

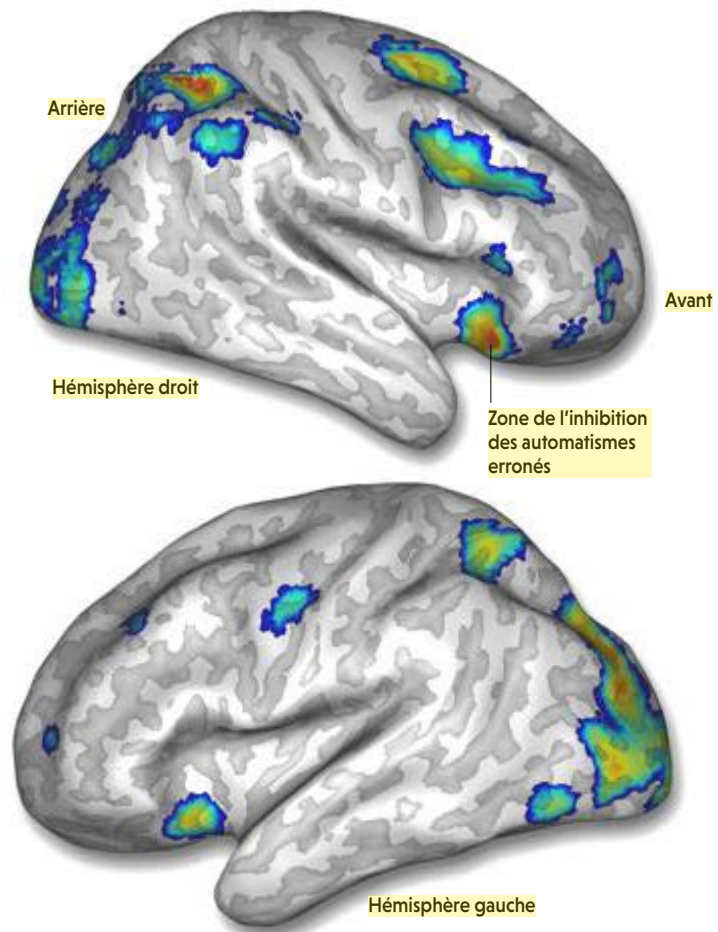
> électron environnant dans l'organisme. Des photons sont alors produits et leur détection permet de déterminer leur point d'origine dans le cerveau. Cette technique, en choisissant le bon traceur, est très efficace comme outil de diagnostic, notamment pour identifier des tumeurs.

L'IRM fonctionnelle présente cependant l'avantage d'être non invasive et indolore (car sans injection), contrairement à la TEP. C'est pour cette raison qu'elle est, depuis le début des années 2000, la technique d'imagerie la plus utilisée dans le domaine des neurosciences cognitives. Par ailleurs, la résolution (précision) spatiale de l'IRM fonctionnelle est très bonne, de l'ordre du millimètre. Sa résolution temporelle, cependant, est de l'ordre de la seconde, ce qui n'est pas toujours suffisant en psychologie expérimentale. Afin d'obtenir, en complément, une résolution temporelle maximale (en millisecondes), on utilise d'autres techniques (la magnétoencéphalographie ou l'électroencéphalographie à haute densité).

Le champ des applications de l'IRM fonctionnelle est vaste. Elle est par exemple utilisée pour étudier la perception, la mémoire, le raisonnement, la conscience, les émotions, etc. d'un point de vue cognitif chez l'adulte sain. Il est aussi possible de suivre le début et la progression de maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer. Autre application, avant une opération chirurgicale délicate du cerveau, l'IRM fonctionnelle peut être utilisée pour localiser les régions du langage et de la motricité du patient. Ou pour un diagnostic après un choc crânien.

NEUROÉDUCATION

Dans des laboratoires, tel que le mien, nous nous intéressons à la question des apprentissages à l'école (lecture, mathématiques, raisonnement, etc.), ainsi qu'à la psychologie du développement du cerveau d'enfants d'âge préscolaire et scolaire. C'est le domaine de la « neuroéducation » ou « neuropédagogie ». Il s'agit de comprendre comment les apprentissages sont contraints par les lois de fonctionnement du cerveau – que les professeurs doivent donc connaître – et, en retour, comment l'environnement, l'école en particulier, ou telle pédagogie, telle méthode, telle pratique modifient et font progresser le cerveau des enfants. On observe, par exemple, qu'en apprenant à des élèves à surmonter (inhiber) leurs automatismes erronés, les enfants progressent bien mieux qu'en utilisant d'autres méthodes (par l'explication uniquement logique et rationnelle du problème ou par la simple répétition de la tâche). Pour apprendre à un enfant à inhiber ses erreurs, il faut utiliser un jeu attentionnel « d'attrape pièges » où il doit glisser sous une zone hachurée (zone d'inhibition) les cartons-réponses correspondant aux automatismes erronés. C'est ce



signal stop dont le cerveau a besoin. Un exemple d'erreur classique est la phrase : « Elle les manges. » L'enfant apprend en général qu'après l'article « les », il doit mettre un « s » au mot suivant. Ainsi, pour ne pas faire cette faute, l'enfant doit inhiber ce réflexe. Autre exemple, en mathématiques, l'enfant confond parfois le nombre des éléments à compter et l'espace occupé par ces éléments. Il doit alors inhiber le réflexe longueur=nombre. Que se passe-t-il dans le cerveau des enfants avant et après apprentissage de l'inhibition ? L'IRM fonctionnelle (voir la figure ci-dessus) met très bien en évidence que, suite à cet apprentissage, l'enfant active des régions préfrontales qui sont dédiées au contrôle attentionnel, en particulier à l'inhibition des automatismes cognitifs, en plus des autres régions du cerveau (par exemple pariétales pour le nombre et le comptage).

Pour le futur, un centre comme celui de NeuroSpin à Saclay, près de Paris, vient de se doter d'un instrument d'IRM de 11,7 teslas, le plus puissant du monde en recherche humaine ! Les chercheurs espèrent ainsi trouver l'existence d'un code neural et mieux comprendre le développement du cerveau, ainsi que les pathologies neurologiques. Mais les meilleurs progrès scientifiques viendront peut-être, avec l'IRM 3 teslas, déjà utilisée dans beaucoup de laboratoires, de l'ingéniosité des expériences psychologiques elles-mêmes afin de mieux comprendre comment le cerveau change en fonction des émotions, des situations sociales et des cultures. ■

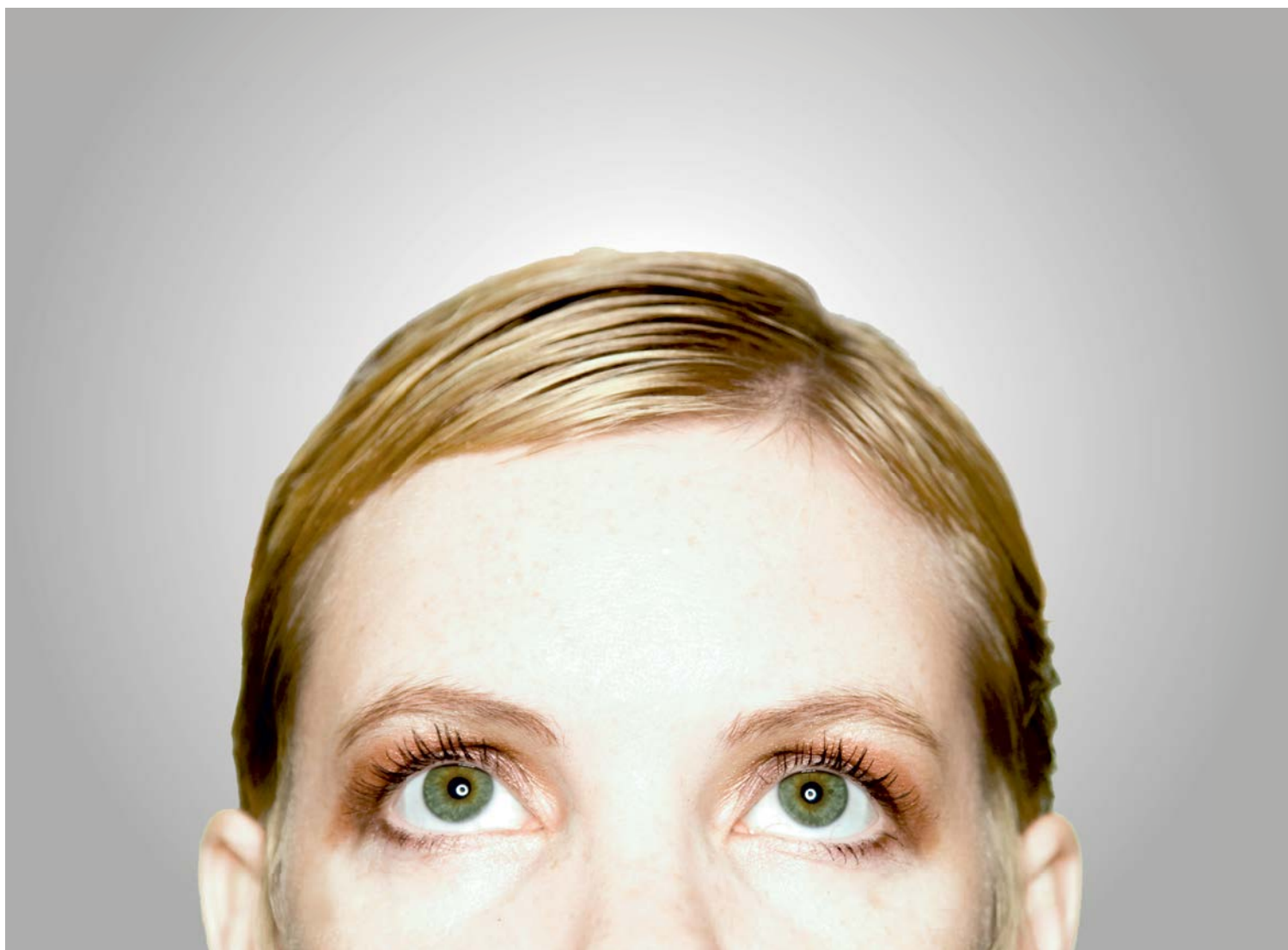
Sur ces images d'IRM fonctionnelle, lorsque l'enfant a appris à inhiber ses erreurs, des zones préfrontales (à l'avant du cerveau) s'activent en plus des zones pariétales du nombre à l'arrière du cerveau.

BIBLIOGRAPHIE

O. Houdé et al., **Functional MRI study of Piaget's conservation-of-number task in preschool and school-age children**, *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 110, pp. 332-346, 2011.

S. Ogawa et al., **Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation [...]**, *PNAS*, vol. 89, pp. 5951-5955, 1992.

S. Ogawa et al., **Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation**, *PNAS*, vol. 87, pp. 9868-9872, 1990.



AcademiaNet offre un service unique aux instituts de recherche, aux journalistes et aux organisateurs de conférences qui recherchent des femmes d'exception dont l'expérience et les capacités de management complètent les compétences et la culture scientifique.

AcademiaNet, base de données regroupant toutes les femmes scientifiques d'exception, offre:

- :: Le profil des femmes scientifiques les plus qualifiées dans chaque discipline – et distinguées par des organisations de scientifiques ou des associations d'industriels renommées
- :: Des moteurs de recherche adaptés à des requêtes par discipline ou par domaine d'expertise
- :: Des reportages réguliers sur le thème »Women in Science«

Robert Bosch **Stiftung**

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

nature

POUR LA
SCIENCE

Une initiative de la Fondation Robert Bosch en association avec
Spektrum der Wissenschaft et Nature Publishing Group

www.academia-net.org