



MICHEL LE VAN QUYEN chercheur à l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière

LES MATHÉMATIQUES PERMETTENT DE PRÉVOIR LES CRISES D'ÉPILEPSIE

En France, plus de 500 000 patients, dont près de 100 000 enfants, souffrent d'une des 80 formes différentes d'épilepsie. Des travaux de recherche soutenus par la Fondation française pour la recherche sur l'épilepsie ouvrent la voie à une meilleure prévention des crises d'épilepsie.

L'ÉPILEPSIE se manifeste par intermittence : elle est caractérisée par la survenue d'une perte de contrôle brutale qui désorganise temporairement la cognition et perturbe la conscience. Cette émergence imprévisible est responsable de l'excès de traumatismes et de mortalité constatés chez ces patients épileptiques et produit une insécurité permanente pour les malades et leur entourage.

ORAGES CÉRÉBRAUX

Grâce aux progrès des neurosciences, on sait que les crises résultent d'une décharge électrique excessive dans le cerveau, qui perturbe provisoirement son fonctionnement. Pourtant, une question fondamentale reste ouverte : cet « orage cérébral » ne serait-il pas précédé par des signes précurseurs ? La question est d'importance car, si l'on savait anticiper

l'émergence d'une crise, un tel signal d'alarme avertirait les patients et diminuerait ainsi le risque d'accident, et plus globalement l'anxiété liée à l'imprévisibilité des crises. À terme, cela ouvrirait même la voie à des interventions thérapeutiques pour faire avorter la crise avant son installation.

UN APPEL À LA THÉORIE DU CHAOS

Bien sûr, l'une des principales difficultés réside dans la nature complexe et difficilement analysable des activités du cerveau, extrêmement irrégulières sur le long terme. Depuis quelques années, néanmoins, des modèles des mathématiques adaptées à l'analyse de la complexité ont vu le jour. L'hypothèse fondamentale de ces méthodes caractérisant le « chaos cérébral » est que ces signaux complexes, malgré une tendance à être

« Les crises résultent d'une décharge électrique excessive dans le cerveau »

LES TROIS MISSIONS DE LA FFRE

La Fondation française pour la recherche sur l'épilepsie (FFRE), créée en 1991 à l'initiative de Bernard Esambert (54), finance des recherches innovantes et pluridisciplinaires sur l'épilepsie, accompagne et oriente au quotidien les patients et leurs familles, et enfin mène des campagnes d'information et des événements de levée de fonds pour démythifier l'épilepsie, changer le regard, sensibiliser et mobiliser notamment les pouvoirs publics. Depuis sa création, elle a financé directement une trentaine de bourses ou prix de 10 000 à 15 000 euros ; 14 crédits de recherche de 30 000 euros, 3 crédits de recherche de 160 000 euros ; deux crédits de recherche de 90 000 euros et un crédit de recherche de 70 k€ ainsi que plus de 420 k€ pour du matériel hospitalier dédié à la recherche clinique en épileptologie. Elle soutient par ailleurs indirectement via ses partenaires (autres fondations, Maison de la chimie, etc.) un ou deux projets de plus par an, soit au total 4 à 5 projets épilepsie soutenus par an, évalués et soutenus par la FFRE. Celle-ci ne reçoit aucune aide de l'État et ne vit que de la générosité des particuliers et de quelques trop rares entreprises.



ÉLECTRO-ENCÉPHALOGRAMME MOBILE

Sur la base de ces recherches interdisciplinaires, à la jonction entre les mathématiques et la médecine, mon équipe a développé un système d'alerte dans l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM). Dans ce cadre, une collaboration s'est faite avec une *start-up* appelée BioSerenity, la première société au monde à développer des vêtements connectés dédiés aux besoins de la neurologie incluant l'électroencéphalogramme mobile. Actuellement, les chercheurs de l'ICM et l'industriel développent ensemble l'application du « Neuronaute », un vêtement connecté permettant d'avertir en temps réel les personnes épileptiques de leur crise par l'intermédiaire d'un smartphone, celui du médecin, du patient lui-même ou d'un de ses proches. À partir de multiples signaux physiologiques, des calculs de type *machine learning* sont ici effectués en temps réel par des supercalculateurs en *cloud* pour permettre l'identification des signes précurseurs aux crises. Ce projet a réalisé sa première levée de fonds, d'un montant de 3 millions d'euros, en juin 2015, auprès de Kurma Diagnostics et IdInvest Partners. ■

extrêmement fluctuants (impliquant *a fortiori* l'impossibilité de prévoir leur évolution à long terme), possèdent néanmoins des lois cachées qui peuvent être identifiées. En 2001, ces méthodes ont trouvé une concrétisation dans les travaux que j'ai pu mener en collaboration avec l'unité d'épileptologie de la

Pitié-Salpêtrière (M. Baulac), grâce en particulier au soutien de la FFRE. Nous avons pu mettre en évidence l'existence de changements anticipateurs plusieurs minutes avant la crise à partir de l'analyse mathématique de l'électro-encéphalogramme. À la suite, de multiples études ont confirmé ces premières observations.

POUR EN SAVOIR PLUS

Voir les sites www.bioserenity.com et www.fondation-epilepsie.fr