

Électroneurologie : signaux électriques (EEG) et magnétiques (MEG)

*Bernard Renault, Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, CNRS-LENA,
Paris*

L'un des enjeux cruciaux du développement des neurosciences fondamentales et cliniques est sans aucun doute notre capacité à suivre, au cours du temps et à l'intérieur du cerveau, le traitement de l'information chez l'homme. Cette imagerie dynamique du fonctionnement de réseaux neuronaux distribués suppose une ou des techniques parfaitement atraumatiques, possédant à la fois une grande précision temporelle (la milliseconde au moins) et une grande précision de localisation (quelques mm³ environ). C'est dans cette perspective qu'a été créé à l'hôpital de la Salpêtrière en 1998, un centre MEG-EEG. En effet, la magnétoencéphalographie est l'une des techniques nécessaires à une imagerie fonctionnelle cérébrale complète.

Il existe essentiellement deux grandes classes de méthodes qui permettent une étude fonctionnelle et atraumatique du cerveau humain vivant : l'imagerie métabolique (TEP, SPECT, IRMf) et l'imagerie électromagnétique (EEG et MEG). Dans les deux cas, il est possible de repérer les zones du cerveau activées lors de tâches sensori-motrices et cognitives complexes. Cependant, outre le fait que ces méthodes donnent des images différentes et complémentaires (métabolique et électromagnétique) elles se différencient également par :

1) la nature des activités cérébrales enregistrées. Pour l'étude de la cognition, il s'agit souvent de variations locales, *in situ*, du débit sanguin qui surviennent 2 à 3 secondes après les réponses électriques cérébrales à une stimulation (et durent pendant 10 à 20 secondes) alors que les méthodes électromagnétiques enregistrent en temps réel, sans délai, mais *à distance*, l'activité électromagnétique provoquée par ce stimulus,

2) leur résolution temporelle qui est de l'ordre de la minute dans le cas de la TEP ou du SPECT et de l'ordre de la demi-seconde pour l'IRM fonctionnelle alors que l'EEG ou la MEG permettent de suivre l'activité cérébrale milliseconde par milliseconde (voire plus rapidement).

3) leur résolution spatiale qui est de l'ordre de quelques mm³ avec l'IRMf de dernière génération alors que l'EEG ou la MEG ne positionnent des générateurs actifs avec cette précision que si le nombre de générateurs actifs est faible et connu (ce qui est rarement le cas).

La MEG et l'EEG sont totalement non-invasives ; elles permettent d'enregistrer et de positionner (en fonction d'hypothèses) sur une image anatomique (IRM) l'activité électrique cérébrale. Le principe de la MEG repose sur l'enregistrement des variations infimes du champ magnétique créé par l'activité neuronale. La MEG permet de recalculer la position des générateurs cérébraux pendant leur activité spontanée et/ou évoquée (stimulations sensorielle, motrice ou cognitive). Le calcul de la position des générateurs correspondant fait appel à une modélisation de la transmission du champ électromagnétique dans le cerveau, l'os du crâne et le scalp. La précision de localisation obtenue peut atteindre 3 mm pour le cortex. Cette modélisation est plus simple en MEG qu'en EEG, les deux techniques sont néanmoins complémentaires. L'EEG et la MEG permettent de localiser les aires de projection sensorielle primaire (visuelles, auditives, et somesthésiques) et de mettre en évidence la plasticité de leur organisation. C'est principalement dans le domaine de cette plasticité des représentations corticales nous avons choisi les exemples d'application en neurosciences cognitives et en neurologie.