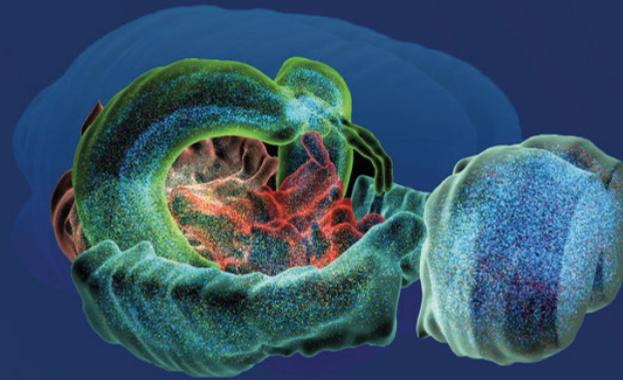
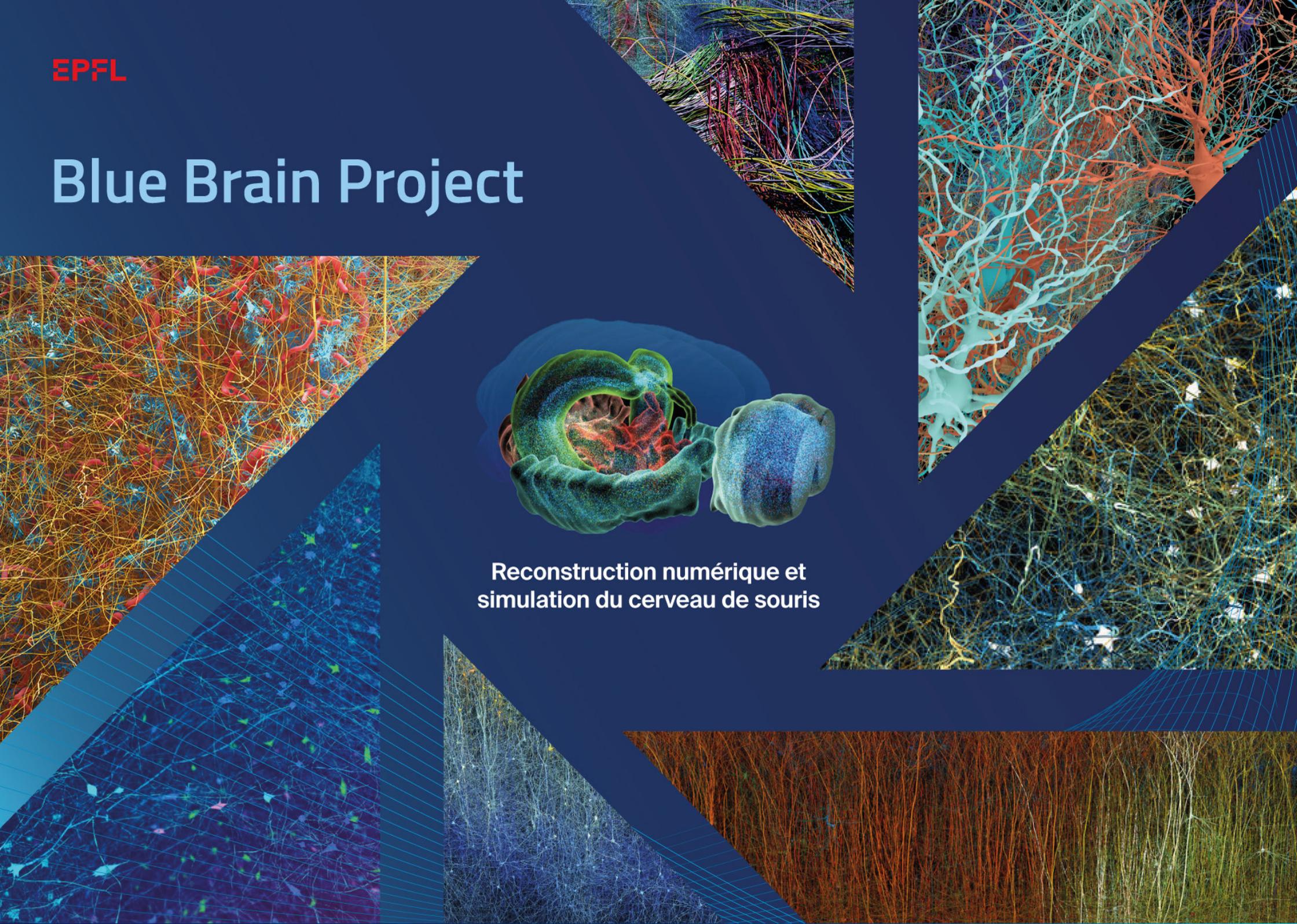


Blue Brain Project



Reconstruction numérique et
simulation du cerveau de souris



Qu'est-ce que le Blue Brain Project ?

Le Blue Brain Project de l'EPFL est une initiative suisse de recherche sur le cerveau, fondée et dirigée par le Professeur Henry Markram.

L'objectif de Blue Brain est d'établir la neuroscience de simulation comme approche complémentaire aux neurosciences expérimentales, théoriques et cliniques afin de comprendre le fonctionnement du cerveau en produisant les premières reconstructions et simulations numériques biologiquement détaillées du cerveau de la souris.

Pourquoi le projet Blue Brain est-il si important ?

La compréhension du cerveau est l'un des plus grands défis en matière de Big Data que nous ayons à relever aujourd'hui. Après des années de théorie et d'expérimentation, la simulation est la phase suivante de nombreux domaines en sciences et en ingénierie. La simulation en neurosciences est fondamentale pour comprendre le cerveau en tant que système complexe à plusieurs échelles.

Par conséquent, les simulations et reconstructions réalisées par Blue Brain sur des superordinateurs offrent une approche radicalement nouvelle pour comprendre la structure et la fonction à différents niveaux du cerveau.

Le saviez-vous ?

Il existe plus de 600 maladies du cerveau.

Comprendre le cerveau est essentiel pour diagnostiquer et traiter les troubles neurologiques (tels que la maladie d'Alzheimer) qui pèsent de plus en plus lourdement sur les populations mondiales vieillissantes.

Chiffres clés du Cerveau Humain

- Environ **100 milliards** de neurones
- **1 million de milliards (1 billion)** de synapses
- **Plus d'un milliard** de molécules dans une seule cellule
- **20 000** gènes
- **Plus de 800** régions cérébrales différentes
- **Plus de 200 000** protéines différentes

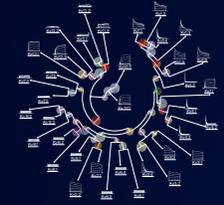


Blue Brain a publié plus de 230 articles et prépublications dans des revues internationales.



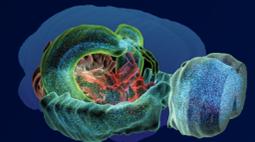
1M+

Accès libre partagé - plus d'un million d'enregistrements de canaux Kv provenant de plus de 18 000 cellules



737

Premier atlas numérique en 3D de chaque cellule des 737 régions du cerveau de la souris



120+

Repositoires en libres accès et neuf bibliothèques majeures

230+

Articles et prépublications dans des revues internationales

150

Employés venant du monde entier

35

Nationalités

18K

Inscriptions aux cours MOOCs du BBP

Comment fonctionne le Blue Brain Project ?

1. Une Méthode Fondée sur les Data

Pour atteindre son objectif, Blue Brain a mis en place un processus de modélisation axé sur les données, comportant cinq étapes principales. Ces étapes interdisciplinaires commencent par la collecte et l'organisation des données jusqu'au raffinement des modèles et des expériences.

[En savoir plus](#)

2. Les Jalons Scientifiques de Blue Brain

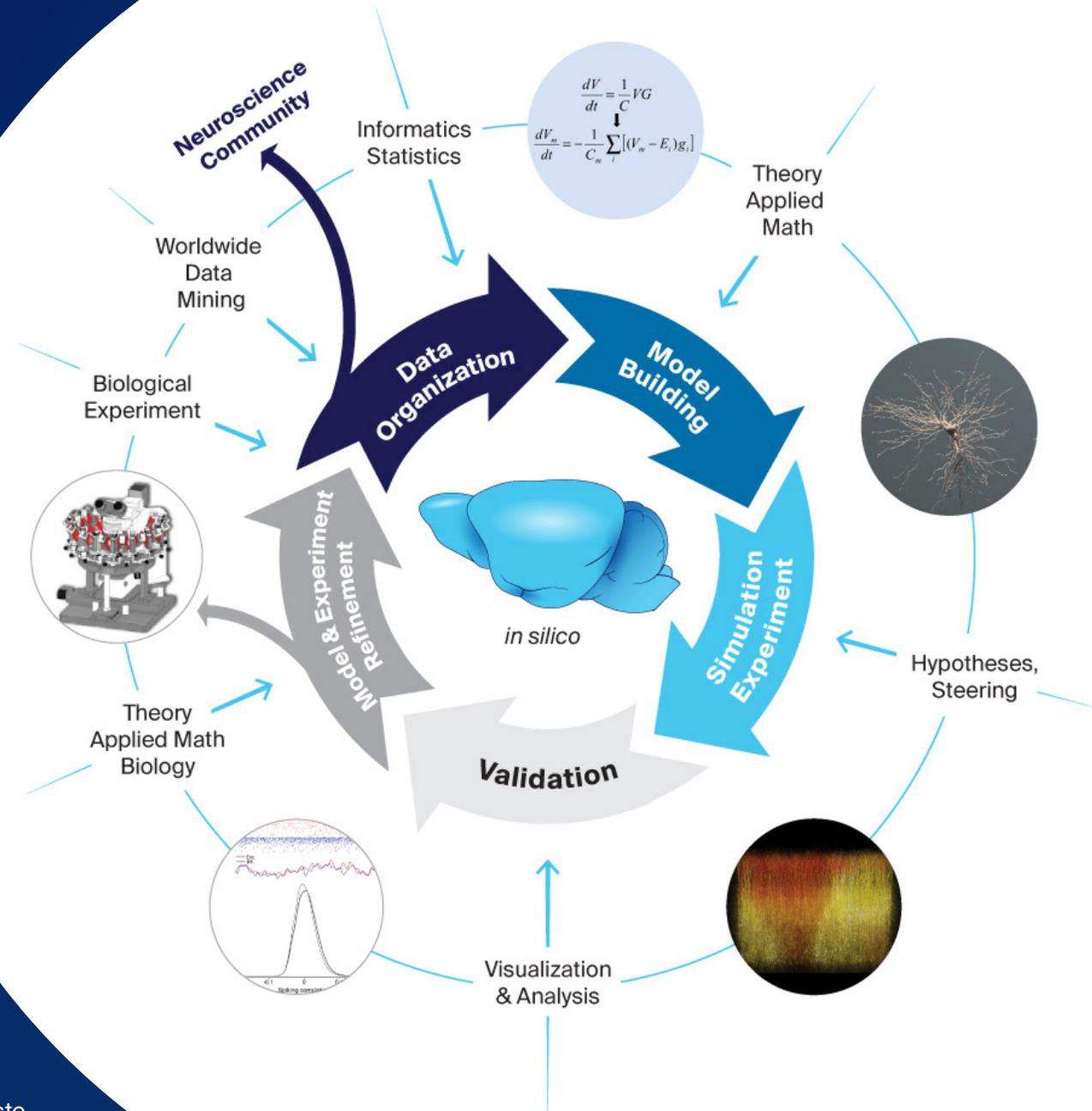
Blue Brain suit une feuille de route de quatre ans, avec des étapes scientifiques à franchir pour atteindre notre objectif ultime, à savoir la reconstruction numérique de l'intégralité du cerveau de la souris.

Les jalons scientifiques, qui sont vérifiés par des scientifiques indépendants, nous guident dans notre travail scientifique quotidien. Lorsqu'ils sont atteints et partagés, ils contribuent aux autres efforts de recherche sur le cerveau et soutiennent la communauté scientifique au sens large.

[En savoir plus](#)

3. La Science en Équipe

L'approche en équipe de Blue Brain, avec des scientifiques travaillant aux côtés d'ingénieurs, de mathématiciens et d'experts en calcul haute performance, soutenue par l'architecture de logiciels, d'outils et de capacités de visualisation de BBP, est appliquée à une vaste gamme de prédictions *in silico* (simulation) réalisées à l'aide d'expériences qui seraient infaisables ou impossibles *in vitro* ou *in vivo*.



Les principaux résultats de Blue Brain

En 2015, Blue Brain a franchi une étape majeure avec la publication d'une première ébauche de la reconstruction numérique du microcircuit néocortical (Markram et al, 2015). L'étude a confirmé la faisabilité de la construction et de la simulation d'une copie numérique d'une partie du cerveau et a démontré que les grands projets scientifiques multidisciplinaires dans le domaine des neurosciences donnent des résultats favorables (82 scientifiques ont contribué à l'étude).

L'article, paru dans la revue Cell, représente la description la plus complète à ce jour d'un microcircuit neuronal. Il fournit une carte numérique complète de toutes les cellules et synapses d'un bloc de tissu neural et décrit des expériences de simulation reproduisant une série d'expériences *in vivo* antérieures. En d'autres termes, la copie numérique d'une partie du cerveau réalisée par Blue Brain se comporte comme une partie réelle du cerveau.

Plus important encore, cette étude valide la simulation en tant que nouvelle méthode utile en neurosciences. Elle prouve que nous comprenons suffisamment bien les propriétés fondamentales des composants et des interconnexions du cerveau pour être en mesure de reconstruire et de simuler certaines fonctions physiologiques.

Par conséquent, Blue Brain a :

- **Produit** un premier modèle des règles guidant la connectivité entre neurones d'un néocortex entier de souris. Sur la base de ces règles, l'équipe a généré des instances statistiques du micro-connectome de 10 millions de neurones, un modèle couvrant cinq ordres de grandeur et contenant 88 milliards de connexions synaptiques qui servira de base à la simulation la plus large au monde de circuits neuronaux détaillés.
portal.bluebrain.epfl.ch/resources/models/mouse-whole-neocortex.
- **Publié** le Blue Brain Cell Atlas, le premier atlas numérique en 3D de chaque cellule du cerveau de la souris. Les neuroscientifiques disposent ainsi d'informations jusqu'alors indisponibles sur les principaux types de cellules, leur nombre et leur position dans les 737 régions du cerveau. portal.bluebrain.epfl.ch/resources/models/cell-atlas.
- **Construit** une copie numérique de l'ensemble du cortex somatosensoriel avec environ quatre millions de neurones, une partie de l'hippocampe (une région du cerveau qui sert de système GPS dans le cerveau) et un microcircuit du thalamus (la partie du cerveau qui organise toutes les informations qui vont et viennent du néocortex).
- **Aidé** d'autres groupes à construire des copies numériques d'autres régions du cerveau.

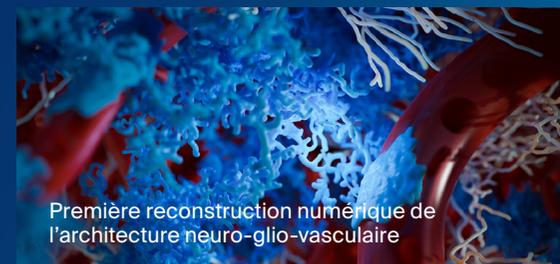
- **Cartographié** le comportement cinétique de la plus grande famille de canaux ioniques : les canaux Kv, et fourni plus d'un million d'enregistrements en libre accès de canaux Kv provenant de plus de 18 000 cellules, ainsi qu'à un ensemble croissant de données pour d'autres canaux. Ces données sont accessibles au public et peuvent être téléchargées sur la plateforme de type wiki Channelpedia. channelpedia.epfl.ch.
- **Réalisé** une méta-analyse approfondie pour intégrer les données quantitatives sur les protéines et métabolites provenant de ressources accessibles au public, et crée une base de données prêtes à être simulées utiles à la réalisation d'expériences en biologie moléculaire qui soient normalisées et comparables - le Brain Molecular Atlas. portal.bluebrain.epfl.ch/resources/models/brain-molecular-atlas.
- **Reconstruit** numériquement l'architecture du système neuro-glio-vasculaire. Les données expérimentales, les modèles et les outils utilisés pour reconstruire le tissu cérébral à cette résolution sont en libre accès sur le portail web Blue Brain NGV. bbp.epfl.ch/ngv-portal.
- **Contribué** à la lutte contre le COVID-19 par le biais de connaissances et d'expertises translationnelles ainsi que par le développement et le libre partage de nouveaux logiciels et outils. epfl.ch/research/domains/bluebrain/blue-brain-and-covid-19.



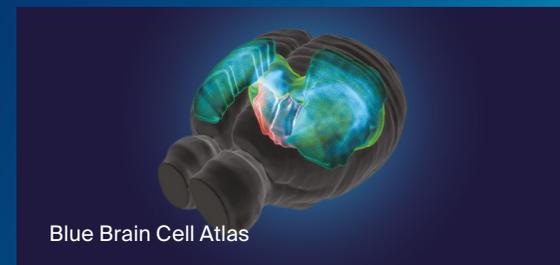
Microcircuits néocorticaux



Des milliards de connexions synaptiques formées dans le néocortex



Première reconstruction numérique de l'architecture neuro-glio-vasculaire



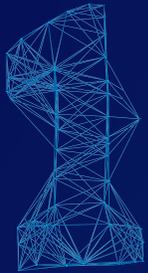
Blue Brain Cell Atlas



Cartographie du comportement cinétique des canaux Kv

Quelles sont les prochaines étapes ?

Blue Brain a jusqu'à présent établi une approche solide pour reconstruire, simuler, visualiser et analyser de façon réaliste une copie numérique de tissus cérébral de la souris et du cerveau entier de la souris. Nous en sommes maintenant au stade où nous construisons de plus grandes régions du cerveau et où nous intégrons davantage de détails biologiques. En outre, nous pouvons utiliser le circuit modélisé pour acquérir de nouvelles connaissances sur le fonctionnement des circuits à grande échelle, en reliant le niveau cellulaire à l'échelle microscopique (par exemple, les canaux ioniques membranaires, la dynamique des synapses et des impulsions) au niveau macroscopique (l'émergence d'états cérébraux liés au comportement) - voir par exemple, les travaux de Reimann et al. (2013) et de Newton et al. (2021) ou les récentes prépublications par Amsalem et al. et Chindemi et al.



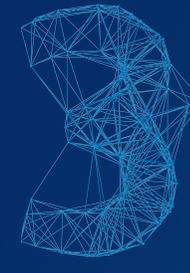
Science

Construire de plus en plus de régions du cerveau de la souris, l'objectif étant de simuler le cerveau entier d'ici 2024.



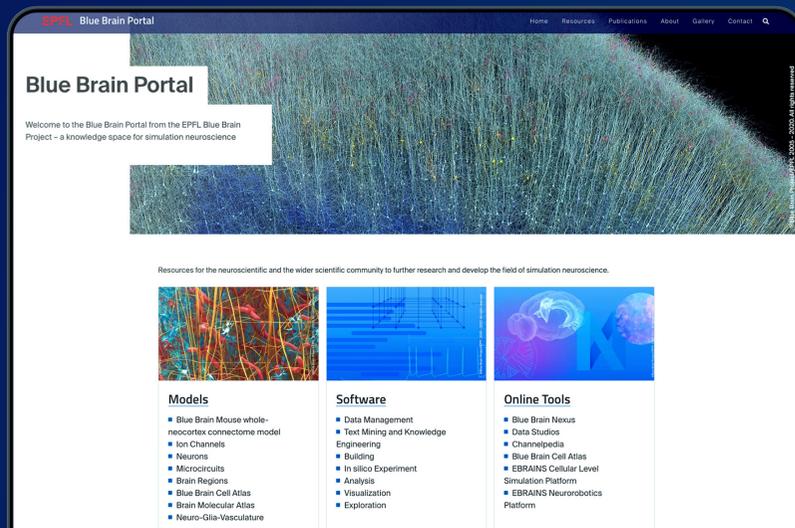
Recherche translationnelle

Répondre aux besoins futurs, comme la pandémie de COVID-19, grâce à nos outils et recherches qui peuvent accélérer les solutions et la collaboration.



Diffusion

Continuer à fournir des données, des modèles, des logiciels libres et des outils en ligne à la communauté scientifique par le biais du portail Blue Brain et en tant que collaborateur aux plateformes du projet européen Human Brain Project. Blue Brain catalyse les efforts de la communauté travaillant sur la reconstruction et la simulation de modèles biologiquement détaillés du cerveau.

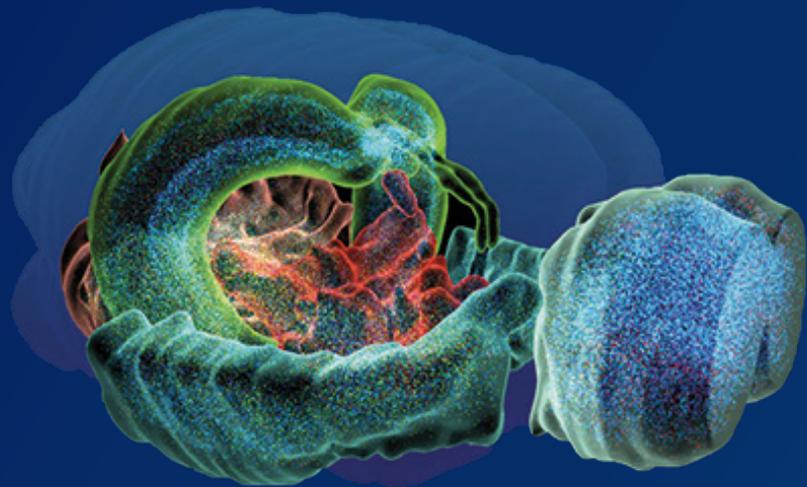


Promouvoir la science ouverte et la collaboration

Les modèles, les données, les outils en ligne et les logiciels de Blue Brain sont mis à la disposition de la communauté scientifique par le biais du portail Blue Brain.

En tant que centre de recherche de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Blue Brain défend l'initiative pour la science ouverte de l'EPFL, qui vise à maximiser la portée et l'impact des recherches menées à l'école.

Visite du Blue Brain Portal



EPFL Blue Brain Project

Campus Biotech
Chemin des Mines 9
CH-1202 Geneva, Switzerland

Tel: +41 (0)21 693 7660
Email: info.bbp@epfl.ch

Suivez nos progrès:

epfl.ch/research/domains/bluebrain

portal.bluebrain.epfl.ch

