

Ces dernières années ont vu l'explosion des techniques d'imagerie cérébrale qui suivent, sans inconfort pour le volontaire, l'activité du cerveau durant une tâche cognitive. Même de très jeunes bébés peuvent participer.

Deux types de méthodes sont disponibles : d'une part, celles à haute sensibilité temporelle, telles l'électroencéphalographie (EEG) et la magnétoencéphalographie (MEG), fondées sur l'enregistrement direct de l'activité électrique des neurones ; d'autre part, celles à haute sensibilité spatiale, telles que l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et la spectroscopie dans le proche infrarouge (NIRS).

Ces deux dernières reposent sur la concentration en oxy- et déoxyhémoglobine dans les vaisseaux irriguant la région cérébrale activée. L'hémoglobine, la molécule transportant l'oxygène dans les globules rouges, a en effet des propriétés magnétiques (IRM) et d'absorption de la lumière (NIRS) qui varient en fonction de son état - oxygéné ou non. Ces variations sont cependant trop lentes pour suivre une succession d'opérations cognitives, qui sera mieux décrite avec l'EEG et la MEG. Aussi les techniques sont-elles en général combinées pour étudier où, quand et comment nos cellules « grises » perçoivent, raisonnent et agissent.

Il y a une vingtaine d'années, ces techniques ont révolutionné la compréhension du développement cognitif de l'enfant. Jusqu'alors, seules des expériences indirectes utilisant la succion ou le temps de regard permettaient d'étudier les capacités cognitives du jeune enfant. Si certains scientifiques et médecins pensaient que le nourrisson de quelques jours n'était que vide et confusion, l'imagerie a montré qu'il n'en était rien.

Les grands réseaux cérébraux décrits chez l'adulte sont observés chez le nourrisson. On retrouve notamment le même réseau de régions cérébrales qui s'activent à l'écoute de la parole, avec déjà un traitement préférentiel dans l'hémisphère gauche. Ces asymétries fonctionnelles sont une caractéristique très particulière du fonctionnement du cerveau humain, que l'on a longtemps cru être une conséquence de l'apprentissage. En fait, nous les retrouvons déjà chez le prématuré, né à six mois de grossesse, quand les informations du monde extérieur commencent à parvenir à la plaque corticale. À cet âge, les neurones sont toujours en train

de migrer de leur site de multiplication, au centre du cerveau, vers leur emplacement définitif, à la périphérie. L'organisation cérébrale est donc en grande partie déterminée à un stade très précoce du développement et l'environnement ne fait qu'affiner une architecture largement déterminée pendant la grossesse.

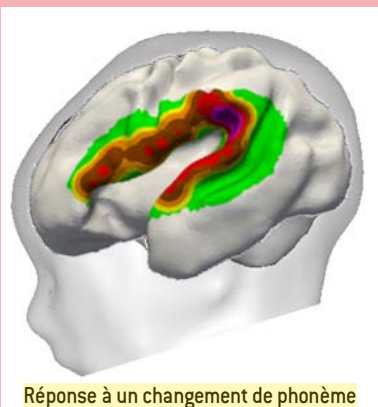
Un deuxième résultat important dû à l'imagerie cérébrale a été l'implication précoce des régions frontales dans la cognition du bébé. Ces régions importantes pour l'attention, la planification, la conscience de soi et du monde, et des fonctions cognitives de contrôle, ont un développement lent et prolongé jusqu'à l'adolescence. Elles étaient donc jugées trop immatures pour être fonctionnelles dans les premières années de vie. Or ce n'est pas le cas. Elles s'activent quand le bébé reconnaît sa langue maternelle ou la voix de sa mère. Elles sont donc sans doute cruciales pour orienter l'attention du bébé vers un stimulus pertinent de son environnement et dans la découverte des relations particulières telles que la causalité entre deux événements, la simultanéité, l'équivalence, et ainsi faciliter l'apprentissage.

Les résultats d'imagerie cérébrale révèlent donc un nourrisson actif dans son apprentissage,

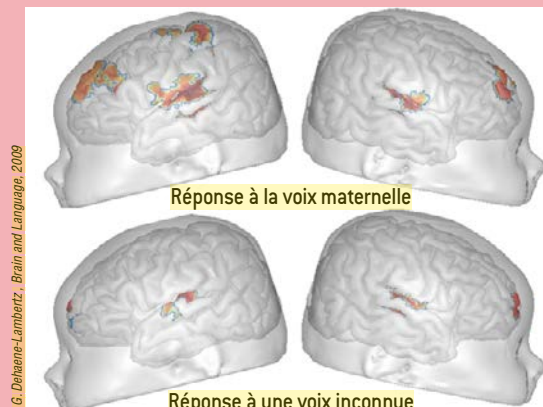
battant en brèche l'idée classique d'une argile que façonne le monde extérieur. L'organisation cérébrale est primordiale, car c'est l'architecture de ces réseaux qui va faciliter la découverte de certaines propriétés de l'environnement, telles les règles de la langue maternelle ou des relations entre individus.

On comprend donc que la mise en place de cette architecture est complexe et que de plus en plus de maladies neurologiques, mais aussi psychiatriques tel l'autisme, ou du développement cognitif, telle la dyslexie, sont liées à un défaut de cette mise en place, dû à un problème génétique, infectieux, toxique ou autre pendant la grossesse. L'imagerie devrait aider à rechercher des marqueurs signalant des difficultés futures, notamment dans des populations à risques (prématurés, fratries de patients autistes, etc.). L'objectif est d'arriver à compenser les difficultés avant qu'elles ne deviennent invalidantes. La fonction du cerveau est d'apprendre et de s'adapter pour être de plus en plus efficace. C'est cette dynamique qu'il faut arriver à soutenir en apportant une stimulation adaptée, quand l'architecture interne ne guide plus l'apprentissage.

- Ghislaine Dehaene-Lambertz
Laboratoire de neuro-imagerie du CEA, CNRS



Réponse à un changement de phonème



Réponse à la voix maternelle

Réponse à une voix inconnue

Réponses cérébrales

À gauche, des zones du cerveau mesurées en spectroscopie optique (NIRS) chez le prématuré s'activent quand la syllabe entendue change. À droite, le bébé de 2 mois réagit différemment à la voix de la mère ou à une voix inconnue (IRMf). Les asymétries hémisphériques témoignent d'un plan architectural fonctionnel précoce.