grâce à cet essai, Jérémy Mattout [droite] et Emmanuel Maby [centre] testent une alternative aux médicaments

prescrits aux enfants avec TDA/H : la *neurofeedback*. L'idée est d'enregistrer l'activité neuronale et de permettre au cerveau de la corriger en temps réel s'il y a un trouble, comme le manque d'attention. Ici, impossible de jouer correctement si le joueur est dissipé : la machine ne comprendra pas où se porte l'attention et sélectionnera une case au hasard des fluctuations du signal EEG. En jouant, l'enfant pourra apprendre petit à petit à reprendre le contrôle de son attention.



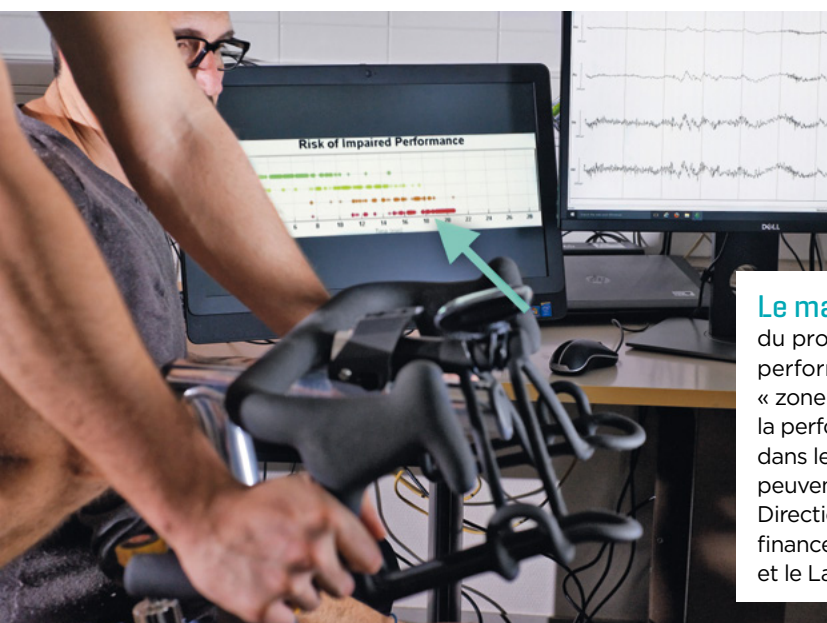
MEEGAPERF

L'EEG de Maxime Gaudet-Trafit, étudiant, est enregistré alors qu'il réalise un test d'effort sur vélo.

Objectif pour l'essai *Meegaperf* : de la même façon que pour l'onde P300, qui signe l'attention, il s'agit d'identifier parmi l'activité cérébrale un marqueur qui caractérise la survenue imminente d'une baisse de performance alors que le sportif pédale à sa puissance maximale.

Afin de s'assurer que le cycliste atteint bien sa puissance maximale, et l'épuisement physique qui l'accompagne,

il est équipé de capteurs mesurant différents paramètres physiologiques : les échanges gazeux, reflets du niveau d'oxygénation pendant l'effort, ou encore son activité cardiaque, enregistrée par électrocardiogramme.



Le marqueur développé par la PME Physip, porteuse du projet, peut être traduit en un index de prédiction de la performance physique ou mentale. Quand celui-ci passe en « zone rouge » (voir l'écran de gauche), le risque de défaillance de la performance est grand. Ce marqueur pourrait ainsi être utilisé dans les situations où les conséquences d'une telle défaillance peuvent être gravissimes : contrôle aérien, pilotage d'avion... La Direction générale de l'armement est d'ores et déjà intéressée et finance ce projet, en partenariat avec le CRNL, Telecom Paris Tech et le Laboratoire interuniversitaire de biologie de la motricité.