

Astrophysique

Tchouri, deux corps en un

En juillet 2014, les images de la caméra OSIRIS de la sonde *Rosetta* ont révélé la forme en deux lobes de la comète Tchouri, avec une « tête » et un « corps » reliés par un mince cou. Quelle est l'origine de cette structure étonnante ? Deux scénarios ont été avancés : la fusion de deux objets ou l'érosion par dégazage au niveau du cou.

Les astrophysiciens ont étudié 103 zones plates ressemblant à des terrasses sur les deux lobes. Ces structures suggèrent que le noyau de la comète est constitué de strates, comme un oignon. En construisant un modèle en trois dimensions indiquant l'inclinaison des plans, les chercheurs ont montré que la comète est un assemblage de deux systèmes de stratification, chacun centré sur l'un des deux lobes. Tchouri est donc née de la fusion de deux corps cométaires.

S. B.

M. Massironi et al., *Nature*, en ligne le 28 septembre 2015

Préhistoire

Le cousin africain des Sardes

L'équipe d'Andrea Manica, de l'université de Cambridge, a séquencé le tout premier génome africain fossile : celui d'un chasseur-cueilleur enterré dans la grotte éthiopienne de Mota il y a 4500 ans. Très proche du génome des Aris, un peuple local, il contient aussi 4 à 7 % de gènes absents chez tous les Subsahariens. Il s'avère que ces gènes coïncident presque avec ceux des Sardes actuels, que l'on sait hérités directement de ceux des premiers paysans en Europe, originaires du Proche-Orient.

Comme les Sardes, le chasseur de Mota descend donc des premiers agriculteurs proche-orientaux, qui ont investi l'Europe il y a quelque 7500 ans. Cette constatation rejoint les résultats, publiés en 2014, du Projet d'étude des variations du génome africain auquel participe Andrea Manica. Ses chercheurs avaient été très surpris de constater que les génomes de 1481 Subsahariens provenant de 18 groupes ethnolinguistiques différents conduisaient à inférer l'existence, il y a plus de 7500 ans, d'un flux de gènes entre Eurasie et Afrique. Cet héritage génique des premiers paysans proche-orientaux est aujourd'hui commun aux Européens et aux Africains subsahariens.

François Savatier

M. Gallego Llorente et al., *Science*, en ligne le 8 octobre 2015

Géophysique

Comment se forment les orgues de basalte

En Irlande du Nord, les touristes ne manquent pas d'aller voir la Chaussée des géants. Cet orgue basaltique, avec ses 40 000 colonnes hexagonales, est le fruit du refroidissement d'une ancienne coulée de lave. Martin Hofmann, de l'université technique de Dresde, en Allemagne, et ses collègues ont modélisé la formation de tels motifs hexagonaux.

Lorsque de la lave se refroidit ou de la boue sèche, la partie supérieure se contracte et se fissure, ce qui libère de l'énergie liée à la tension mécanique. Ces failles sont disposées, *a priori*, de façon aléatoire. Cependant, comme elles libèrent surtout la tension perpendiculaire à leur direction, elles se connectent en général à angle droit : on parle de jonction T.

Dans des milieux qui sont asséchés ou gelés périodiquement,

on observe que les jonctions T se déforment et se déplacent, ce qui les transforme en jonctions Y aux angles de 120°. Les motifs hexagonaux en résultent.

Dans le basalte, des jonctions T se forment en surface, mais la transition entre jonctions T et Y se produit en profondeur, alors que les fractures se propagent dans la lave se refroidissant.

Martin Hofmann et ses collègues ont calculé l'énergie libérée lorsqu'une fracture se propage. Ils ont supposé que la forme des jonctions pouvait changer. Ils montrent ainsi que si la jonction se déforme de T vers Y, l'énergie libérée augmente de 7 %. La tension dans le basalte est ainsi mieux dissipée et la configuration plus stable. Les chercheurs ont confirmé leur résultat avec des simulations numériques.

S. B.

Phys. Rev. Lett., vol. 115, 154301, 2015



© Gigi Peis/Shutterstock.com

La Chaussée des géants, en Irlande du Nord, exhibe un spectaculaire orgue basaltique de quelque 40 000 colonnes hexagonales.

Des ultrasons pour absorber les médicaments

Certaines maladies du système digestif (inflammation chronique, maladie de Crohn, etc.) sont traitées avec des médicaments administrés lors de lavements. Or le médicament met parfois plusieurs heures à être absorbé. Pour accélérer le processus, Robert Langer, du MIT, et ses collègues ont utilisé des ultrasons. Ces ondes sonores créent un phénomène de cavitation transitoire : des bulles se forment et implosent dans le fluide porteur du médicament. Cela produit des microjets qui pénètrent plus facilement les tissus.

Gros comme un cerveau d'éléphant préhistorique

La recette pour évaluer la taille d'un cerveau d'éléphant préhistorique ? Classiquement, on re-tranche 20 % au volume de la boîte crânienne, pour tenir compte des tissus non cérébraux tels que les enveloppes protectrices. Toutefois, le paléontologue Julien Benoit, de l'université Montpellier 2, a montré

que ce chiffre devrait plutôt être de l'ordre de 11 %. Pour ce faire, il a analysé plus de 600 spécimens de mammifères actuels, issus de 23 espèces, et en a déduit la différence moyenne entre le volume du crâne et celui du cerveau en fonction de la taille de l'animal. Les éléphants préhistoriques avaient donc un cerveau plus gros qu'on ne le pensait...

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

ÉCLAIRAGE

Human Brain Project : les raisons d'un échec

Deux ans après son lancement, doté de plus de un milliard d'euros, le projet de simulation du cerveau humain bat de l'aile. Est-ce dû à un problème de gestion ou a-t-on atteint les limites de la Big Science ?

Stefan Theil

Depuis des décennies, Henry Markram rêvait de modéliser le fonctionnement du cerveau humain. En 1994, postdoctorant à l'institut Max Planck pour la recherche médicale de Heidelberg, en Allemagne, il était devenu le premier scientifique à mesurer les signaux électriques entre deux neurones fraîchement prélevés sur un rat. Ces recherches avaient montré comment les synapses se renforcent ou s'affaiblissent, ce qui avait permis d'étudier et de modéliser les processus d'apprentissage du cerveau. Henry Markram avait ainsi acquis le statut d'expert scientifique au sein de l'institut Weizmann à Rehovot, en Israël, et en 1998, devenu professeur, il était l'un des chercheurs les plus respectés du domaine.

Puis la frustration est apparue. Malgré les dizaines de milliers d'articles publiés chaque année en neurosciences par des chercheurs du monde entier, ni la compréhension des fonctions fondamentales du cerveau ni les compétences en matière de traitement des troubles cérébraux ne semblaient progresser. La consternation de Henry Markram était aussi personnelle. Alors qu'il vivait encore en Allemagne, son fils Kai avait été diagnostiqué autiste. Et, comme il l'a raconté au *Guardian* en 2013, il voulait « pouvoir pénétrer le cerveau modélisé de [son] fils pour voir le monde comme celui-ci le percevait ». Le seul moyen d'y parvenir, pensait-il alors, était de modéliser les circuits de l'ensemble du cerveau humain.

En 2009, lors d'une conférence TED, il expose pour la première fois au grand public la manière dont, selon lui, on peut simuler sur un superordinateur les 86 milliards de neurones d'un cerveau et les 10^{12} synapses qui les connectent. « On peut y arriver en dix ans », promet-il, laissant entendre qu'un tel modèle mathématique pourrait même être doué de conscience. Les applications qu'il envisage sont nombreuses : découverte de nouveaux médicaments, substituts pour certaines expérimentations sur l'animal, étude de pathologies telles que la maladie d'Alzheimer. Sans compter l'élan que le projet donnerait à la technologie pour la construction d'ordinateurs plus performants et la création de robots dotés de compétences cognitives, voire d'intelligence.

Dérapage

Nombre de neuroscientifiques expriment leur scepticisme, mais Henry Markram bénéficie à l'époque de nombreux appuis. Sa vision semble être confortée en janvier 2013, quand l'Union européenne lui accorde 1,2 milliard d'euros répartis sur dix ans pour réaliser son objectif. Moins de deux ans plus tard, il règne sur le *Human Brain Project* (projet Cerveau humain) une grande confusion. Le projet est devenu un sujet de controverse, voire de dérision. Plusieurs scientifiques proches de Henry Markram le décrivent comme un génie qui aurait dérapé. Il perd sa fonction à la tête du

projet et a l'obligation de ne plus parler à la presse. Selon le nouveau directeur général, Christoph Ebell, il n'assiste plus aux réunions internes du projet et délègue une personne pour échanger avec l'équipe de direction.

Le *Human Brain Project* a provoqué un schisme au sein de la communauté neuroscientifique européenne. En juillet 2014, une lettre ouverte attaquant le projet sur les plans scientifique et managérial recueille vite plus de 800 signatures dans le milieu de la recherche. En mars 2015, les signataires menacent de le boycotter. Henry Markram lance alors une médiation pour répondre à ses détracteurs. Un comité de 27 scientifiques examine les arguments des deux parties. Hormis deux personnes, le groupe est d'accord avec les critiques exprimées. Dans leur rapport, les médiateurs appellent à une refonte du projet, à la création d'une nouvelle structure de coordination et à un changement d'orientation scientifique. La réorganisation du projet est en cours.

La plupart des rapports sur les dérives de cet ambitieux projet pointent Henry Markram et son style de management, mais pas seulement. Tous s'accordent à dire que Henry Markram essaie de faire du bon travail scientifique. Et malgré les nombreux dysfonctionnements survenus au siège du projet, en Suisse, la principale source de problèmes se situerait à 500 kilomètres au nord, à Bruxelles. Là, au sein de la Commission européenne, le système

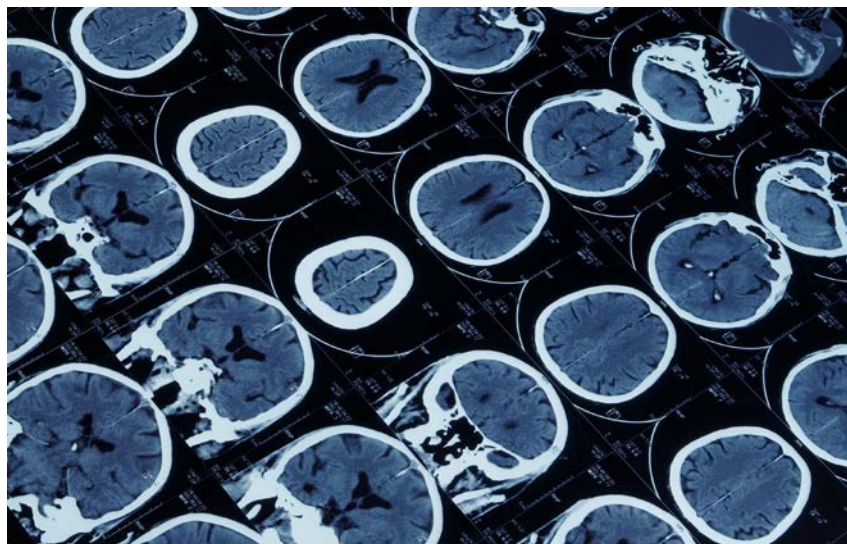
de financement des projets scientifiques à grande échelle – la Big Science – manque de transparence et le peu de contrôle exercé a favorisé l'énorme gabegie qu'est devenu le projet. « Le vrai problème n'est pas le *Human Brain Project*, mais le processus de prise de décision au sein de l'Union européenne », explique Andreas Herz, professeur de neurosciences computationnelles à l'université Louis-et-Maximilien de Munich, en Allemagne, et membre du comité de médiation.

Big Science, big questions

Depuis l'avènement de la Big Science, dans le sillage de la Seconde Guerre mondiale et du projet Manhattan, chercheurs et experts n'ont cessé de débattre de son bien-fondé. Dans un article paru en 1961, Alvin Weinberg, directeur du Laboratoire américain d'Oak Ridge, se demandait si les projets de grande envergure tels que les collisionneurs de particules ou les vols spatiaux habités ruinaient la science ou nous ruinaient. Il craignait que le spectaculaire prenne le pas sur la science et que les sommes engagées ne forcent les chercheurs avant tout à justifier leurs dépenses plutôt que leur raisonnement.

Les préoccupations sont les mêmes aujourd'hui, et aucun projet récent ne les a autant mises en exergue que le *Human Brain Project*. La Big Science porte sur des projets de recherche et développement collaboratifs, souvent interdisciplinaires, à grande échelle. Ils sont de plus en plus financés par des gouvernements du monde entier, soucieux de stimuler l'innovation.

Plusieurs raisons à cette prolifération. De nombreux domaines de recherche sont devenus si complexes et coûteux que les collaborations à grande échelle sont le meilleur moyen d'avancer. La Big Science est depuis longtemps la norme en physique des hautes énergies, où l'exploration des limites de la nature exige l'utilisation de gigantesques accélérateurs de particule, tel le LHC (Grand collisionneur de hadrons) au Cern, près de Genève. En biologie, les débuts de la Big Science datent des années 1990, avec le projet *Génome humain*. Concentré sur 13 ans, il a été cofinancé à hauteur de trois milliards



L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE nucléaire permet de visualiser l'activité de régions du cerveau. Le *Human Brain Project* a pour objectif de simuler les quelque 86 milliards de neurones du cerveau humain et leurs interactions.

■ L'AUTEUR



Stefan THEIL est journaliste et éditeur basé à Berlin. Il est depuis peu résident du centre

Joan Shorenstein à l'université Harvard, aux États-Unis.

de dollars par les Instituts de la santé et le département de l'Énergie américains, avec pour objectif d'établir le séquençage de l'ADN humain. Au début des années 2010 vient le tour des neurosciences. Presque en même temps que le projet européen, les États-Unis dévoilent l'initiative *BRAIN* (*Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies*). Israël, le Canada, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Japon et la Chine annoncent eux aussi la mise en place d'importants programmes de recherche en la matière. Pour Tom Insel, directeur de l'Institut américain de santé mentale, l'une des entités gérant le projet *BRAIN*, ce sont à la fois l'inquiétude liée à l'extension et au coût des troubles mentaux, et l'enthousiasme suscité par les techniques de neuromanipulation – telle l'optogénétique –, qui ont galvanisé les responsables politiques et les scientifiques.

Pourtant, en montrant comment ce type de projet peut vite s'égarer, le *Human Brain Project* montre les limites de ces dépenses somptuaires à l'égard de problématiques complexes. Fructueuses quand elles s'appliquent à des objectifs technologiques bien définis, tels que la construction de fusées ou le décodage du génome, ces coûteuses initiatives gérées par un petit groupe de scientifiques et d'administrateurs sont-elles à même de développer un projet aussi fondamental que la compréhension du cerveau humain ?

Parmi les neuroscientifiques de la génération de Henry Markram (il a aujourd'hui 53 ans),

peu rivalisent avec lui en termes d'accomplissement scientifique et d'ambition. En 2005, il a lancé le *Blue Brain Project*, auquel a contribué IBM en construisant le supercalculateur *Blue Gene* à l'École polytechnique fédérale de Lausanne. Le projet vise à simuler une petite région du cerveau d'un rat. Mais s'il fournit des connaissances sur la modélisation des circuits neuronaux, des critiques soulignent que ce type de modélisation n'améliore pas la compréhension du fonctionnement cérébral. Jusqu'en octobre dernier, Henry Markram n'a pas publié d'article scientifique exhaustif sur les résultats de *Blue Brain Project* (un tel article est paru le 8 octobre, voir l'encadré page ci-contre). Pourtant, il s'est vite lancé dans un projet plus ambitieux encore : *Human Brain Project*.

Aux compétences scientifiques de Henry Markram s'ajoute une exceptionnelle force de persuasion. Charismatique et photogénique, il a acquis une réputation de visionnaire en neurosciences. Il a aussi toujours été prompt à balayer les critiques de ceux qui, selon lui, sont peu enclins à embrasser « la révolution conceptuelle » que représente le *Human Brain Project*. Nombre de ses détracteurs en contestent le fondement scientifique. La plupart des neuroscientifiques pensent que simuler le fonctionnement du cerveau avec la précision imaginée par Henry Markram n'apporterait rien en matière de cognition, de mémoire ou d'émotion – de même que copier atome par atome le matériel informatique d'un ordinateur nous dirait peu sur le logiciel qui fonctionne à l'intérieur. Les critiques accusent aussi Markram d'avoir surestimé les applications potentielles du projet.

Malgré le scepticisme de la communauté neuroscientifique, Henry Markram convainc les personnes qui comptent : les bailleurs de fonds au sein de la Commission européenne, qui semblent avoir moins examiné la faisabilité scientifique du projet que ses potentielles retombées économiques et politiques. En 2009, mue par la crainte d'être devancée outre-Atlantique en matière d'informatique, de numérique et d'autres technologies, la Commission européenne a lancé un concours pour des projets phares, avec à la clé au moins un milliard d'euros pour chacun. Visant tout autant la politique industrielle que les sciences, ces projets sont censés « permettre à l'Europe d'occuper une position de leader » dans le

secteur des technologies émergentes. Avec ses promesses de retombées pour les neurosciences, la médecine, la robotique et la technologie numérique, le *Human Brain Project* correspond tout à fait aux aspirations d'une administration qui croit un tel projet réalisable en dix ans.

Parce que ce programme a été envisagé comme une vitrine, en dehors du processus habituel de financement des projets scientifiques, et parce qu'il fallait bien justifier un budget aussi colossal, les responsables politiques, les bureaucrates et même les scientifiques sont incités à exagérer ses promesses. Un jury secret de 25 experts (dont au moins un neuroscientifique) venus de toute l'Europe a ainsi choisi, parmi les six finalistes, deux projets, dont le *Human Brain Project*, chacun doté d'environ un milliard d'euros, versés par tranches de 100 millions.

L'autre vainqueur est le projet *Graphène* – selon lequel un consortium de chercheurs académiques et industriels de 23 pays doit développer les applications de ce nanomatériau prometteur dans les domaines de l'électronique, de l'énergie et dans d'autres secteurs industriels. Ce projet doit de plus aider l'industrie européenne à ne pas se laisser doubler par des pays asiatiques tels que la Corée du Sud, où Samsung travaille aussi sur ce matériau.

Cependant, contrairement au *Human Brain Project*, le projet *Graphène* n'a pas suscité de polémique et les acteurs de la recherche industrielle y ont vite souscrit partout en Europe. L'une des différences capitales réside dans le fait que le projet *Graphène* n'est pas fondé sur la vision d'une unique personne. Il a été élaboré de manière collaborative et décentralisée. Ainsi, tandis que Henry Markram et un petit groupe de personnes contrôlent la structure du *Human Brain Project* et son financement, le projet *Graphène* est un réseau ouvert, coordonné avec souplesse par le porteur du projet, l'université technologique Chalmers de Göteborg, en Suède. Peut-être plus important encore, le projet *Graphène* a un objectif technique bien défini : développer une technologie dédiée à la commercialisation d'un matériau éprouvé. Contrairement à la modélisation du cerveau, cet objectif ne nécessite pas de combler de vastes lacunes dans les fondements mêmes d'un domaine.

Le projet
correspondait
aux aspirations d'une
administration
qui croyait une telle entreprise
réalisable en dix ans

« La médiation laisse espérer que la crise sera réversible »

A la suite des recommandations de la médiation sur le *Human Brain Project*, rendues en mars dernier, les nouvelles orientations du projet se précisent. Le point avec Yves Frégnac, professeur en sciences cognitives à l'École polytechnique, directeur de l'Unité neuroscience, information et complexité (UNIC) au CNRS et membre de la division Architecture cognitive du projet.

POUR LA SCIENCE

Le *Human Brain Project* a-t-il produit des résultats ?

YVES FRÉGNAC : Le *Human Brain Project* (HBP) a été présenté comme un projet nouveau et audacieux pour mieux comprendre et simuler le cerveau, soigner les maladies mentales et développer de nouvelles technologies de l'information. Il n'a pas encore à son actif de contributions majeures correspondant à son ambition initiale. Ce constat n'est pas inquiétant, après seulement deux ans de fonctionnement. Néanmoins, une avancée notable a eu lieu en octobre. Jusqu'à présent, il manquait au projet une « preuve de concept », démontrant la faisabilité de simuler de façon réaliste le fonctionnement du cerveau humain. Cette preuve vient de lui être fournie partiellement par le *Blue Brain Project*, lancé sept ans plus tôt.

Une équipe internationale dirigée par Henry Markram a simulé la structure et la fonction d'un tiers de millimètre cube du néocortex du rat nouveau-né. Le comportement électrique du tissu cérébral virtuel reconstruit (30 000 neurones connectés par près de 40 millions de synapses) a été simulé avec des superordinateurs approchant l'exaflop (10^{18} opérations par seconde). Ce premier pas vers une simulation du cerveau représente l'apogée de 20 ans d'expérimentations et 10 ans de calculs informatiques pour développer

les algorithmes et construire l'écosystème logiciel nécessaire à la représentation complète d'une colonne corticale.

Ce tour de force technique ne répond cependant pas à toutes les interrogations. Par exemple, les simulations sont fondées sur des données chez le nouveau-né, à la différence d'autres projets utilisant comme référence la connectivité adulte. Pour de nombreux spécialistes de la plasticité synaptique, il paraît peu vraisemblable qu'une « photo » de la connectivité *in vitro* chez l'animal nouveau-né, aussi réaliste soit-elle, puisse rendre compte de la dynamique corticale observée *in vivo* chez l'adulte.

PLS

Quels sont les nouveaux objectifs du HBP ?

Y.F. : Au cours des premiers mois de son fonctionnement, un long débat a eu lieu dans la presse scientifique internationale concernant un changement de ses objectifs. Les dirigeants du projet affirment que, dès le départ, il est défini comme un ensemble d'infrastructures de type plateformes informatiques à haute performance et de calcul neuromorphique (inspiré du vivant). Pourtant, pour certains participants de la première heure et la plupart des chercheurs en neurosciences, l'objectif principal annoncé était la compréhension du fonctionnement du cerveau. Cet axe fondamentaliste a bel et bien

disparu des objectifs réaffirmés du programme, au profit de la simulation à haute performance et des bases de données multi-omiques (les « big data », rassemblant les données sur les neurones – transcriptome, protéome... – et leurs interactions – le connectome).

Les limitations qui découlent de la radicalisation technologique du projet ne sont pas à minorer, puisque simuler le cerveau ne signifie pas obligatoirement comprendre les mécanismes de la pensée et le code neuronal. Cependant, le remarquable travail de médiation, mené par Wolfgang Marquardt, a obligé le HBP à reconsidérer sa décision hâtive de dissoudre sa division de neurosciences cognitives et laisse espérer que la crise de confiance auprès de la communauté des neurosciences sera réversible. Déjà, le HBP a clarifié le statut des infrastructures, destinées à être mises au service de la communauté, et renforcé le financement de projets visant à utiliser les infrastructures pour faire émerger des fonctions cognitives. L'avenir nous dira si les neuroscientifiques européens viendront peupler les bases de données construites à leur intention et s'en serviront.

PLS

**Est-ce réalisable ?
En combien de temps ?**

Y.F. : La date promise de la simulation complète du cerveau humain est 2023, mais cette date est arbitraire et correspond à la durée prévue du contrat (10 ans) ! Les spécialistes espèrent des progrès majeurs pendant cette période, mais envisagent que HBP survive sous la forme d'une ressource européenne pérenne (un futur

« cérébroscopie »). La promesse d'une date butoir affaiblit le sérieux de la démarche scientifique, car elle pousse chercheurs et responsables européens à affirmer une valeur ajoutée sociétale très au-delà de ce que l'état des connaissances sur le cerveau nous permet d'entrevoir.



Yves FRÉGNAC, directeur de recherche au CNRS.

PLS

Le projet a-t-il trouvé une réelle utilité à présent ?

Y.F. : Il me semble que tous les acteurs (chercheurs, institutions nationales, Europe) se trouvent maintenant face à leur responsabilité. Une action radicale reste nécessaire pour relancer la confiance et l'enthousiasme des communautés concernées. Elle ne pourra se faire, à mon avis, qu'en réduisant les conflits d'intérêt et en accueillant au sein du HBP les grands instituts de neurosciences théoriques (Gatsby, Bernstein) encore largement hostiles au projet. Leur participation est nécessaire pour unifier les théories du cerveau. L'ironie de cette crise est que le HBP, en promettant un investissement européen exceptionnel dans la recherche sur le cerveau humain, a stimulé la création d'initiatives à grande échelle en neurosciences aux États-Unis, en Chine et au Japon. Faut-il échouer ici pour réussir ailleurs ?

*Propos recueillis
par Marie-Neige CORDONNIER*

■ BIBLIOGRAPHIE

H. Markram *et al.*,
**Reconstruction and simulation
of neocortical microcircuitry**,
Cell, vol. 163, pp. 456-492, 2015.

W. Marquardt *et al.*, **Human
Brain Project Mediation report**,
mars 2015. En ligne :
<http://bit.ly/1M34ZKS>

Z. J. Huang et L. Luo, **It takes the
world to understand the brain**,
Science, vol. 350, pp. 42-44, 2015.

Y. Frégnac et G. Laurent,
**Neuroscience : Where is the brain
in the Human Brain Project ?**,
Nature, vol. 513, pp. 27-29, 2014.

Groupe de travail de BRAIN,
BRAIN 2025 : A Scientific Vision,
NIH, 2014. En ligne :
braininitiative.nih.gov/2025/

H. Markram, **Human Brain
Project : simuler le cerveau
humain**, *Pour la Science*, n° 425,
pp. 36-42, mars 2013.

Curieusement, la Commission européenne n'a pas insisté pour que soient effectués les contrôles de rigueur et les bilans d'usage sur la gestion du *Human Brain Project*, lors de son lancement en 2013. Selon le rapport de médiation, des conflits d'intérêt ont gangrené sa gouvernance. Non seulement Henry Markram et deux autres scientifiques contrôlaient le conseil d'administration, et donc la répartition des financements au sein du consortium de 112 institutions, mais le projet scientifique de Henry Markram et ceux de plusieurs autres membres du conseil d'administration ont été les bénéficiaires de leurs propres arbitrages financiers.

Ce n'est qu'à partir de la lettre ouverte de juillet 2014 que la Commission européenne commence à mentionner des problèmes de gouvernance. Quelques jours avant que les médiateurs ne communiquent leur rapport, elle publie son propre compte-rendu (rédigé par un comité dont les membres ne sont connus que de la Commission et du projet), bien moins explicite sur les problèmes de gouvernance, mais exigeant tout de même des changements. La Commission salue aussi le processus de médiation. Sans la fronde des neuroscientifiques, il n'est pas certain que les changements organisationnels actuels auraient été exigés.

La leçon de BRAIN

Jusqu'à présent, le projet américain *BRAIN* s'en est bien mieux sorti que le *Human Brain Project*. Dévoilé en avril 2013, il a d'abord lui aussi été accueilli avec scepticisme. De nombreux scientifiques américains ont craint que le projet siphonne les subventions destinées à la recherche en neurosciences pour des objectifs nébuleux, voire inatteignables. Mais au lieu de procéder dans le plus grand secret, à coups de comités restreints et de comptes-rendus confidentiels, l'Institut américain de la santé mentale a réagi en suspendant le projet et en impliquant les neuroscientifiques. L'agence a nommé un comité de 15 experts du cerveau et l'a laissé définir le projet dans une série de réunions de travail ouvertes au public. Une année de délibérations a permis d'établir un programme interdisciplinaire ambitieux visant à développer de nouveaux outils technologiques qui permettront de mieux enregistrer, mesurer et stimuler l'activité cérébrale.

La grande différence entre le *Human Brain Project* et le projet *BRAIN* est que ce dernier ne se fonde pas sur un point de vue scientifique unique. De nombreuses équipes y rivalisent

pour obtenir des subventions et innover dans des directions différentes et imprévues. Cette compétition a lieu selon le processus d'évaluation classique de l'Institut américain de la santé mentale, par les pairs, qui empêche les conflits d'intérêt. Ce système n'est pas parfait – il tend à favoriser les paradigmes scientifiques connus – et le financement scientifique américain a aussi ses propres failles. Mais, plus concurrentiel et transparent, le processus de décision du projet *BRAIN* est bien loin de la boîte noire qui a produit le *Human Brain Project*.

Le projet *BRAIN* a de bonnes chances de réussir, car, malgré son étiquette de mégaprojet, il s'agit moins de Big Science que d'un modèle d'innovation distribuée au financement centralisé et doté de règles qui encouragent la collaboration. L'étiquette de mégaprojet n'est peut-être même qu'une astuce de marketing pour lever des fonds et trouver des soutiens.

Suite aux critiques formulées dans le rapport de médiation, le *Human Brain Project* est soumis à une profonde réorganisation. Selon Christoph Ebell, une nouvelle structure de gestion est en construction, qui évitera la concentration des pouvoirs. De nouveaux organes de contrôle indépendants seront mis en place. Un sous-projet clé de neurosciences cognitives, dont la suppression, l'an dernier, avait accéléré les attaques contre le *Human Brain Project*, a été rétabli. Le processus d'accès aux subventions du *Human Brain Project* est aussi repensé en une mise en concurrence plus ouverte des projets collaboratifs. Désormais, chaque groupe impliqué dans le consortium, y compris celui de Henry Markram, devra demander le renouvellement de ses subventions tous les deux ans.

Le *Human Brain Project* se focalise aussi davantage sur la production d'outils informatiques à visée plus large que la simulation du fonctionnement du cerveau : un ensemble de logiciels de traitement des données et de modèles mathématiques pour la recherche neurologique – ce que même ses détracteurs approuvent. En se concentrant ainsi sur la gestion des données – un aspect qui était déjà au cœur de la démarche de Henry Markram – le *Human Brain Project* pourrait devenir le complément parfait du projet *BRAIN*, dont les nouvelles technologies devraient générer de gigantesques volumes de données neurologiques. Si le *Human Brain Project* se recentre sur son socle technologique, Henry Markram pourrait bien, finalement, léguer aux neurosciences un patrimoine conséquent et durable. ■

GRENOBLE SCIENCES

■ CONSEIL ■ EXPERTISE ■ LABELLISATION ■ ÉDITION

En 2014 et 2015, Grenoble Sciences a labellisé des ouvrages originaux pour des publics variés

Des ouvrages originaux de niveau LMD ou pour un public cultivé (Collection Grenoble Sciences, blanche et colorée)



À l'international, des livres « *Selected by Grenoble Sciences* » ainsi que d'autres titres en roumain, chinois...

Un ouvrage sur un thème intéressant avec des expertises variées



■ GRENOBLE SCIENCES

Retrouvez tous les titres sur notre site

www.grenoble-sciences.fr

Grenoble Sciences, Université Joseph Fourier, Bât. B de Phitem,
230 rue de la Physique - BP 53, 38041 Grenoble cedex 9
Tél. (33)4 76 51 46 95 - Fax. (33)4 76 51 45 79
Email : Grenoble.Sciences@ujf-grenoble.fr

Université
Joseph Fourier
GRENOBLE

Rhône-Alpes