

### IMAGERIE CÉRÉBRALE

# Percer les mystères du cerveau

➔ **Visualiser les différentes structures cérébrales, observer leur fonctionnement et leurs interactions.** Voilà les défis de l'imagerie médicale appliquée au cerveau. Une grande partie d'entre eux sont aujourd'hui relevés grâce aux nombreux progrès réalisés. Et les techniques évoluent sans cesse.

Réalisé avec la collaboration de l'équipe des Pr<sup>s</sup> Stanislas Dehaene et Denis Le Bihan, de NeuroSpin, à Saclay.

## ■ LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE NEURO-IMAGERIE

Depuis quarante ans, différentes techniques d'imagerie ont été mises au point pour observer le corps humain, certaines permettant d'étudier plus précisément le cerveau de façon non invasive, c'est-à-dire sans ouvrir la boîte crânienne. Ces techniques d'imagerie utilisent soit des **rayonnements** ☒ (émission de rayons X, détection de produits radioactifs injectés), soit la mesure de l'**activité électrique** ⚡ ou, plus récemment, de **champs magnétiques** ⚡. Les récents progrès en informatique ont permis un véritable bond en avant dans l'analyse des données et des images fournies par ces différentes techniques.

**Diagnostic médical.** Un patient de 55 ans, hospitalisée pour confusion, malaise et chutes à répétition, passe une IRM ⚡ qui permet de visualiser d'éventuelles lésions. Le diagnostic sera ensuite posé par le médecin en fonction du contexte clinique.

➔ **L'IMAGERIE STRUCTURELLE** permet d'étudier l'anatomie du cerveau et tout ce qui peut la perturber (**tumeur, hémorragie, déformation pathologique**, etc.) et se révèle très utile au diagnostic médical.

- Le scanner ☒ (tomographie, tomодensitométrie, CT-Scan) repose sur l'utilisation de rayons X permettant de réaliser une série de radiographies prises en coupe puis associées par ordinateur. On peut injecter au patient, par voie intraveineuse, des produits de contraste comme l'iode pour améliorer le rendu des images (des **tumeurs**, par exemple).
- L'IRM ⚡ (imagerie par résonance magnétique) utilise les champs magnétiques et les propriétés des molécules d'eau présentes dans le cerveau. Cet examen est plus long mais plus précis que le scanner. Là aussi, un produit de contraste peut être utilisé. Cet examen peut être utilisé en cas d'**accident vasculaire cérébral**, de **cancer**, ou de **maladies dégénératives du cerveau**...





➔ **L'IMAGERIE FONCTIONNELLE** rend compte de l'activité des zones cérébrales durant certaines tâches (parole, mouvement, etc.). Elle est autant utilisée en recherche fondamentale qu'en clinique, pour identifier des *foyers épileptiques* ou repérer des zones du cerveau devant être épargnées lors d'une opération chirurgicale.

- L'EEG (électroencéphalogramme) mesure des ondes électriques qui reflètent l'activité du cerveau (chez les **patients épileptiques**, en dehors des crises, par exemple). Plusieurs électrodes sont disposées sur le cuir chevelu. On n'obtient non pas une image mais des tracés d'activité pour chaque électrode, c'est-à-dire pour chaque zone du cerveau étudiée.
- L'IRMf (imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) fonctionne comme l'IRM sauf que les mesures sont réalisées dans le temps, et non à un instant T. L'IRMf enregistre les variations de flux sanguin dans des petites zones du cerveau. On peut ainsi en déduire la consommation d'oxygène dans le cerveau et donc connaître les zones du cerveau en activité (pour **localiser les aires du langage ou de motricité** avant une intervention chirurgicale, afin de ne pas les léser).

Mise en place d'un casque avec capteurs pour EEG de très haute résolution.



© Inserm-LTSl-Sesame/LTSl

**Q Foyer épileptique** : réseau particulier de neurones à l'origine d'une crise d'épilepsie.

## ■ PROGRÈS RÉCENTS ET PERSPECTIVES

L'imagerie cérébrale a permis de mieux comprendre les maladies neurologiques, en permettant aux chercheurs d'associer les signes cliniques d'une maladie (**pertes de mémoire...**) avec l'observation du cerveau lui-même (dysfonctionnement de certains neurones...). Elle se révèle un allié précieux pour préciser un diagnostic, localiser des lésions, suivre l'efficacité des thérapies administrées aux patients. Les chercheurs évaluent notamment l'intérêt de l'imagerie pour dépister tôt la **maladie de Parkinson** (IRM).

Elle est aussi de plus en plus utilisée à des fins de recherche fondamentale : les chercheurs étudient l'activité du cerveau de **patients schizophrènes** durant leurs crises d'hallucination (IRMf), ou encore caractérisent les différences structurelles du cerveau des **enfants autistes** (IRM).

De nouvelles techniques d'imagerie ont vu récemment le jour, avec des échelles de résolution encore plus petites : l'IRMd (IRM de diffusion) permet, avec le même appareillage que les autres IRM mais plus puissant, de visualiser la diffusion de l'eau dans des structures microscopiques du cerveau. Le cerveau est un tissu biologique hétérogène, où la diffusion des molécules d'eau (présentes dans le sang qui l'irrigue) varie selon les zones cérébrales, ce qui peut rendre compte de son organisation et de sa complexité.



**Neurospin,**  
intérieur  
des locaux,  
à Saclay.



© Julian Renard

## NEUROSPIN : UN GRAND INSTRUMENT DE L'IMAGERIE CÉRÉBRALE

C'est une plateforme de recherche unique en Europe, hébergée par le CEA de Saclay (Essonne) et dédiée à l'imagerie cérébrale. Doté en effet de plusieurs appareils d'IRM parmi les plus puissants du monde, de plusieurs appareils d'EEG... NeuroSpin accueille plus de 170 chercheurs, étudiants, médecins, ingénieurs... Il est ouvert aux chercheurs du monde entier.