

NeuroSpin : voir le cerveau penser

Repousser à l'extrême les limites actuelles de **l'imagerie cérébrale par la Résonance magnétique nucléaire** à très haut champ magnétique, telle est l'ambition de NeuroSpin. Situé dans le centre CEA de Saclay, sur sa partie Saint-Aubinoise, NeuroSpin complète les installations du Service hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ) d'Orsay. L'ensemble constitue une plate-forme d'imagerie unique en Europe.



Vue

aérienne du bâtiment de NeuroSpin créé par Claude Vasconi lauréat du concours d'architecture.

Un rapport de l'Académie des sciences remis en novembre 2003 aux ministères de la santé et de la recherche pointait le manque de moyens affectés aux neurosciences en France et recommandait des investissements à la hauteur des défis à relever, qu'il s'agisse de l'étude de maladies neurologiques (Alzheimer) ou d'affections psychiatriques (dépression ou schizophrénie). Créé à l'initiative du CEA, le centre de neuro-imagerie en champ intense NeuroSpin contribue à réduire ce déficit. Il vise à développer des outils et des modèles pour mieux analyser le cerveau humain en développement, en fonctionnement, ainsi que les anomalies qui s'y rapportent. Comprendre l'origine de la maladie, assurer le suivi thérapeutique des patients, aider la chirurgie à trouver un angle d'approche sont autant de tâches dévolues à l'**IRM**. A terme, des retombées sont également attendues en intelligence artificielle, en sciences sociales, dans l'éducation et dans l'industrie.

► Un regroupement de ressources



Au sein du CEA, le SHFJ s'apprête à «essaimer» sur deux plates-formes d'imagerie complémentaires : NeuroSpin au CEA de Saclay, dédiée à l'IRM du cerveau et Imagene au CEA de Fontenay-aux-Roses, dédiée aux thérapies géniques des maladies neurodégénératives (essais pré-cliniques, sur l'animal). Dans le même temps, le SHFJ se recentre sur les techniques d'imagerie radioisotopique (**TEP**). L'ensemble de ces entités CEA contribuent à

Le saviez-vous ?

Le tesla (T) est l'unité de mesure de l'induction magnétique du système international. L'aimant des IRM hospitalières vaut 1,5 T et celui des IRM de recherche 3 T. A titre de comparaison, le champ magnétique terrestre atteint en moyenne une intensité de 50 millièmes de tesla à la surface du globe. Cette unité porte le nom d'un savant américain d'origine croate, Nikola Tesla (1856-1943), dont les idées permirent de concevoir le matériel de génération et de transport d'électricité.

Une plate-forme en quelques questions ?

Quand ?

Les travaux de génie civil ont démarré en novembre 2004.

Le bâtiment a été livré début 2006. La plate-forme est entrée en service au 2ème trimestre 2006 et est opérationnelle depuis début 2007.

Où ?

Dans une zone ouverte du centre CEA de Saclay située sur la commune de Saint-Aubin.

Quels personnels ?

160 personnes, dont quatre-vingts permanents.

Quels équipements ?

Deux systèmes d'IRM travaillant sous des champs magnétiques de 3

Des physiciens du Dapnia, spécialistes des aimants, apportent leurs compétences au projet NeuroSpin. La photo illustre une expérience dédiée à la fusion nucléaire avec la mise en place d'un aimant du **stellarator W7X** dans la station de tests à Saclay.

© CEA

l'émergence d'un centre d'excellence européen de recherche médicale.

Grand instrument pour la biologie, NeuroSpin est ouvert à l'ensemble de la communauté nationale et internationale, notamment européenne, sur le modèle des grandes installations de physique. Des industriels de l'imagerie médicale ont manifesté leur intérêt à participer aux développements technologiques dont NeuroSpin sera le moteur.

et 11,7 teslas sont dédiés à l'homme. Deux autres sont dédiés au primate (sous 11,7 teslas) et à la souris (sous 17 teslas).

Quels financements ?
NeuroSpin est cofinancé par le CEA et les collectivités territoriales. Des demandes sont en cours auprès d'autres institutions et auprès de l'Union européenne.

► L'IRM au CEA

En parallèle des études de RMN pour l'analyse chimique et l'étude structurale des protéines, l'imagerie par RMN ou IRM s'est développée au CEA. Riche de potentialités en recherche médicale, cette imagerie décèle d'infimes variations d'aimantation des tissus, sans aucun traumatisme et sans injection de produits radioactifs et elle peut se décliner en de nombreuses variantes.

Pour produire et exploiter de très hauts champs magnétiques, le projet NeuroSpin mobilise deux viviers de compétences du centre CEA de Saclay : les physiciens du **Dapnia**, spécialistes des aimants supra-conducteurs des grands accélérateurs de particules et les experts de l'imagerie et de la neurobiologie du SHFJ.

► Mixité interdisciplinaire



En France, l'IRM sous un champ magnétique de 3 teslas est pour l'instant réservée à la recherche médicale, comme ici au SHFJ, à Orsay. Les IRM hospitalières sont équipées quant à elles d'aimants de 1,5 tesla. © CEA

L'originalité de NeuroSpin tient au rapprochement de deux «mondes».

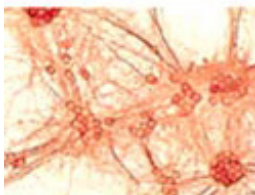
D'un côté, des équipes «méthodologiques» cherchent à atteindre les résolutions spatiales et temporelles ultimes de l'imagerie. Elles travaillent à la conception d'un nouvel aimant produisant un champ magnétique de 11,7 teslas et préparent les nécessaires adaptations au niveau de l'acquisition des données et du traitement du signal. Il s'agira d'une première mondiale, le record étant actuellement détenu par des Américains avec deux systèmes de 9,4 teslas.

De l'autre côté, des spécialistes de neurosciences, psychologues, linguistes et cliniciens, bénéficieront des progrès accomplis en biologie moléculaire ou cellulaire, en neurobiologie du développement, pour l'étude du génome, en neurosciences chez le primate ou chez l'homme, en sciences cognitives (liées aux fonctions supérieures du

cerveau).

Cette interface particulière entre «méthodologistes», neurobiologistes et médecins constitue un terreau exceptionnellement fécond.

► Comprendre le cerveau par l'image



L'imagerie neurofonctionnelle exploite en les couplant des informations anatomiques et fonctionnelles. Deux voies de recherche sont privilégiées.

L'imagerie fonctionnelle cérébrale cherche à relier, chez le sujet sain ou malade, les fonctions cognitives (comme la perception des objets, le langage, l'attention, la mémoire ou le raisonnement) à leur composante biologique, appelée substrat neural.

L'imagerie moléculaire donne à voir **l'expression des gènes**. A terme, elle permettra de révéler l'information fonctionnelle utile qui se cache derrière les gènes, démultipliant ainsi l'immense potentiel du génome, comprendre, prévenir ou traiter les maladies

Pour en savoir plus

L'Imagerie par résonance magnétique (IRM) ou RMN

Cette méthode d'imagerie est fondée sur les propriétés magnétiques d'atomes ou de molécules présents dans l'organisme.

↳ Lire

NeuroSpin, mode d'emploi

Le SHFJ entretient des collaborations régulières avec certaines unités hospitalières, au Kremlin-Bicêtre, à la Pitié-Salpêtrière ou à Necker...

↳ Lire

NeuroSpin permettra de voir des **amas** de milliers de neurones, au lieu de millions aujourd'hui. Son champ d'observations se situe à une échelle intermédiaire entre celle du neurone, accessible par d'autres techniques, et celle de l'IRM actuelle. ©CEA

neurologiques causées par des anomalies génétiques ou acquises lors du développement cérébral constitue l'enjeu de l'imagerie moléculaire.

Aujourd'hui, l'imagerie se heurte à diverses contraintes. Elle est à la fois trop imprécise et trop lente pour rendre compte fidèlement du fonctionnement cérébral.

► **La révolution de NeuroSpin**

Avec NeuroSpin, l'objet d'étude sera «vu» avec une finesse d'un dixième de millimètre, à une cadence d'un dixième de seconde, ce qui représente une résolution spatiale et temporelle multipliée par dix par rapport aux instruments actuels. Observer à une échelle de temps enfin significative tous les « amas » de neurones qui composent le cerveau (des milliers de neurones au lieu de millions aujourd'hui) constitue une évolution riche de promesses. Mieux encore, le mécanisme de visualisation des zones cérébrales actives pourrait être amendé. L'IRM par diffusion permettrait de déceler le gonflement des cellules, un phénomène instantané, corrélé plus finement à l'activité neuronale que la variation de débit sanguin.

MAJ : juin 2007