

**HBP**

The Human Brain Project

jeudi 19 mai 2011

POINT-PRESSE

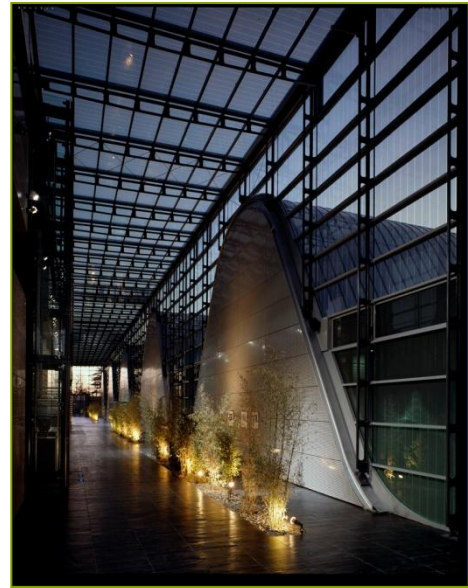
Présentation du « Human Brain Project »

Modéliser le cerveau humain et créer les moyens techniques nécessaires pour y parvenir : tel est l'objectif du « Human Brain Project » (HBP), une collaboration internationale impliquant spécialistes des neurosciences, médecins, physiciens, mathématiciens, informaticiens et éthiciens. Ce projet constitue une étape décisive dans la compréhension du cerveau humain. Il implique plusieurs laboratoires européens, dont l'unité de recherche CEA-Inserm de neuroimagerie cognitive expérimentale intégrée au centre NeuroSpin du CEA. Le HBP a été présenté pour la première fois par Henri Markram, coordinateur du projet à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et Directeur du « Blue Brain Project », le 5 mai lors de la conférence *fet¹¹* (*The European Future Technologies Conférence and Exhibition*), à Budapest en Hongrie.

Le cerveau humain pourrait être comparé à un ordinateur immensément puissant, autodidacte, capable de se reconfigurer en permanence au gré des expériences vécues, d'utiliser efficacement l'énergie dont il dispose, de s'auto-régénérer... Comprendre le fonctionnement cérébral, être capable de le mimer, constituerait une avancée déterminante tant dans le domaine de la santé que dans celui du traitement de l'information. C'est tout l'enjeu du « Human Brain Project » (HBP), qui vise à simuler dans le détail les processus mis en œuvre par le cerveau pour traiter l'information, apprendre, ressentir, réparer les dommages cellulaires, etc.

Le HBP devrait avoir des retombées décisives en médecine. En modélisant le fonctionnement du cerveau, on pourrait espérer développer de nouveaux outils diagnostiques, de nouveaux traitements, en particulier pharmacologiques, pour certaines maladies neurologiques ou psychiatriques, et de nouvelles technologies prothétiques pour faciliter le quotidien des handicapés. Dans un tout autre domaine, la meilleure connaissance des modes opératoires utilisés par le cerveau pourrait inspirer la conception de futurs ordinateurs ou robots plus « intelligents ».

Mener à bien ce projet suppose d'adopter une approche multidisciplinaire : le projet HBP associe ainsi les meilleurs spécialistes européens en sciences cognitives, neurosciences, biologie moléculaire, médecine, physique, mathématiques, informatique et éthique. Toutes les informations que les chercheurs pourront recueillir à partir des travaux menés sur les molécules, les cellules et les circuits cérébraux seront rassemblées dans de grandes bases de données qui permettront d'obtenir des simulations biologiquement détaillées du cerveau humain. Le service NeuroSpin du CEA jouera un rôle déterminant dans le programme. L'ampleur et le degré de complexité des modélisations en jeu suppose de créer les logiciels informatiques *ad hoc*, de développer des modèles et des technologies de type « supercalculateurs ». Aussi le HBC comporte-t-il un important volet mathématique et informatique. Bien qu'il existe des ordinateurs suffisamment puissants pour répondre aux besoins technologiques du projet, des puces « neuromorphiques » dédiées à la simulation neuronale seront également conçues. Grâce aux progrès réalisés ces six dernières années à travers le monde en matière de modélisation du cerveau, les chercheurs sont en mesure d'élaborer, dans le cadre du HBP, des modèles plus réalistes du fonctionnement cérébral. Ces modèles pourraient, à leur tour, fournir une connaissance plus intime du cerveau humain et de son fonctionnement, conduisant ainsi au développement d'applications technologiques de plus en plus puissantes et intelligentes. Au vu des problématiques en jeu, la réflexion éthique est étroitement associée à cet ambitieux programme.



Vue intérieure de la plateforme
NeuroSpin du CEA (©A.Gonin/CEA)

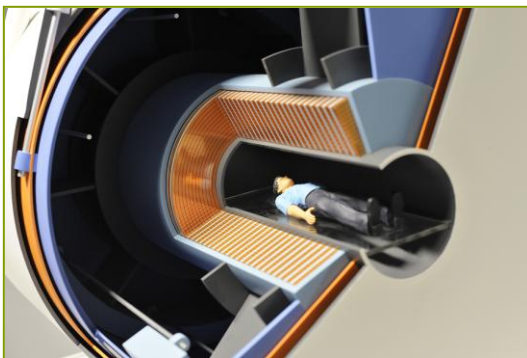
Dans un premier temps, et avant même que le projet n'atteigne son objectif final, les modèles cérébraux développés pourraient avoir des retombées en informatique et en robotique, inspirant la conception d'ordinateurs, de robots, de capteurs et d'autres dispositifs plus puissants, plus intelligents et capables d'exploiter plus efficacement l'énergie mise à leur disposition. Dans un second temps, ces modèles devraient aider les chercheurs à comprendre et décrypter les causes originelles de maladies cérébrales, puis à diagnostiquer ces maladies plus précocement, à un stade où elles peuvent encore être traitées. Enfin, ces modèles donneront peut-être un jour aux chercheurs la possibilité de mieux appréhender les phénomènes impliqués dans le vieillissement cérébral, et éventuellement découvrir comment ralentir sa progression et préserver un cerveau « sain ».

Le HBP est piloté par plusieurs laboratoires européens, dont l'Unité de recherche CEA-Inserm de neuroimagerie cognitive expérimentale basée au sein de la plateforme NeuroSpin du CEA. Il implique des partenaires dans le monde entier et fédère actuellement 13 universités et institutions de recherche, de 9 Etats membres européens et d'Etats européens associés. Il est dirigé par l'Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne en Suisse (EPFL).

Enfin, l'Union européenne a retenu le « *Human Brain Project* » et cinq autres projets comme candidats dans le cadre de son nouveau programme « *Future and Emerging Technologies* », programme lancé pour soutenir les recherches aux frontières de la science et de la « science-fiction ». Ce programme finance aujourd'hui les études de faisabilité des candidats retenus, études qui se termineront en avril 2012. Ces études de faisabilité couvriront tous les aspects du projet, aussi bien scientifiques qu'organisationnels et financiers. Sur cette base, la Commission européenne sélectionnera au minimum 2 projets phares. Les lauréats obtiendront des subventions de l'Union européenne et de ses pays membres sur une durée de dix ans.

La plateforme NeuroSpin du CEA

NeuroSpin, centre d'imagerie cérébrale par résonance magnétique nucléaire (RMN) en champ extrême, est une grande infrastructure de recherche visant à repousser les limites actuelles de l'imagerie cérébrale. Il a été inauguré en novembre 2006. Les objectifs des chercheurs de NeuroSpin sont de comprendre le fonctionnement et le développement du cerveau sain ou malade par une approche originale d'imagerie multi-échelle et multimodale. Ce centre est organisé autour d'outils et de services destinés à l'exploration cérébrale par des méthodes d'imagerie par résonance magnétique



Maquette à l'échelle de l'IRM clinique corps entier à 11,7T qui sera installée à Neurospin (©PF. Grosjean/CEA)

(IRM) à haut champ, ainsi que par des méthodes d'exploration cérébrales complémentaires d'électro- et de magnéto-encéphalographie (EEG/MEG). Il est aussi bien destiné à des partenaires institutionnels qu'à des partenaires industriels.

En constante évolution, la plateforme NeuroSpin du CEA accueillera, dès 2013, le futur système d'IRM de 11,7 Teslas pour l'homme, dans le cadre du projet baptisé Iseult. De part sa qualité d'image unique et son haut champ magnétique, Iseult donnera aux chercheurs la possibilité de mieux décrypter les mystères du cerveau sain ou malade.

Chercheurs et Laboratoires de recherche impliqués



Henry Markram est le coordinateur du projet « *Human Brain Project* ». Il a débuté sa carrière de chercheur en Afrique du Sud au début des années 1980. Par la suite, il a poursuivi ses recherches à l'Institut Weizmann en Israël. En 2002, il a rejoint l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, où il a fondé l'Institut du cerveau et de l'intelligence (*Brain and Mind Institute*). Sa carrière a entièrement été consacrée à l'étude de la structure et du fonctionnement des circuits neuronaux, les neurones étant les composants de base de l'architecture du cerveau. En 2005, il a lancé le « *Blue Brain project* », première tentative de simulation des circuits neuronaux sur le cerveau du rat. Aujourd'hui, il s'appuie sur les stratégies, les technologies et les méthodes développées à partir de ce travail novateur pour lancer le projet « *Human Brain Project* », projet consacré cette fois à la modélisation du cerveau humain.

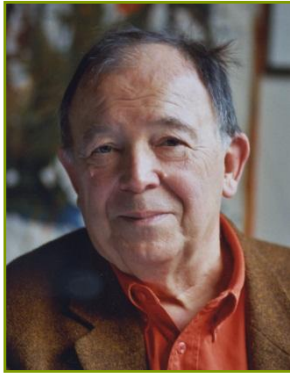
Stanislas Dehaene est professeur au Collège de France et directeur de l'unité de recherche CEA-Inserm de neuroimagerie cognitive située à NeuroSpin.

Le laboratoire que dirige Stanislas Dehaene a pour mission d'élucider les bases neurales des fonctions cognitives chez les sujets sains et chez les patients. Pour cela, il exploite et développe des méthodes d'imagerie et des paradigmes d'étude tirés de la psychologie cognitive. Ce laboratoire est implanté à NeuroSpin au centre CEA de Saclay. Ses recherches s'appuient sur les moyens d'imagerie par résonance magnétique (IRM) à très haut champ magnétique, et sur des méthodes d'enregistrement des signaux électriques et magnétiques émis naturellement par les neurones.

Stanislas Dehaene est spécialiste de l'étude des bases neuronales en neurosciences, des mathématiques et de la lecture. Il a publié de nombreux articles dans des revues scientifiques de forte renommée ainsi que des ouvrages pour le grand public, notamment *La bosse des maths* (1997), *Les Neurones de la lecture* (2009) and *From monkey brain to human brain* (2007).

Il est membre de l'Académie française des sciences, de l'Académie des sciences de Grande Bretagne et des Etats-Unis, et de l'Académie pontificale des sciences. Il a reçu de nombreux prix dont le prix du Dr. A.H. Heineken en Sciences Cognitives (2009) et celui de la fondation McDonnell (1999).





Jean-Pierre G. Changeux est professeur honoraire au Collège de France et à l'Institut Pasteur et Président du comité de vigilance éthique de l'Institut Pasteur. Il est Président d'honneur du Comité Consultatif National d'Ethique des Sciences de la Vie et de la Santé.

Jean-Pierre Changeux a effectué des recherches dans plusieurs domaines de la biologie, depuis la structure et la fonction des protéines allostériques, l'identification du premier récepteur de neurotransmetteur, la sélection de synapses au cours du développement du système nerveux jusqu'aux fonctions supérieures du cerveau principalement sur le modèle de la dépendance à la

nicotine chez la souris.

Il est auteur et co-auteur de nombreuses publications scientifiques et d'ouvrages sur les neurosciences pour le grand public. Citons, *l'Homme Neuronal* (1985); *Matière à Pensée* (avec A. Connes, 1998) ; *La Nature et la Règle* (avec Paul Ricoeur, 2002) ; *L'Homme de Vérité* (2002) ; *Du Vrai, du Beau, du Bien* (2009). Il est membre de l'Académie des Sciences et des Académies des Etats-Unis, Suède, Belgique, Allemagne, Italie. Il a reçu de nombreuses distinctions dont la médaille d'or du CNRS, les prix Gairdner, Lounsbery, Wolf & Balzan et est Grand Croix de la Légion d'Honneur.

Contribution des laboratoires au projet HBP

Institut Pasteur - Département des Neurosciences

L'Institut Pasteur sera en charge des études dans le domaine de l'éthique, de la loi et de la société. Il capitalisera l'expérience de Jean-Pierre Changeux comme Président d'Honneur du Comité Consultatif National d'Éthique et son expertise en neurosciences.

Unité CEA-Inserm de Neuro-imagerie Cognitive basée à NeuroSpin au CEA

L'unité mixte CEA-Inserm de NeuroSpin coordonnera les travaux dans le domaine de la cognition, du comportement et des neurosciences cognitives humaines. Elle apportera son expertise dans l'exploitation conjointe de la neuroimagerie et des paradigmes expérimentaux tirés de la psychologie cognitive.

Chercheurs et laboratoires de recherche nationaux collaborant au projet

- Alexis Brice (Institut thématique multi-organismes « Neurosciences, neurologie, psychiatrie », Inserm),
- Nicolas Brunel (Université Paris René Descartes),
- Raymond Campagnolo (CEA-Léti, Direction de la recherche technologique),
- Jean-Pierre Changeux (Institut Pasteur)
- Stanislas Dehaene (Collège de France, CEA-Inserm, NeuroSpin)
- Alain Destexhe (Unité de neurosciences, information et complexité, CNRS),
- Olivier Faugeras (Research Centers Sophia Antipolis, Rocquencourt, INRIA),
- Yves Fregnac (Unité de neurosciences, information et complexité, CNRS),
- Lyle Graham (Université Paris Descartes, CNRS),
- Viktor Jirsa (Institut des sciences du mouvement, CNRS)
- Jean-François Mangin, Cyril Poupon, Denis Le Bihan (CEA, NeuroSpin)
- Uwe Maskos (Institut Pasteur)
- Antoine Triller (Inserm, Ecole Normale Supérieure)
- Bertrand Thirion (INRIA, NeuroSpin)