



Photo 1 : bâtiments Neurospin.

## Visite du centre de recherche NEUROSPIN à Saclay

04 mars 2014

Dans le cadre des activités IDF de l'ANAFACEM et de l'AAM, 23 adhérents se sont à nouveau retrouvés à Saclay où, voilà un an, ils avaient apprécié la visite du Synchrotron Soleil (le CEA est un organisme en pointe dans la conception d'appareils à champ magnétique intense refroidis par Hélium liquide). Mais, cette fois, il ne s'agit plus d'aller au fond de la matière, mais dans le cerveau, tant au niveau de son fonctionnement moléculaire que de ses fonctions les plus élaborées. Apprentissage, sciences sociales, maladies neurodégénératives, ... ou encore, intelligence artificielle, sont concernés.

Enfin rassemblés devant le bâtiment Neurospin flambant neuf après de multiples détours dans ce site immense, nous observons, avec surprise, sa jolie forme ondulée (photo 1). Nous allons, par la suite apprendre, que chaque arche a pris la forme du scanner IRM<sup>1</sup> qu'elle abrite, les trois premiers étant dédiés à l'observation du cerveau humain, les deux autres à celui des rongeurs.

Nous sommes accueillis par le directeur adjoint, qui, par amitié pour l'un des organisateurs, guidera notre visite. Sa présentation générale, dans le grand amphi, nous permet de mieux appréhender le fonctionnement du site, le dispositif technique en lui-même et les objectifs poursuivis : le centre n'a pas de visée diagnostique ou thérapeutique directe, mais des objectifs de recherche biomédicale et cliniques à terme.

NeuroSpin, plate-forme française unique en Europe, créée en 2007 et ouverte aux chercheurs étrangers, est un centre mul-

## Comment fonctionne notre cerveau ?

timodal<sup>2</sup> d'imagerie cérébrale (dite aussi neuro-imagerie) en champ magnétique intense dont le but est d'observer le cerveau, normal ou pathologique. Les différents dispositifs utilisés permettent d'examiner, in vivo, l'anatomie, mais aussi l'activité électrique et le comportement de ses biomarqueurs. Les variations de ces derniers mettent en évidence les zones cérébrales sollicitées. Ainsi, le suivi de l'hémoglobine, dont l'aspect se modifie lorsqu'elle est chargée en oxygène (signal BOLD), permet de localiser la zone impliquée par l'activité cérébrale en cours.

Pour la mise en œuvre de ces protocoles de recherche, il est fait appel à des volontaires. Tous les âges sont concernés : depuis les bébés (qui sont dispensés d'IRM et ne subissent que des EEG), jusqu'aux seniors pour lesquels un protocole de grande ampleur est en cours (100 volontaires suivis pendant 10 ans), en passant par les adultes et les enfants. Aucun effet potentiel de dangerosité non maîtrisable n'a été identifié : la personne est placée au centre d'un champ magnétique intense aux effets réversibles. Seul point désagréable, les bruits puissants émis par la machine. Les volontaires doivent donner leur accord, être déclarés aptes, en particulier ne pas porter de métal sur ou dans le corps, sous peine de risques « effet missile » (le terme parle en lui-même) ou échauffement.

Nous visitons l'espace réservé à l'accueil de ces personnes, la pièce fictive et ludique destinée aux enfants pour les familiariser avec le « tunnel » et le casque contenant l'antenne volumique<sup>3</sup> et le lieu de secours médical (un médecin est toujours présent pendant les tests). Après avoir observé la maquette en coupe (photo 2), nous approchons un de ces aimants supraconducteurs : ceux que nous connaissons dans les hôpitaux font 1,5 Tesla<sup>4</sup>, celui-là 7 Teslas. Un aimant d'une puissance à ce jour inégalée dans le monde (11,7 T), projet franco-allemand "Iseult", sera bientôt livré à Saclay. Une arche est prête à recevoir ce monstre de 100 tonnes, 5 mètres de diamètre ; toutefois, l'espace dédié au patient n'aura que 90cm de diamètre ! Un aimant, unique au monde avec ses 17 T, est installé. Comme il est techniquement plus facile d'augmenter le champ quand le diamètre est petit, celui-ci est destiné aux études sur l'animal.



Photo 2 : maquette en coupe de l'IRM.

## Outils de la neuro-imagerie fonctionnelle

L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) consiste à mesurer le signal, dit "signal BOLD", qui reflète le taux d'oxygénation du sang dans le cerveau.

La tomographie par émission de positrons (TEP) consiste à suivre un traceur radioactif à durée très brève qu'il faut préalablement injecter par voie intraveineuse. (technique non utilisée sur le site).

L'électroencéphalographie (EEG), première méthode de neuroimagerie non invasive, apparue dans les années 1920, mesure directement l'activité électrique mais est assez peu précise spatialement.

La magnétoencéphalographie (MEG), dont le traitement des données est plus complexe, permet, par la mesure des champs magnétiques induits par l'activité cérébrale, d'identifier, avec une plus ou moins grande précision, les régions impliquées ; en effet, les champs magnétiques ne sont quasiment pas déformés par leur passage au travers des tissus organiques.

D'autres techniques existent : l'imagerie optique, l'imagerie spectroscopique proche infrarouge, ...

Pourquoi toujours augmenter la puissance ? Plus le champ est élevé, plus grande est la sensibilité et donc la résolution spatiale (objectif : atteindre une précision de 100 microns), et la résolution temporelle (objectif : suivre l'activité cérébrale quasiment en temps réel et non plus en différé, même de quelques dixièmes de seconde). Il est clair que la participation de disciplines variées (physique, mathématiques, statistiques, informatique, sciences cognitives ou encore philosophie), est désormais indispensable à l'avancée dans un tel domaine.

Ayant ainsi fait fonctionner à plein régime notre cerveau – sans, toutefois, se l'être encore laissé observer- nous terminons cette visite instructive par un repas convivial aux « Chevaliers de la Balance ».

FRANÇOISE TARDIEU

*1.IRM = Imagerie par Résonance Magnétique*

*2.Ce centre multimodal fonctionne à partir d'EEG et MEG couplées avec IRM*

*3. Une antenne volumique est un cylindre de bobinage métallique émettant un signal vers des protons de la région à explorer. Ceux-ci entrent alors en résonance. Si l'antenne est à la fois émettrice et réceptrice, elle reçoit la réponse de ces protons, au moment de la restitution de l'énergie.*

*4. Le Tesla est l'unité d'induction magnétique.*