



La première pierre d'un énorme complexe dédié à l'exploration du cerveau vient d'être posée sur le plateau de Saclay. Il hébergera une série de machines d'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) aux performances inégalées à ce jour. D'ici à 2009, il deviendra sans doute la première place mondiale dans ce domaine de recherche. De fait, NeuroSpin pourrait bien

s'inscrire dans la lignée des grands équipements scientifiques européens accueillant des équipes de tous pays et suscitant des partenariats, dont le premier est celui des constructeurs allemands Siemens et Bruker pour les machines d'IRM, et des groupes Guerbet et Shering pour les traceurs et agents de contraste. Une douzaine de lettres d'intentions d'équipes américaines, britanniques ou japonaises annoncent déjà leur désir d'utiliser les futurs équipements de Saclay. Elles confortent Denis Le Bihan, directeur de recherche au CEA et directeur scientifique du projet: pour lui et pour les neurobiologistes du SHFJ d'Orsay, service de

IMAGERIE MÉDICALE

IRM, LA RECHERCHE EN TÊTE

— Un vaste complexe dédié à l'exploration du cerveau est en construction à Saclay. Baptisé NeuroSpin, il hébergera des machines d'imagerie par IRM aux performances inégalées, riches d'avancées en neurobiologie et en génétique.



Patient dans une installation IRM au SHFJ.

la direction des Sciences du vivant du CEA, les progrès des neurosciences sont étroitement liés aux performances de ces nouvelles machines. Il est devenu nécessaire aujourd'hui de décupler la précision de l'IRM afin d'étudier, sans traumatisme, des ensembles de moins de 5 000 neurones, épais de quelques centaines de microns. « *C'est, en effet, à cette échelle que l'on distinguera les véritables constituants élémentaires du fonctionnement cérébral, et dont l'organisation spatiale, capable d'évoluer dans le temps et de s'adapter, serait au cerveau ce que le code génétique est à la cellule* », explique Denis Le Bihan. Ces petites populations, situées entre la poignée et le million de neurones, constitueraient les briques d'un « code neural » capable d'élucider différents domaines du fonctionnement cérébral : langage, raisonnement, mémoire, perceptions ou actions physiques.

DES APPLICATIONS TRÈS VARIÉES

Les enjeux sont multiples. L'exploration du cerveau pourrait propulser toutes les neurosciences, avec de nombreuses répercussions dans leurs applications, que ce soit pour l'enseignement, pour la conception des cockpits d'avion, des tableaux de bord automobiles ou pour le pilotage de robot. Cette compréhension intime du fonctionnement cérébral pourrait améliorer le diagnostic et le traitement de pathologies telles que tumeurs, maladies neurodégénératives comme celles de Parkinson ou d'Alzheimer, ou encore la schizophrénie ou l'autisme. L'IRM et la tomographie par émission de positons (TEP)¹ avaient ainsi permis à deux équipes, l'une au Japon et l'autre au service hospitalier Frédéric Joliot-Curie d'Orsay, de mettre en évidence, chez de très jeunes autistes, un déficit d'activité dans de minuscules zones des sillons temporaux². On le voit, cette extrême spécialisation du tissu cérébral ne peut être efficace-

ment explorée que par de nouvelles générations de scanners d'IRM.

Pour former leurs images tridimensionnelles, ils cartographient propriétés magnétiques des tissus biologiques du corps placé dans un gigantesque aimant. Leurs performances augmentent avec l'intensité du champ magnétique de cet aimant.

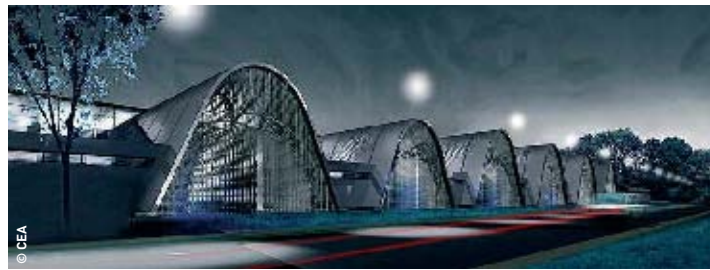
La plupart des scanners actuellement utilisés dans les services hospitaliers de pointe mettent en œuvre des champs compris entre un et trois teslas (T)³ et ont une précision de quelques millimètres, correspondant à des régions de plusieurs millions de neurones. Or, la plupart des processus cognitifs n'impliquent que quelques milliers d'entre eux à la fois. Voilà pourquoi il faut gagner en précision dans nos images, ce qui nécessite d'augmenter les champs magnétiques. « *C'est dans ce changement d'ordre de grandeur que réside tout l'intérêt de NeuroSpin* », souligne Denis Le Bihan.

caractéristiques d'homogénéité et de stabilité nécessaires à l'IRM.

LE GÉNOME SUR UN « PLATEAU »

Les neurobiologistes se sont donc tournés vers les ingénieurs de la direction des Sciences de la matière du CEA dont l'expérience a été acquise notamment au travers de leurs collaborations pour l'équipement des accélérateurs et des détecteurs du Cern, expérience mise en commun avec celle de Siemens. La précision de ses instruments et l'observation sur l'animal devraient permettre à NeuroSpin de relier neurosciences et expression génétique. L'immense gisement que constitue la connaissance du génome sera ainsi traduit en informations directement utilisables par le praticien. « *Le lien étant fait avec les observations chez l'homme, des diagnostics précoces pourront être établis, même avec des machines plus courantes*⁵ », espère Denis Le Bihan.

Vue d'artiste du bâtiment NeuroSpin, actuellement en construction.



Destinées aux études cliniques, les premières machines installées à Saint-Aubin, près de Saclay, généreront des champs de 3 et 7 T. Une autre de taille plus réduite, mais d'un champ de 17 T, sera réservée aux études chez la souris. On attend surtout pour 2009 une machine de 11,7 T destinée aux études sur l'homme : elle surpassera les records actuels (9,7 T aux États-Unis).

Ces très hauts champs ne sont obtenus qu'avec des électro-aimants utilisant des matériaux supraconducteurs⁴. Or, aucun industriel n'est à même de construire de tels « monstres magnétiques » à l'échelle d'un corps humain, soit d'un mètre de diamètre interne, avec les

À terme, NeuroSpin sera un véritable plateau technique composé de cinq machines d'IRM servies par une collaboration de 150 scientifiques de plusieurs disciplines, neurobiologistes, médecins, physiciens, mais aussi informaticiens et mathématiciens, une pluridisciplinarité indispensable pour transformer les signaux IRM en images. ■

¹ La TEP permet de mettre en évidence l'activité physiologique neuronale grâce à l'émission d'anti-électrons (les positons, de même masse que l'électron, mais de charge opposée) dans des conditions particulières. ² Travaux du Dr M. Zilbovicius (Inserm V 316 Tours et hôpital Frédéric Joliot-Curie d'Orsay). ³ Unité de champ magnétique : à Paris, le champ magnétique terrestre est de 0,00005 T. ⁴ D'une résistance électrique nulle lorsqu'ils sont correctement refroidis, ici dans de l'hélium liquide. ⁵ Environ 10 000 machines courantes d'IRM sont actuellement en service dans le monde.