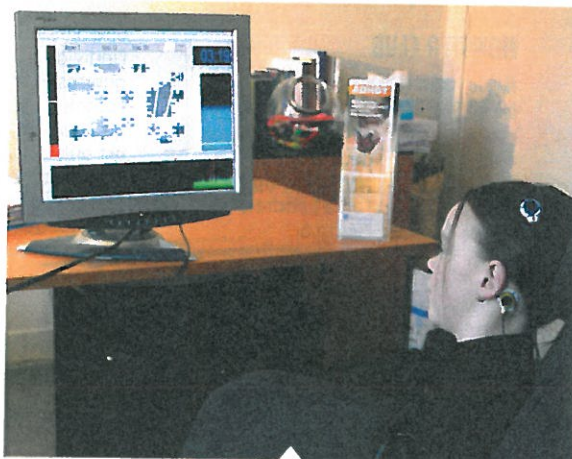


Se soigner par les ondes cérébrales

Pour traiter des troubles comme l'insomnie ou le déficit d'attention, une méthode d'entraînement cérébral appelée neurofeedback offre des perspectives prometteuses. Reportage aux Pays-Bas dans une « clinique du cerveau ».

Par Elena Sender

NIMÈGUE, PAYS-BAS. Dans un bureau, à l'étage d'une maison de briques rouges, une jeune fille est assise, deux électrodes collées au sommet du crâne reliées par des fils à un ordinateur. En face d'elle, sur l'écran, s'assemblent toutes seules les pièces d'un puzzle. C'est son cerveau qui guide le jeu : plus certaines ondes cérébrales (représentées par des barres verticales sur l'écran) augmentent, plus les pièces du puzzle se mettent en place. Est-ce un nouveau jeu vidéo piloté par la pensée ? Non. Cette patiente est en train de se soigner ! Bienvenue dans la Brainclinics qui propose des séances de neurofeedback. « Le neurofeedback est un traitement qui consiste à montrer au patient la puissance de certaines de ses ondes cérébrales en temps réel. Le cerveau est encouragé ou découragé à produire ces ondes et apprend ainsi à mieux les contrôler », explique Martijn Arns, le fondateur (en 2001) de cette « clinique du cerveau », docteur en psychologie, rattaché au département de psychologie expérimentale



Une jeune patiente souffrant de TDAH s'entraîne à augmenter sa concentration avec le programme neuropuzzle, à la Brainclinics.

de l'université d'Utrecht. Des troubles comme celui du déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH), mais aussi l'épilepsie ou les anomalies du sommeil, pourraient être réduits de la sorte, sans médicament.

L'idée du neurofeedback n'est pas neuve. Dès 1920, le neurologue allemand Hans Berger, qui a mis au point chez l'homme l'électroencéphalogramme (EEG), l'en-

registrement de l'activité électrique du cerveau par des électrodes posées sur le cuir chevelu, fait l'hypothèse de l'existence d'une relation étroite entre les variations de l'EEG et les fonctions mentales. Selon lui, des anomalies de l'EEG pouvaient permettre de caractériser des troubles psychologiques et neurologiques. Dans les années 1970, l'idée d'agir sur ces rythmes pour corriger les troubles naît aux États-Unis. En août 2013, on dénombrait plus de 1185 publications scientifiques sur le sujet et des centaines de praticiens à travers le monde.

Martijn Arns et ses trois collègues psychologues ont déjà accueilli à la Brainclinics plus d'un millier d'enfants et d'adultes qui souffrent notamment des symptômes du TDAH. La réputation de ce centre de soins et de recherche a grandi grâce à une méta-analyse, publiée en 2009, qui passait au crible 15 études portant sur 1194 patients TDAH. Martijn Arns a alors montré que le neurofeedback avait un effet important sur l'inattention et l'impulsivité (deux

ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME (EEG)

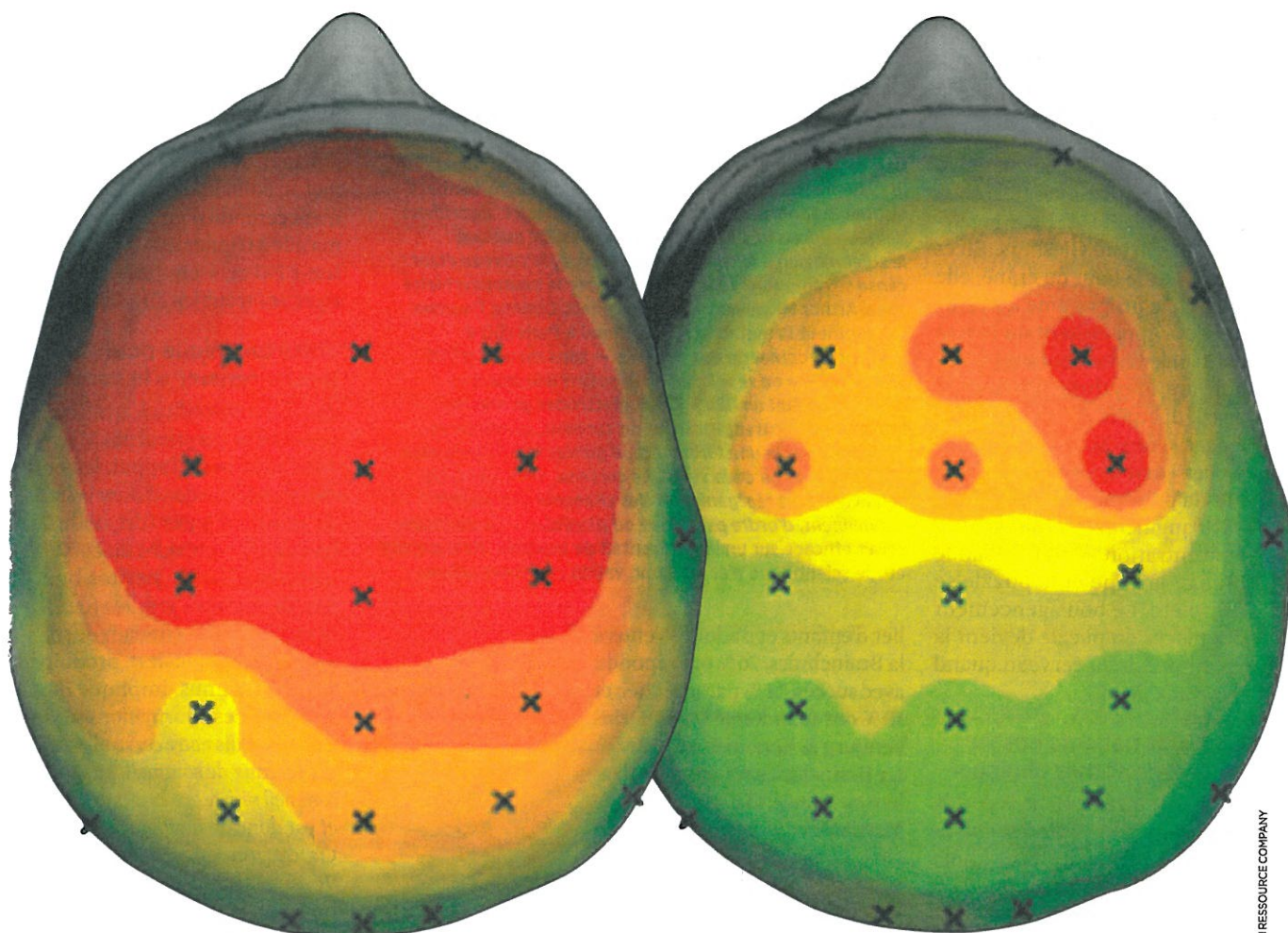
Mesuré à l'aide d'électrodes sur le cuir chevelu, il montre l'activité électrique des cellules nerveuses du cerveau. Il enregistre les ondes cérébrales qui sont classées selon leurs bandes de fréquences.

ONDES CÉRÉBRALES

Elles représentent la vitesse des décharges neuronales selon l'état psychologique du sujet.

BANDE DE FRÉQUENCE

Nombre d'oscillations périodiques par unité de temps. Elle s'exprime en hertz.



Avant Les ondes bêta (ici à une fréquence de 21 Hz) sont trop élevées chez ce patient (zone rouge). Elles sont révélatrices d'une activité cérébrale intense, source d'insomnie ou d'hyperactivité.

Après Un traitement de 20 à 40 séances d'une heure de neurofeedback permet d'obtenir un changement durable de l'électroencéphalogramme : les ondes bêta se trouvent réduites (orange).

THE BRAIN RESOURCE COMPANY

des composantes du trouble), et un effet modéré sur l'hyperactivité, le tout comparé à des groupes contrôles recevant ou non un traitement. La surprise est venue en particulier de la comparaison avec les médicaments. « *L'effet est similaire à celui de la médication par méthylphénidate seule [Ritaline ou Concerta] !* » affirme le chercheur. D'autres études ont par ailleurs montré un maintien dans le temps (sur six mois) des effets obtenus (Gevensleben, 2009, 2010). Si bien que l'American Academy of Pediatrics considère désormais comme maximal le niveau de preuve

d'efficacité du neurofeedback sur le TDAH. Même si, pour optimiser son effet, il continue d'être recommandé (selon Micoulaud, 2011) de l'utiliser de manière combinée avec d'autres stratégies de soins (médicament, thérapie cognitivo-comportementale). « *Lors de la première séance, nous équipons le patient d'un casque à 26 électrodes, poursuit Martijn Arns. Nous déterminons la puissance des rythmes EEG de son cerveau dans des bandes de fréquences correspondant à différents états mentaux.* » Venant des lobes frontaux, les signaux émis dans certaines bandes de

2%
des enfants en âge scolaire, en France, auraient un déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH), selon la classification CIM 10 de l'Organisation mondiale de la Santé.

fréquences intéressent particulièrement le spécialiste : thêta, alpha et bêta. Un autre rythme sensori-moteur (SMR), provenant du cortex moteur est également mesuré. Enfin, un protocole plus récent et précis mesure également l'amplitude d'un potentiel lent du cortex (*slow cortical potential, SCP*) (lire l'encadré p. 69). Toutes ces mesures faites, le profil du patient est établi. Chez un TDAH, il se caractérise généralement par une augmentation de l'activité thêta (distraction) et une diminution de l'activité alpha et bêta (agitation, manque d'attention) dans les régions centrale et ▶

► frontale du cerveau. Les rythmes SMR et SCP ont, eux, tendance à être bas.

Aujourd'hui, à la Brainclinics, c'est le rythme SMR qui est ciblé chez une patiente TDAH par la psychologue Irene Giesbers. Électrodes sur le haut du crâne, elle amorce le programme « neuro-puzzle ». Apparaissent sur l'écran une bande verticale orange (symbolisant le rythme SMR) et le puzzle éparpillé. À partir de maintenant, le cerveau de la patiente va « jouer » tout seul avec la machine. Plus la puissance de son rythme SMR augmente — synonyme de concentration —, plus la bande orange grimpe et le puzzle se complète. Le bon agencement des pièces du puzzle devient la récompense du cerveau quand il travaille bien !

76 % des patients ont vu leurs symptômes diminuer

À force d'entraînement, le cortex sensori-moteur va ainsi se conditionner à augmenter son rythme SMR. C'est ce que les scientifiques appellent un « renforcement positif », selon le concept de « conditionnement opérant » élaboré par le psychologue américain Burrhus Frederic Skinner dans les années 1950. Un processus de longue haleine. Il faut 20 séances de une heure chacune (40 au maximum) pour obtenir un changement durable de l'EEG et surtout une diminution des symptômes. « Toutes les dix séances, nous réalisons un test comportemental, explique Irene Giesbers, puis, au bout de vingt, nous mesurons de nouveau l'EEG pour vérifier que les rythmes se corrigent. » Sur le mil-

POLÉMIQUE

Neuroptimal, méthode contestée

Une société canadienne, le Zengar Institute, commercialise le système Neuroptimal qui se réclame du neurofeedback et dont le fonctionnement laisse sceptique. « L'algorithme demeure inconnu. Et la méthode est passive puisque le sujet n'a rien à faire pendant la séance, le cerveau étant censé se remodeler tout seul », déplore le neuropsychiatre Jean-Arthur Micoulaud-Franchi. De fait, Corinne Fournier, qui promeut la méthode Neuroptimal à Paris (60 € la séance), demande aux patients — sans mesure d'EEG préalable — « de se relaxer, en écoutant une musique ou en regardant un film ». Deux électrodes posées sur le crâne enregistrent l'activité du cerveau. « Lorsque le système détecte une turbulence, il génère une interruption de la musique ou de la vidéo. Le cerveau, alerté ainsi sur son activité, se réorganise, et des changements positifs surviennent, d'ordre psychique ou physique. » La méthode serait efficace sur un large éventail de troubles. Mais aucune étude scientifique n'a, à ce jour, validé ces observations.

lier d'enfants et d'adultes venus à la Brainclinics, 76 % ont répondu avec succès, 14 % par un échec et 10 % ont abandonné (Arns, Drinckenburg & Kenemans, 2012).

La Brainclinics n'a pas d'équivalent en France, mais les travaux de Martijn Arns y inspirent des médecins. Le psychiatre Olivier Pallanca, spécialiste du sommeil dans le service de neurophysiologie clinique de l'hôpital la Pitié-Salpêtrière (Paris), a décidé d'importer la technique dans l'unité « sommeil » qu'il dirige depuis 2011. « Quelques études — dont celle d'Aisha Cortoos de la Vrije Universiteit à Bruxelles en 2010 — ont montré un bénéfice du neurofeedback dans le traitement de l'insomnie, expose Olivier Pallanca, mais seulement sur des groupes d'une dizaine de patients. Mon objectif est de recruter près de 200 volontaires pour confirmer l'hypothèse d'un bénéfice du traitement. » Actuellement, le neuropsychiatre recueille les EEG de ses patients

insomniaques afin d'y déceler des marqueurs de cette pathologie. Parallèlement, avec Mensia Technologies, une start-up française, il met au point une sorte d'entraînement cérébral pour apprendre au malade à réguler les « défauts » de son EEG et — en théorie — corriger ses troubles du sommeil.

Cette technique pourrait aussi « réparer » le sommeil

Que le neurofeedback améliore le sommeil ne surprend pas Martijn Arns. Courbes à l'appui, le chercheur explique que durant le stade de sommeil léger (dit stade 2), les tracés électriques du cerveau sont émaillés de petites bouffées de rythmes rapides (de 15 à 18 Hz) baptisées « fuseaux de sommeil » (*sleep spindles*), produites par le thalamus, impliqué dans le filtrage des informations sensorielles. « Plus notre cerveau produit ces fuseaux de sommeil, plus notre sommeil résiste aux bruits extérieurs et est donc de meilleure qualité ». Or, d'après une étude de l'université autrichienne de Salzbourg, (Hoelmozer 2008), le nombre de *sleep spindles* augmente après dix séances de neurofeedback, contrairement au groupe témoin. Ce serait donc un moyen de « réparer » le sommeil. Pour Martijn Arns, un meilleur sommeil serait même une des clés de l'amélioration du syndrome d'hyperactivité : le chercheur rappelle que de 40 à 80 % des enfants et adultes hyperactifs souffrent de troubles du sommeil et 70 à 80 % d'insomnies. Selon son hypothèse, ce serait donc par l'intermédiaire de cette régulation du circuit du sommeil que le neurofeedback traiterait le TDAH.

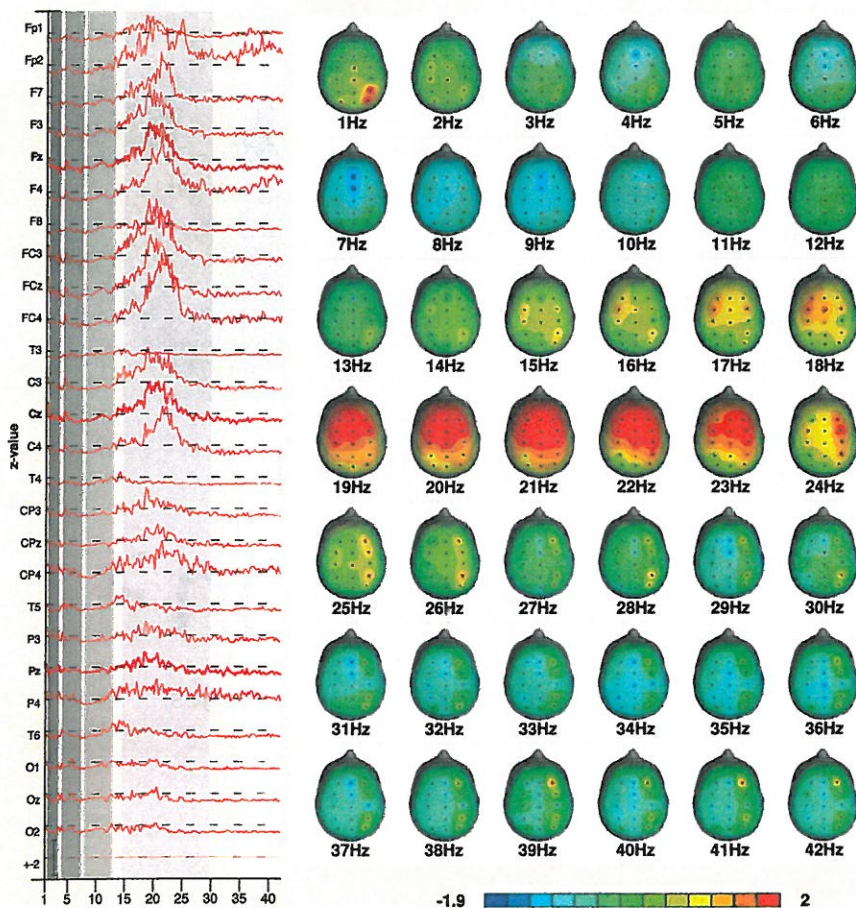
La technique de neurofeedback pourrait-elle soigner d'autres malades, épileptiques ou atteints de lésions cérébrales, voire de la maladie d'Alzheimer ? Les recherches se développent. À Marseille, Jean-Arthur Micou-



« L'effet de ce traitement est similaire à celui des médicaments, tels que la Ritaline ou le Concerta »

Martijn Arns, psychologue (université d'Utrecht), fondateur de la Brainclinics.

L'EEG, miroir de nos états mentaux



Le cerveau émet en permanence des ondes électriques produites par les neurones. L'électroencéphalogramme enregistre ces signaux à la surface du crâne et les traduit en tracés EEG dans différentes bandes de fréquences. On distingue, entre autres, mesurées au niveau des lobes frontaux : les ondes thêta (entre 4,5 et 8 Hz) caractéristiques de certains états comme la somnolence ; les ondes alpha (8-13 Hz) dans les états de conscience apaisée, et les ondes bêta (13-30 Hz) en cas d'activité intense, de concentration

et d'anxiété. Plus la puissance des ondes bêta est augmentée relativement aux thêta, plus l'individu présente un état de vigilance accru. De même, plus le ratio alpha/thêta augmente, plus le patient est dans un état de relaxation. On mesure aussi un autre rythme, au niveau du cortex moteur, cette fois, le rythme sensori-moteur SMR (12-15 Hz). Plus le SMR est élevé, plus l'individu est concentré. Enfin, les potentiels corticaux lents (*slow cortical potential*, SCP), petites variations du potentiel moyen du cortex, sont aussi intéressants.

laud-Franchi, neuropsychiatre au CHU Sainte-Marguerite, s'efforce de mieux soigner les épilepsies qui résistent aux traitements ou qu'on ne peut pas opérer. En collaboration avec le service d'épileptologie de l'hôpital de la Timone, il mène une étude sur l'utilité du neurofeedback. « *Le niveau de preuve d'efficacité est excellent, affirme le médecin. Le neurofeedback permet-*

trait d'augmenter le seuil épileptogène (seuil de déclenchement des crises d'épilepsie) et ainsi de diminuer le nombre de crises. Nous cherchons maintenant quel type d'épilepsie répond le mieux. »

À Paris, c'est le psychologue clinicien Thierry Hergueta, à l'Institut de la mémoire et de la maladie d'Alzheimer (IM2A), qui utilise depuis deux ans le principe de

neurofeedback pour des malades atteints de lésions cérébrales fronto-temporales. Il a opté, lui, pour une méthode canadienne, où le patient n'a qu'à écouter de la musique, électrodes sur la tête. Une méthode passive controversée (*lire l'encadré p. 68*). « *Il est compliqué de demander à un malade neurologique sévère d'accomplir une tâche cognitive sur un ordinateur, argumente Thierry Hergueta. Là, on ne lui demande rien, le système agit tout seul.* » Une première étude, présentée lors d'un congrès à Manchester (Royaume-Uni) en 2012 a montré (sur huit patients seulement) une meilleure reconnaissance des émotions après six séances de trente-cinq minutes de ce neurofeedback « passif ». Explication : « *une meilleure mobilisation des processus attentionnels* ».

Les malades d'Alzheimer pourraient en bénéficier

Aujourd'hui, c'est sur des malades d'Alzheimer que l'IM2A lance une nouvelle étude, en collaboration avec l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM), visant notamment à améliorer la capacité d'attention de ces malades. « *Le neurofeedback est l'une des bonnes façons de restaurer la plasticité cérébrale [capacité du cerveau à modifier ses connexions pour rendre ses circuits nerveux plus efficaces], assure Hovagim Bakardjian, qui pilote l'étude. Voir de renforcer la mémoire.* » Convaincus de l'utilité de la méthode, Jean-Arthur Micoulaud-Franchi et Olivier Pallanca ont créé, en avril, l'Association française d'enseignement et d'étude de la psychophysiologie appliquée et du biofeedback (Afeepab). Et en novembre, ils présenteront la technique lors du congrès français de psychiatrie à Nice. *Le neurofeedback made in France*, un nouveau concept à retenir, même si son nom sonne définitivement anglo-saxon. ■