

The background is a dark gray gradient. On the left side, there are vertical light blue lines resembling a circuit board, with small circles at the ends of the lines. On the right side, there is a large, glowing blue neuron with several long, thin dendrites extending upwards and outwards. The main title is centered in white, bold, sans-serif capital letters.

SOUTENANCE DE PROJET DE 3^{ÈME} ANNÉE

UTILISATION DE LA PLATEFORME NEUROMORPHIC COMPUTING
PLATFORM DU HUMAN BRAIN PROJECT (HBP)

Manon PREDHUMEAU & Justin GOUTEY

Proposé par Alexandre MUZY
Tuteuré par David HILL

INTRODUCTION



Human Brain Project

- Human Brain Project (2013)
- Simulateurs Neuronaux : SpiNNaker & BrainScaleS
- Comparatif et analyse de performances



PLAN

I. Le Cerveau

- A. Neurone
- B. Synapse
- C. Le réseau

II. BrainScaleS

- A. Présentation
- B. Modules Neuromorphiques

III. SpiNNaker

- A. Présentation
- B. Principes
- C. Architecture

IV. Exploitation

- A. PyNN
- B. Émulateurs
- C. Plateforme HBP

Conclusion

LE NEURONE

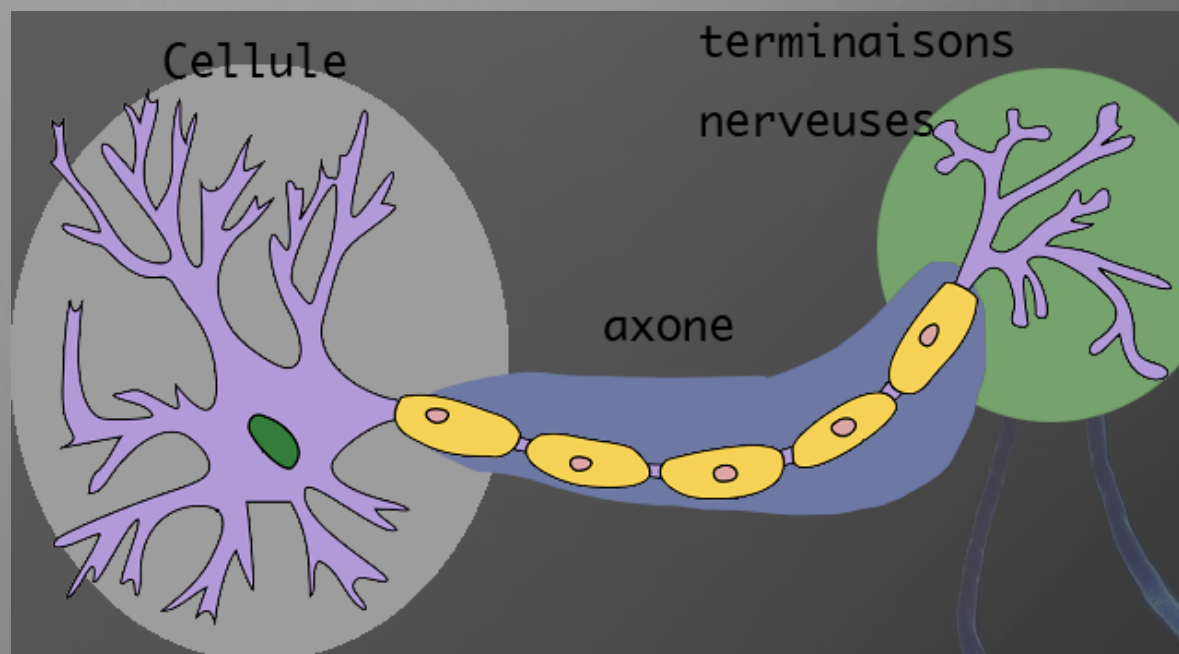
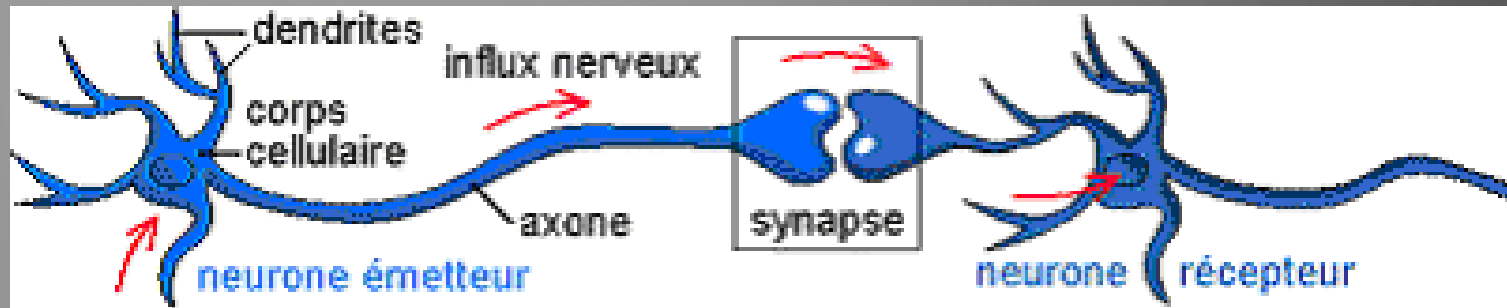


Schéma simplifié d'un neurone
(<https://geekeries.org/2016/05/jouer-avec-vos-reseaux-de-neurones/>)

- Cellule nerveuse
- Unité de traitement de l'information

LA SYNAPSE



Transmission entre deux neurones
(<http://www.grand-dictionnaire.com/antispasmodiques.html>)

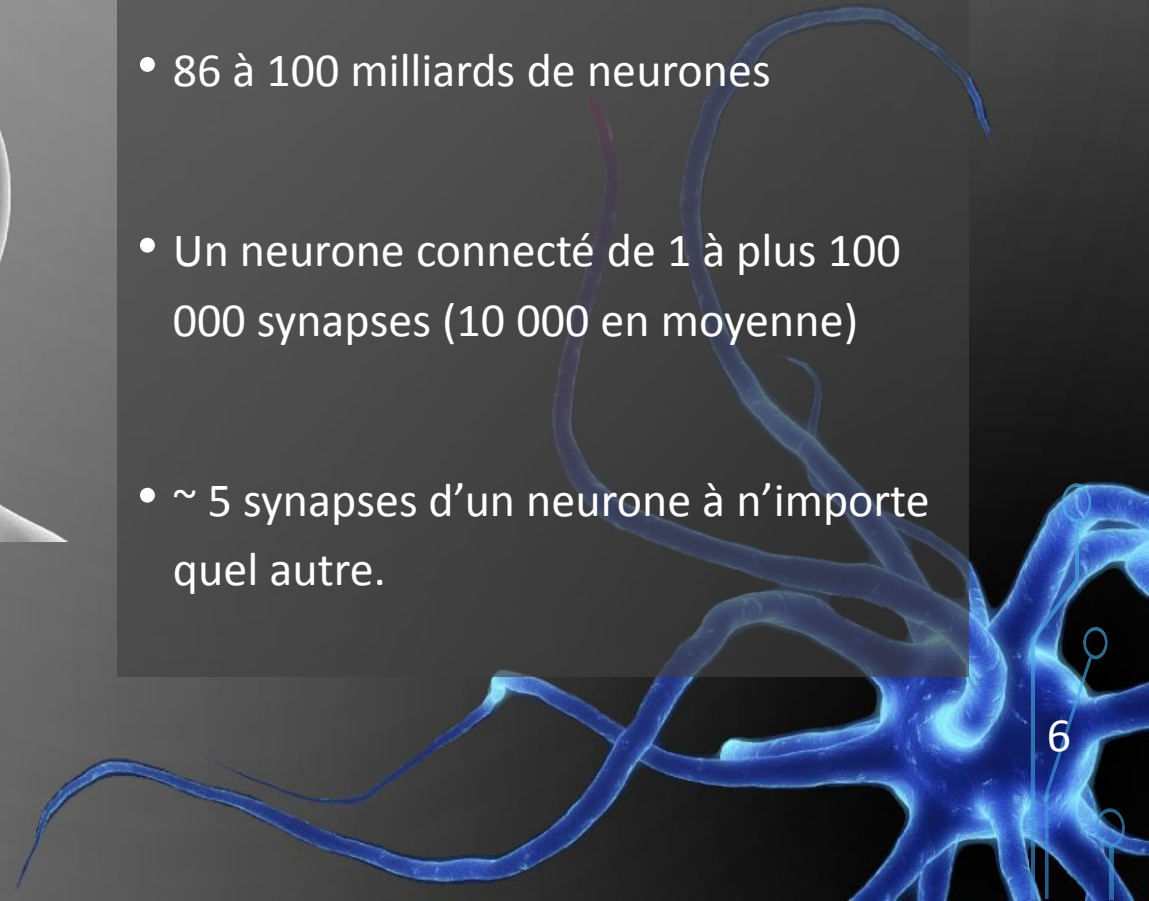
- Vecteur de communication
- Interaction chimique
- Mobiles

LE RÉSEAU



Le cerveau humain :

- 86 à 100 milliards de neurones
- Un neurone connecté de 1 à plus 100 000 synapses (10 000 en moyenne)
- ~ 5 synapses d'un neurone à n'importe quel autre.



PRÉSENTATION

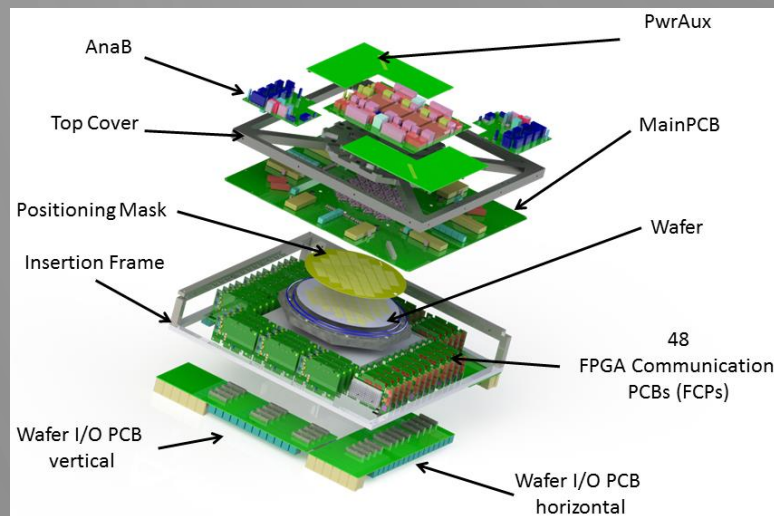


Hardware BrainScaleS

(https://electronicvisions.github.io/hbp-sp9-guidebook/pm/pm_hardware_configuration.html)

- Équipe d'Heidelberg
- Simulation hardware
- 20 modules neuromorphiques
- Simulation plus économe et 10^3 à 10^5 fois plus rapide que la réalité

MODULES NEUROMORPHIQUES

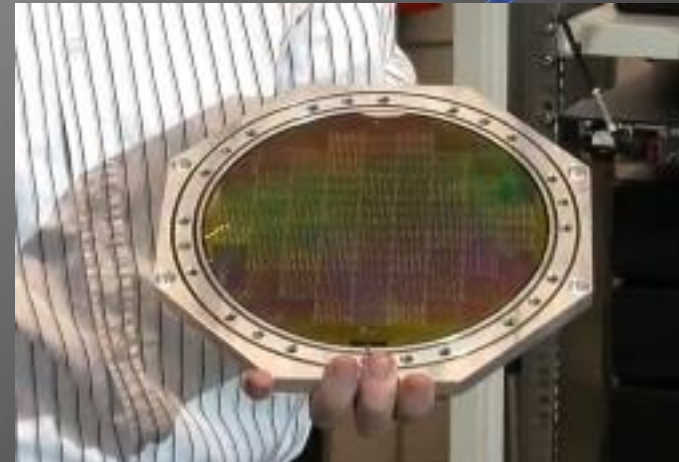


Décomposition d'un module neuromorphique
https://electronicvisions.github.io/hbp-sp9-guidebook/pm/pm_hardware_configuration.html

- Élément central de BrainScales
- Milieu de simulation
- Composants au cœur de la simulation :
 - Wafer
 - Carte FPGA

WAFER

- Cercle de silicone de 20 cm de diamètre
- Lieu de la simulation
- 384 puces HICANN :
 - 128 000 synapses
 - 512 « neurones électroniques »



Un wafer
(<http://www.artificialbrains.com/brainscales>)

CARTE FPGA

- Vecteur de paramétrage
 - Communication avec le cluster de calcul
 - Paramétrage simulation
 - Retour logs et données
- Vecteur de communication
 - Extension du réseau
 - Communication inter-wafer

PRÉSENTATION



Hardware SpiNNaker
(https://electronicvisions.github.io/hbp-sp9-guidebook/mc/mc_index.html)

- Spiking Neural Network Architecture
- Équipe de Manchester
- Simulation software
- « Many Core »
- Objectif : simuler 1% du cerveau humain

L'INCOHÉRENCE MÉMOIRE

- Pas de vérification avant modification
- Seule l'information locale est connue (comme dans un vrai cerveau)
- Mémoire uniquement locale à chaque cœur du point de vue du système

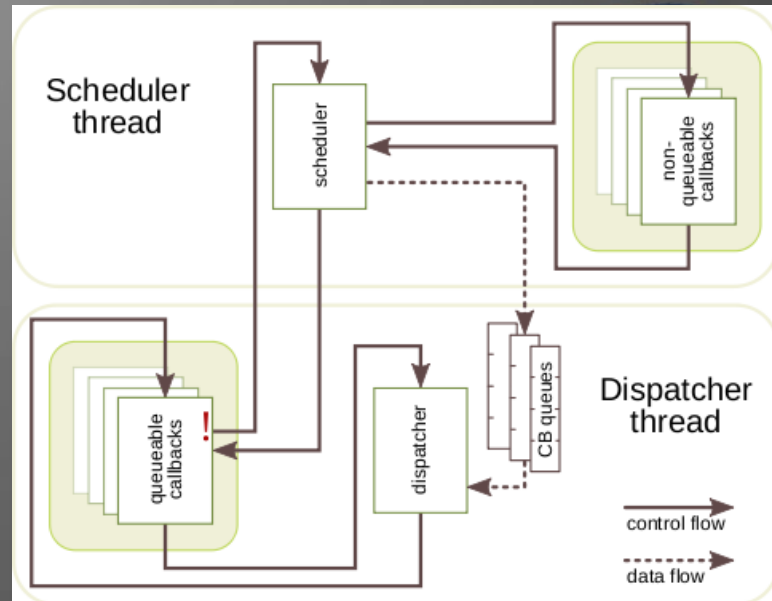
LE NON DÉTERMINISME

Globally Asynchronous, Locally Synchronous:

- Simulation et communication synchrones à l'échelle d'un cœur
- Simulation et communication asynchrones entre les cœurs

SIMULATION ÉVÈNEMENTIELLE

- Pas de pas de temps fixe
- Mécanisme de callbacks
- Appel de fonction \Leftrightarrow évènement



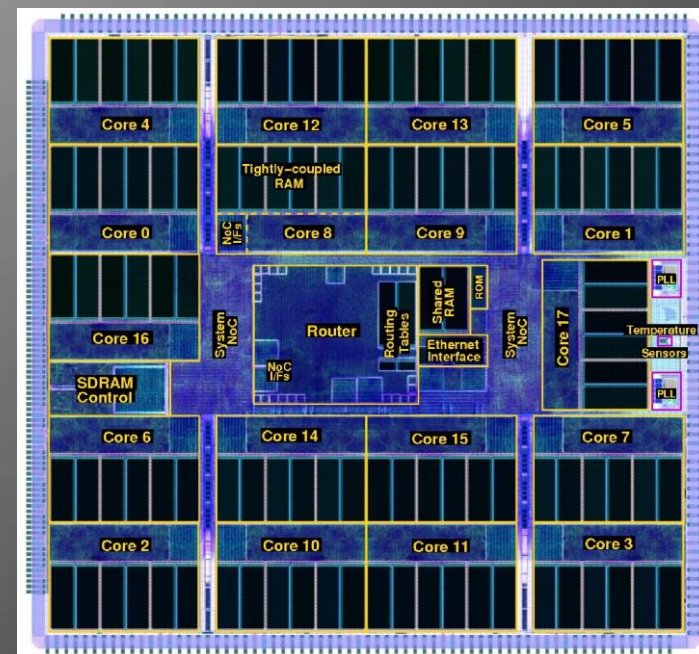
Modèle event driven appliqué à SpiNNaker
(<http://apt.cs.manchester.ac.uk/projects/SpiNNaker/software/>)

ARCHITECTURE

- Une architecture à 3 niveaux
 - Hardware
 - Couche applicative de bas niveau
 - Couche applicative de haut niveau

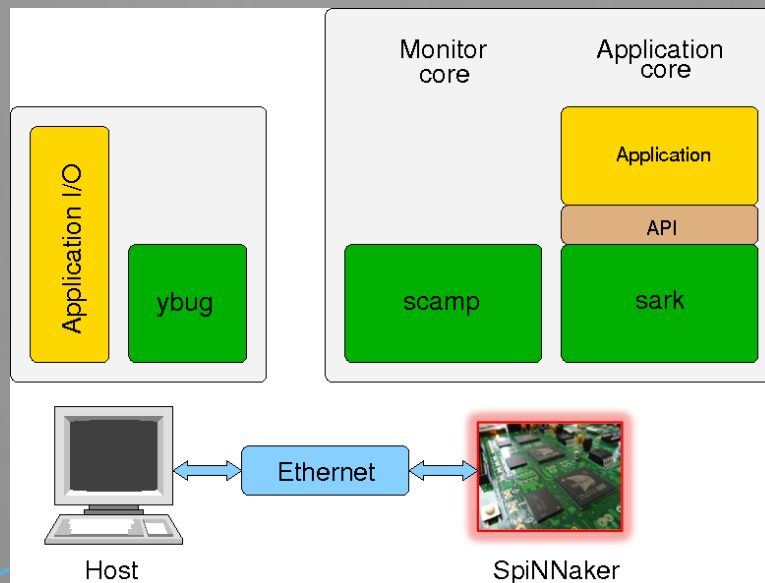
NIVEAUX 1 : LE HARDWARE

- 600 cartes de 48 puces
- Soit 28 800 puces
- 18 cœurs par puce
 - 1 cœur moniteur
 - 16 cœurs simulation
 - 1 cœur tolérance aux pannes



Composition d'une puce SpiNNaker
(<http://apt.cs.manchester.ac.uk/projects/SpiNNaker/SpiNNchip/>)

Niveaux 2 : couche applicative de bas niveau



Couche applicative bas niveau

(<http://apt.cs.manchester.ac.uk/projects/SpiNNaker/software/>)

Niveaux 3 : couche applicative de haut niveau

- SpyNNaker : Implémentation de PyNN
- PACMAN
- Gestion des simulations par les utilisateurs

PYNN

- Représentation et simulation de réseaux de neurones
- API Python
- Une implémentation pour SpiNNaker et une pour BrainScaleS

ÉMULATEURS

ESS

- Émulateur du système BrainScaleS
- Docker ou source sur la forge
- Docker fonctionne uniquement sur les fichiers de tests
- VM ne localise pas les modules Python

SpiNNakerEmulator

- Émulateur de SpiNNaker
- Dépôt GitHub
- Obsolète (plus maintenu depuis 2015)=> incompatible avec SpiNNaker 3.0.0

PLATEFORME HBP : UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE

Test

- Réseau en chaîne synfire

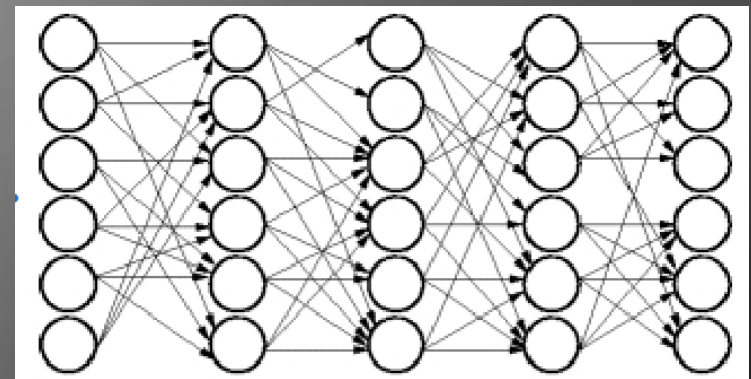


Schéma d'une chaîne synfire
(Article « A refferent and feed-forward model of song syntax generation in the Bengalese finch »)

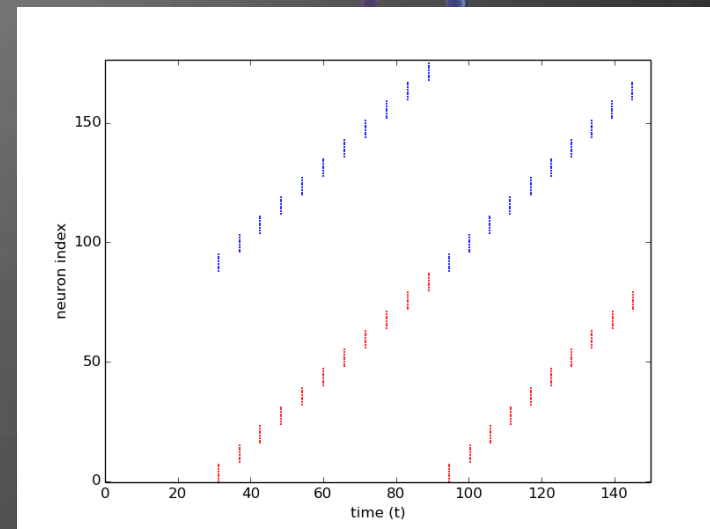
PLATEFORME HBP : UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE

Résultat :

- Trace d'exécution
- Pas d'information supplémentaire:
 - Placement des populations
 - Consommation
 - Tables de routage
 - ...

/ Job 91570	
Status	finished
Submitted	2017-01-23 13:01:30
Completed	2017-01-23 13:04:05
Collab	simple_neuron_Nice_1
Platform	SpiNNaker

Détails d'un job terminé avec succès



Spikes générés par le code synfire chain

CONCLUSION

- Projet orienté recherche
- BrainScaleS orienté hardware / SpiNNaker orienté software
- Paramétrage par une API relativement uniforme : PyNN
- SpiNNaker plus abouti

Difficultés :

- Recherche documentation fastidieuse, émulateurs non fonctionnels
- Réorientation du projet
- Pas assez d'informations pour analyse de performances

CONCLUSION

Perspectives :

- Achat d'une carte SpiNNaker
- Stage de 5 mois (Justin)