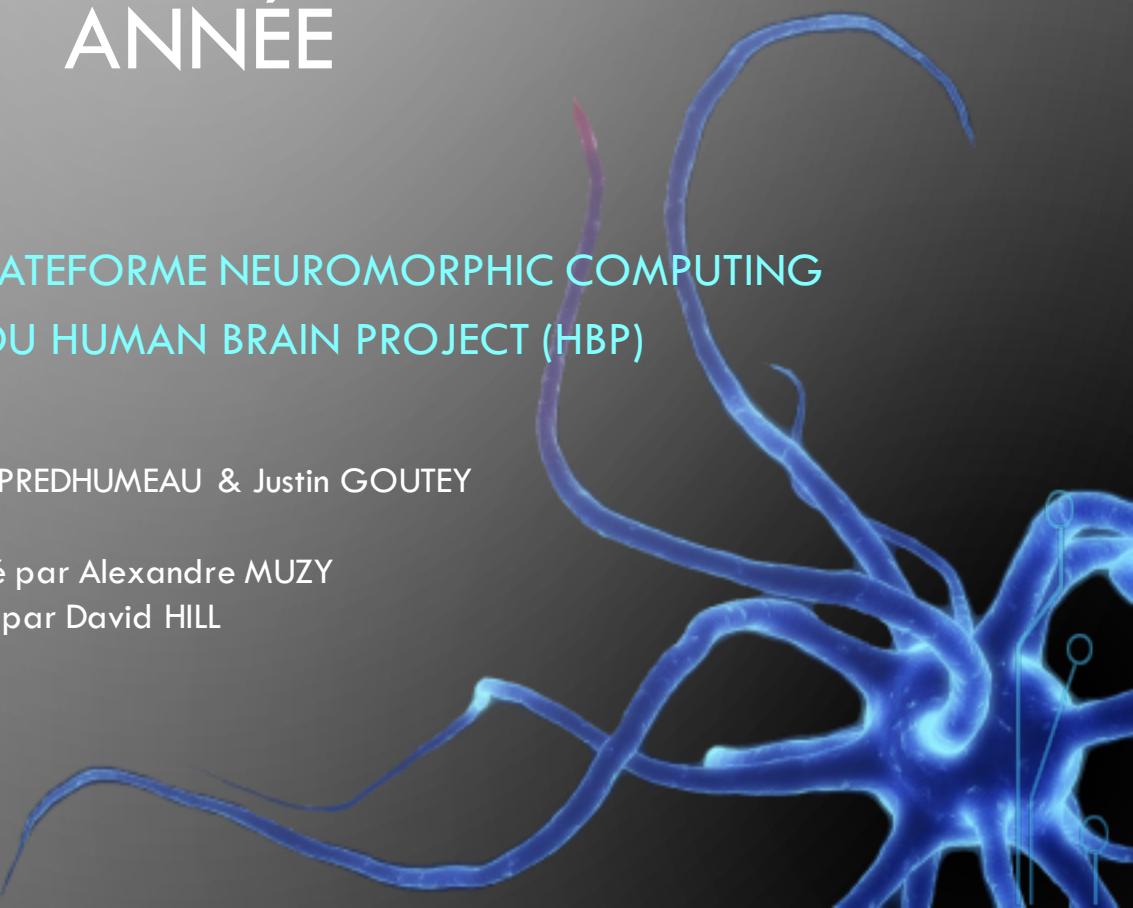


SOUTENANCE DE PROJET DE 3^{ÈME} ANNÉE

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

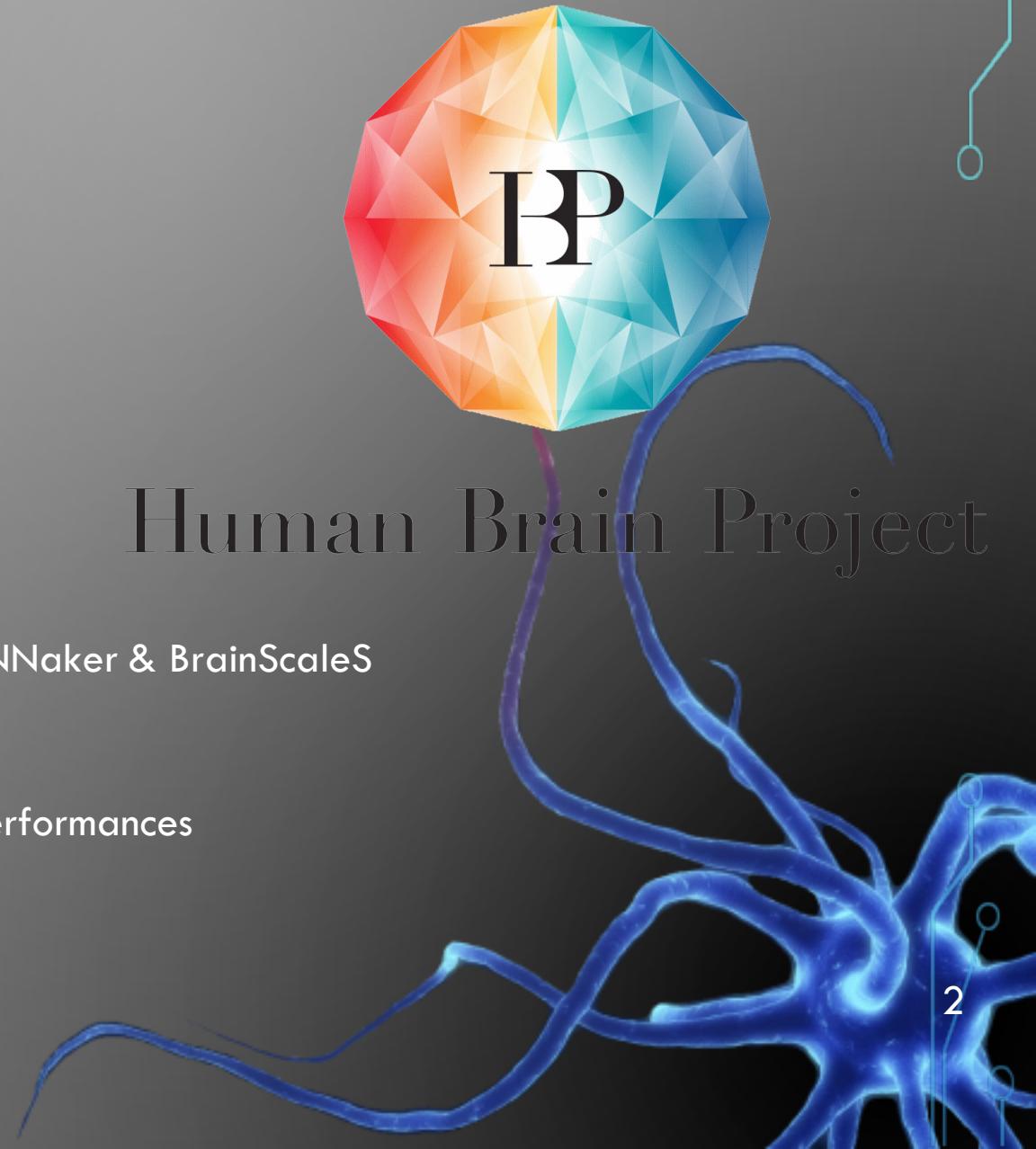
Manon PREDHUMEAU & Justin GOUTEY

Proposé par Alexandre MUZY
Tuteuré par David HILL



INTRODUCTION

- Human Brain Project (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

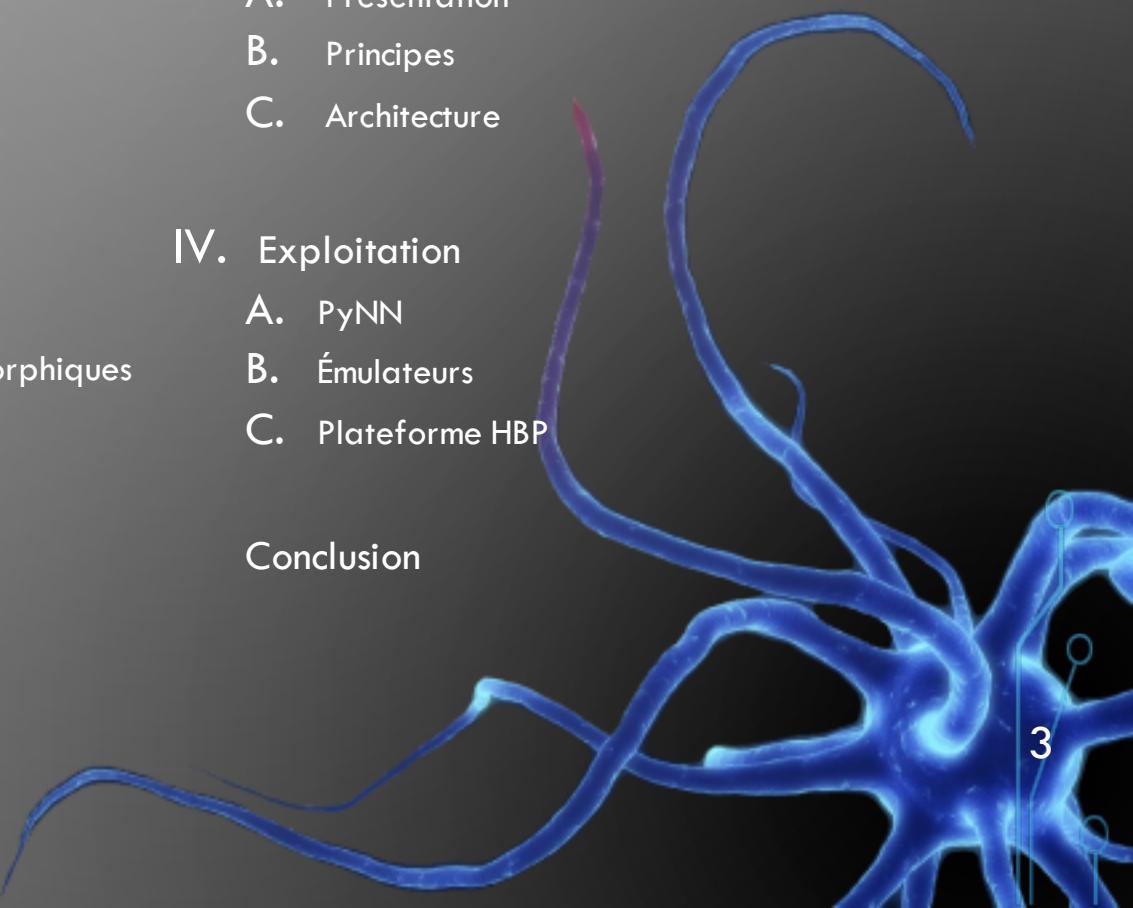
III. SpiNNaker

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

IV. Exploitation

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

Conclusion



LE NEURONE

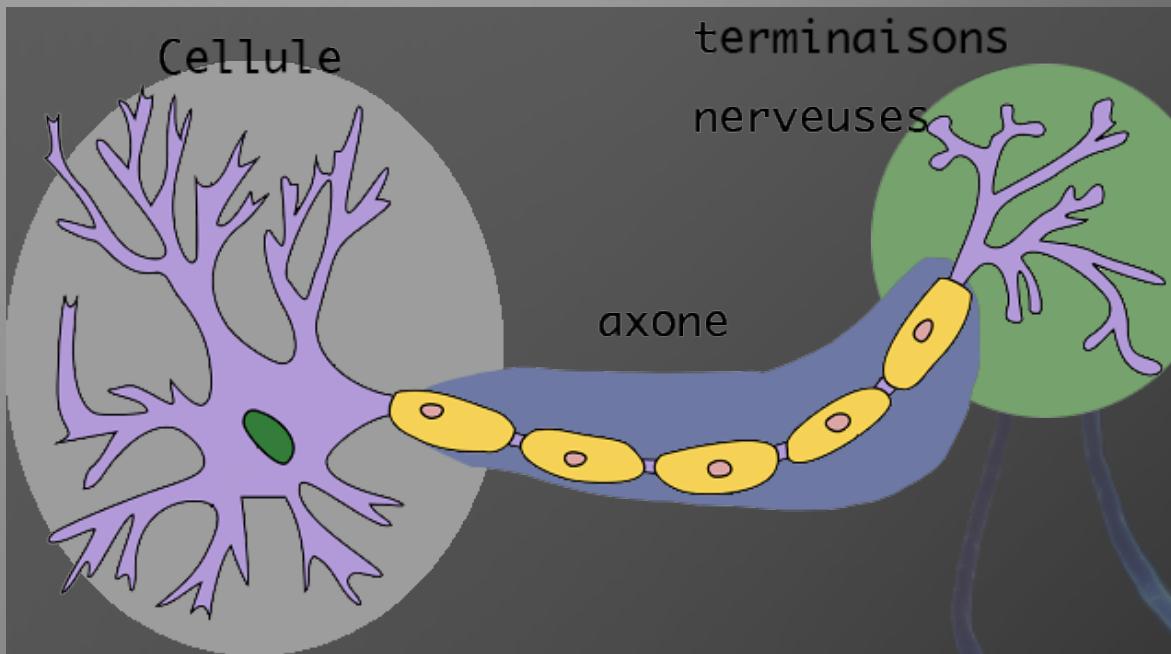
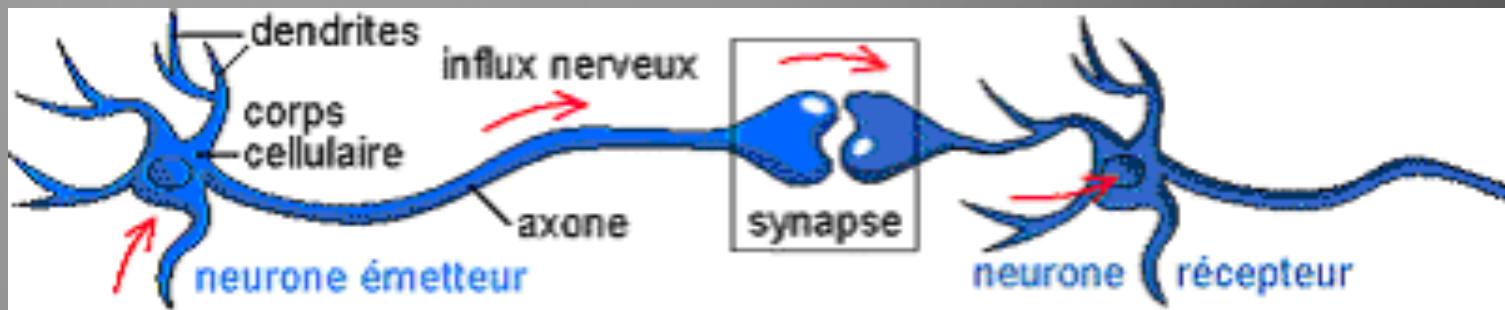


Schéma simplifié d'un neurone

(<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

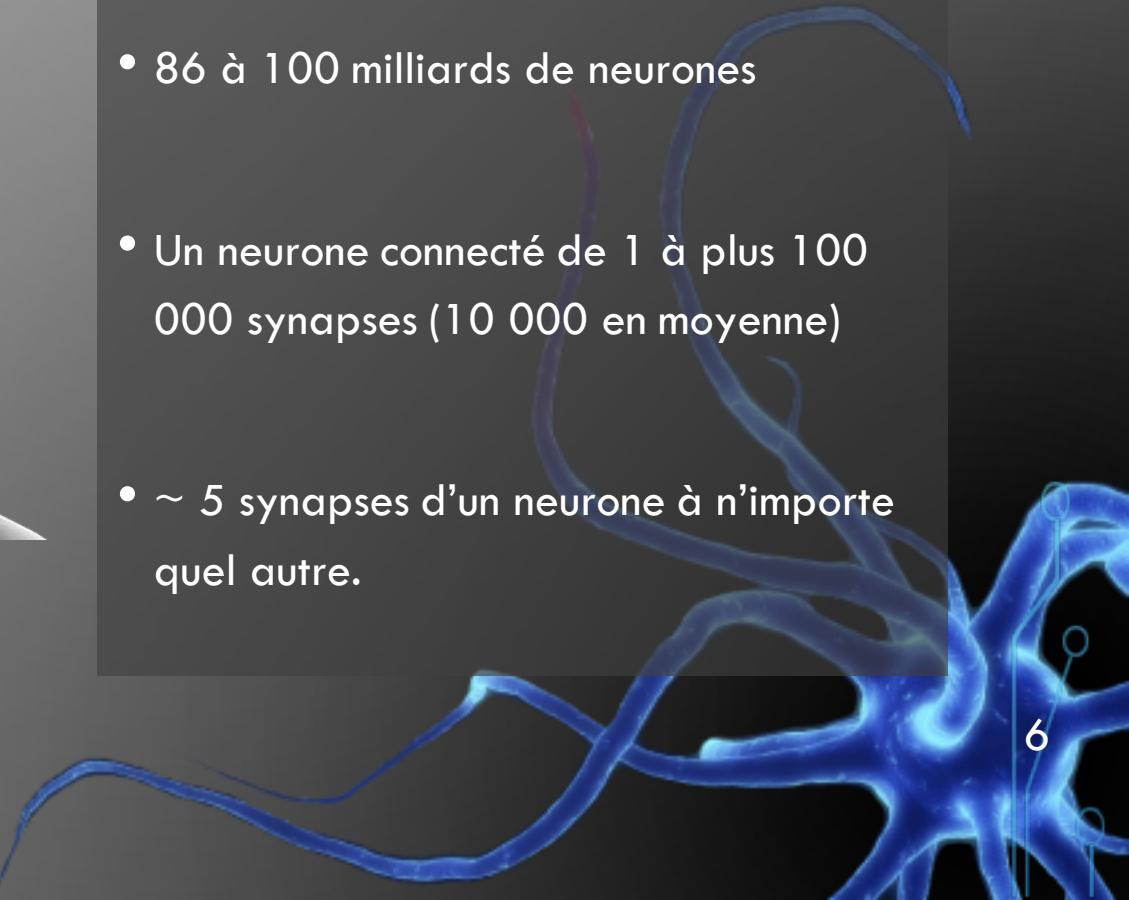


LE RÉSEAU



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

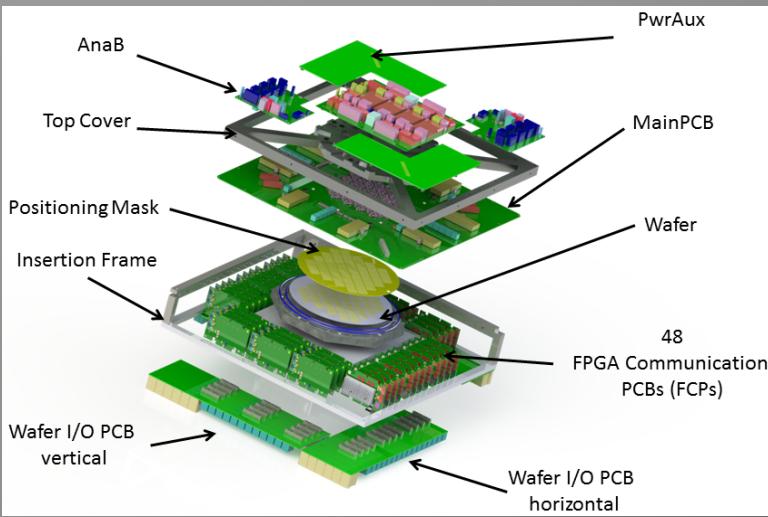


Hardware BrainScaleS

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

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

MODULES NEUROMORPHIQUES



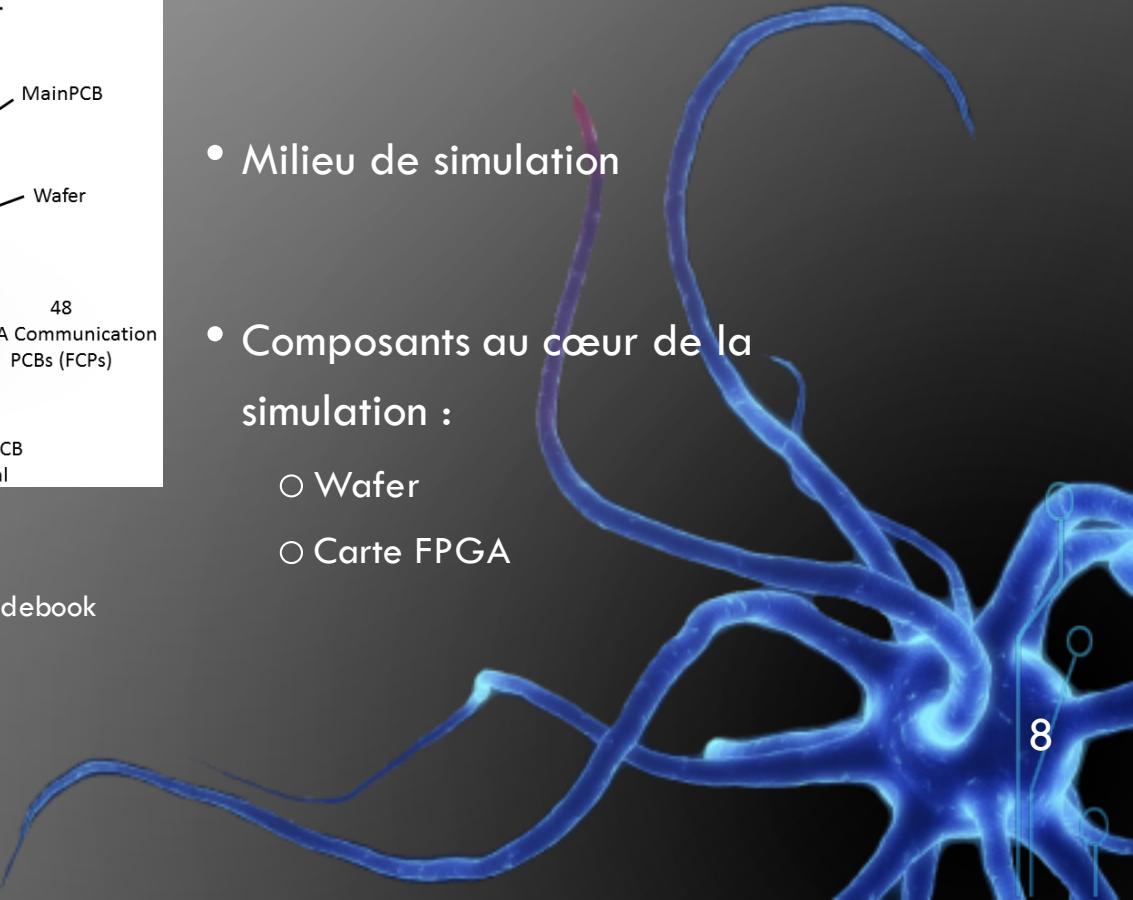
Décomposition d'un module neuromorphique
(https://electronicvisions.github.io/hbp-sp9-guidebook/pm/pm_hardware_configuration.html)

- Élément central de BrainScaleS

- Milieu de simulation

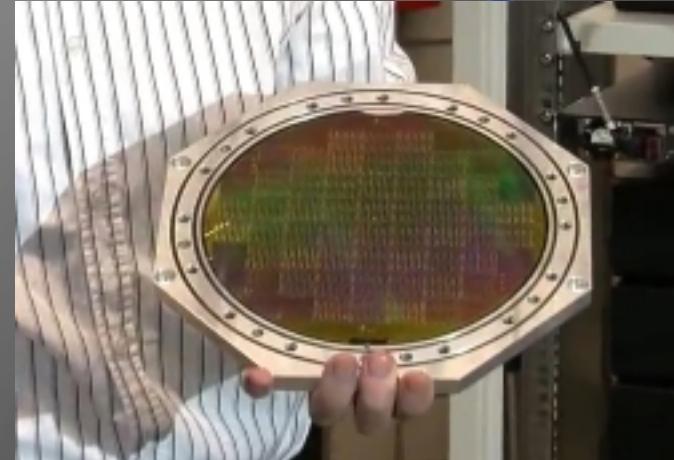
- Composants au cœur de la simulation :

- Wafer
- Carte FPGA

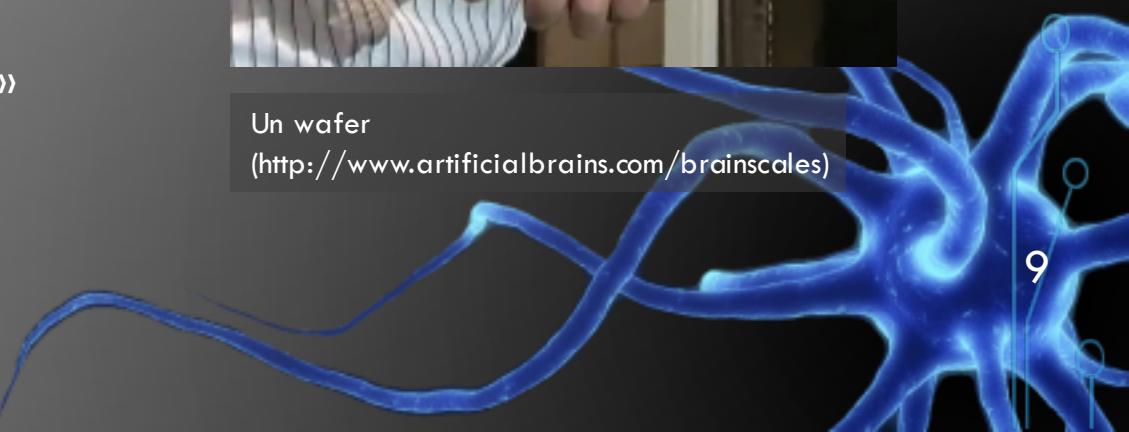


WAFER

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

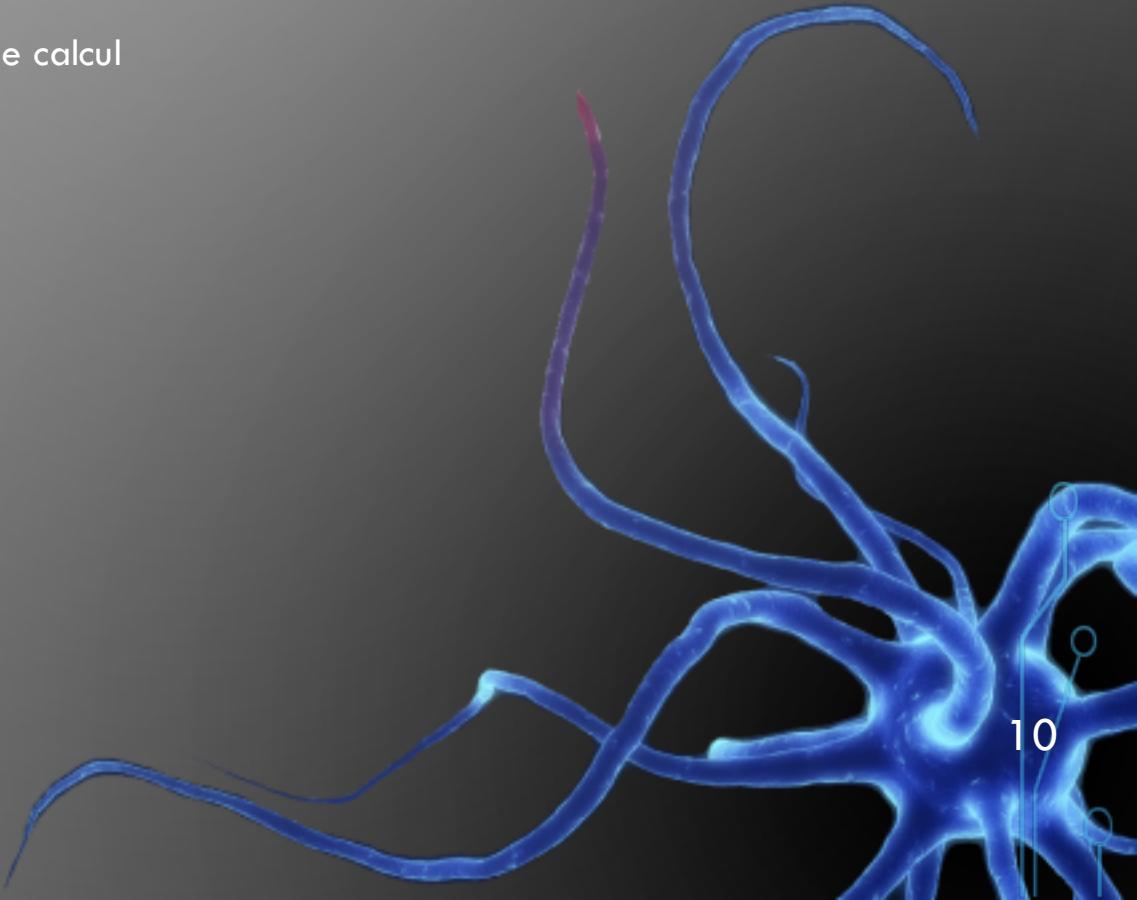


Un wafer
(<http://www.artificialbrains.com/brainscales>)



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

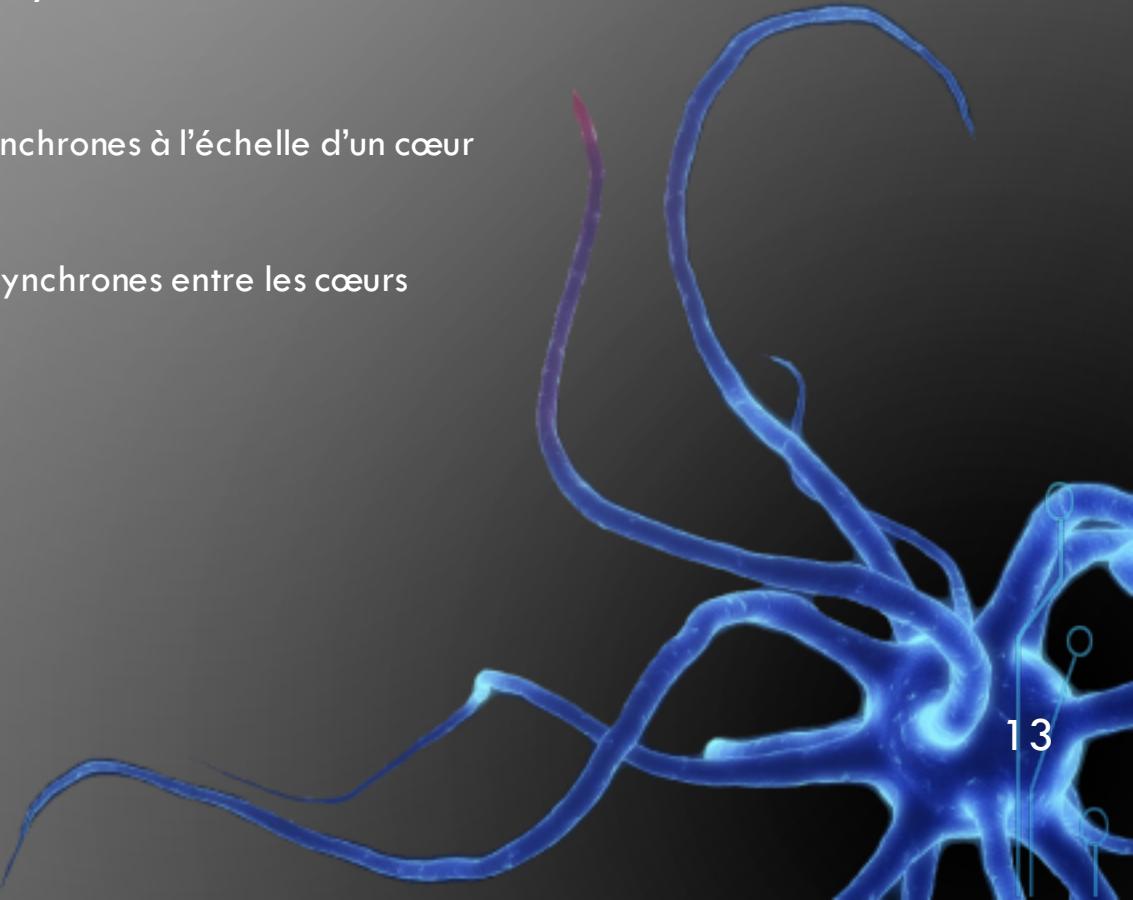
- Pas de vérification avant modification
- Seule l'information locale est connue (comme dans un vrai cerveau)
- Mémoire uniquement locale à chaque cœur du point de vue du système



LE NON DÉTERMINISME

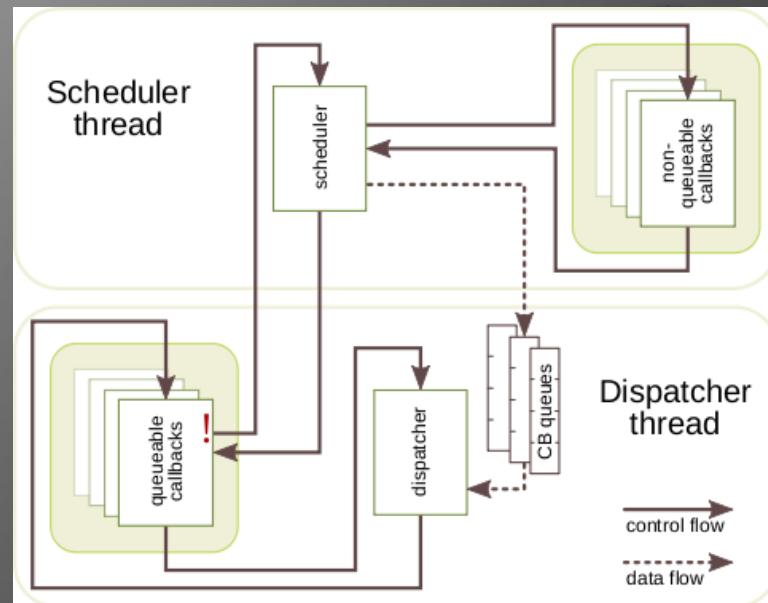
Globally Asynchronous, Locally Synchronous:

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

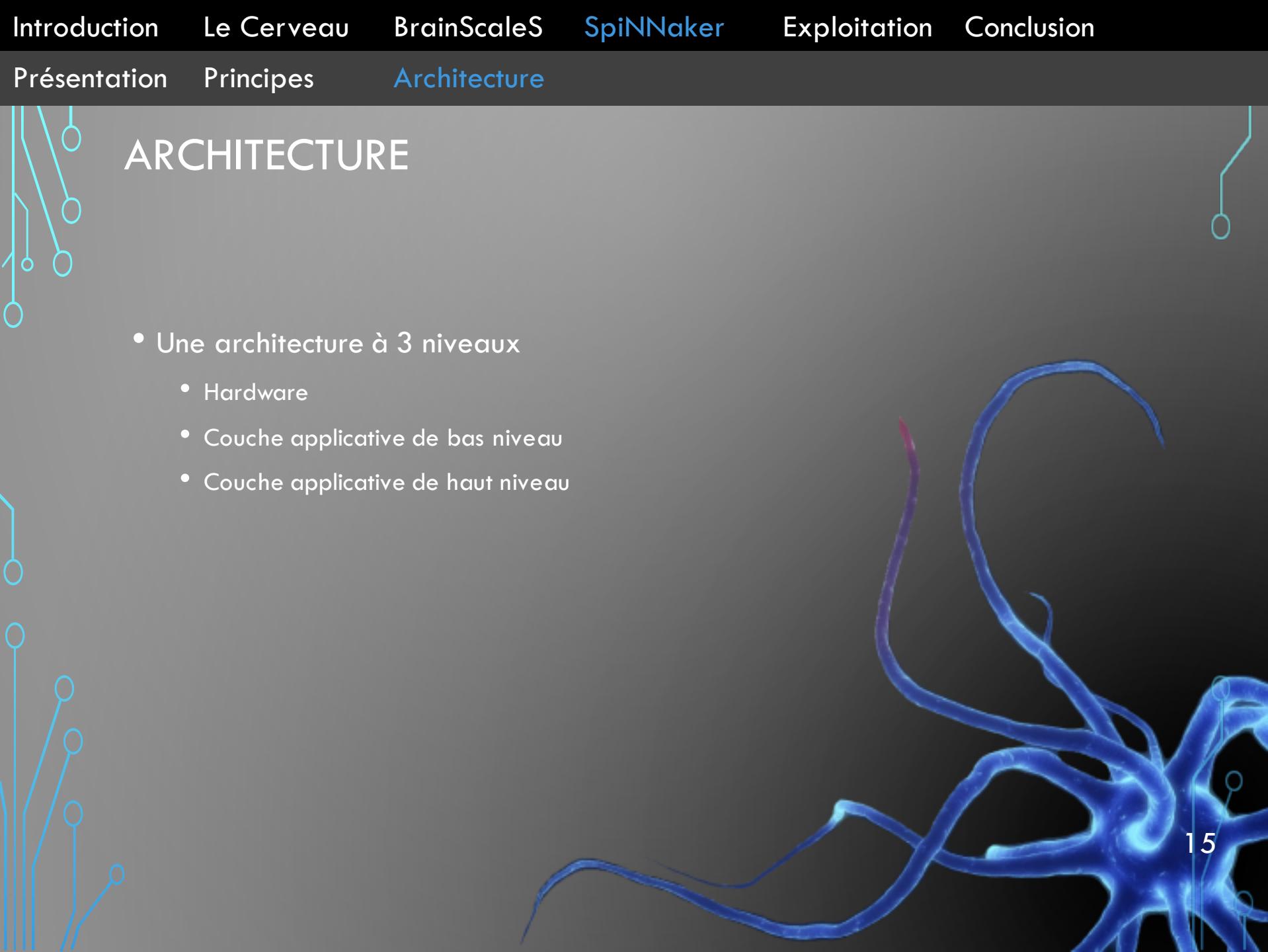


SIMULATION ÉVÈNEMENTIELLE

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



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

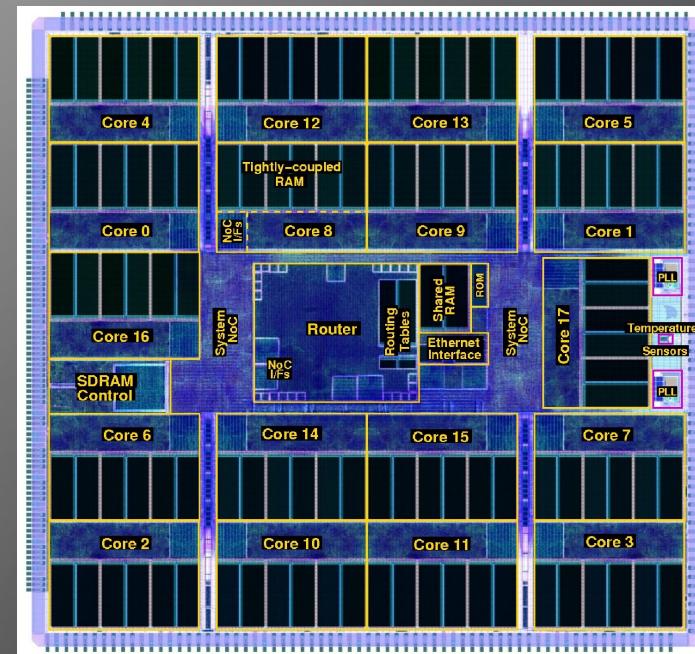


ARCHITECTURE

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

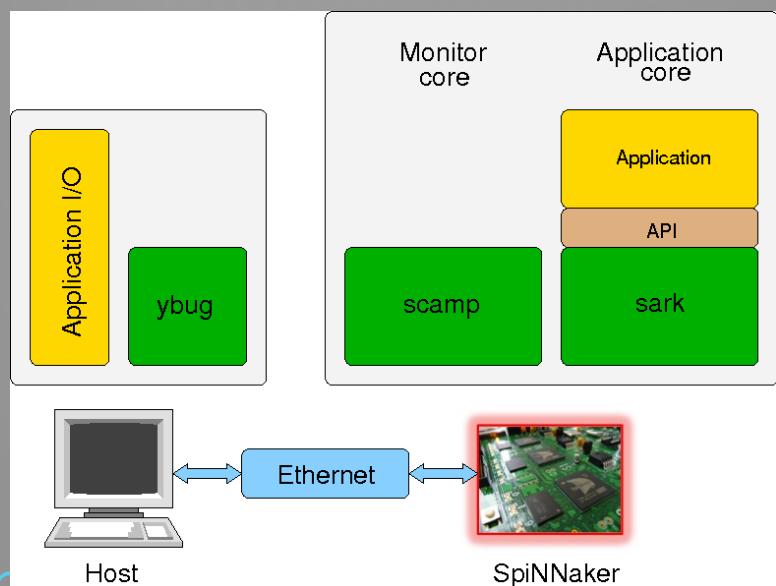
NIVEAUX 1 : LE HARDWARE

- 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



Niveaux 3 : couche applicative de haut niveau

- SpyNNaker : Implémentation de PyNN

- PACMAN

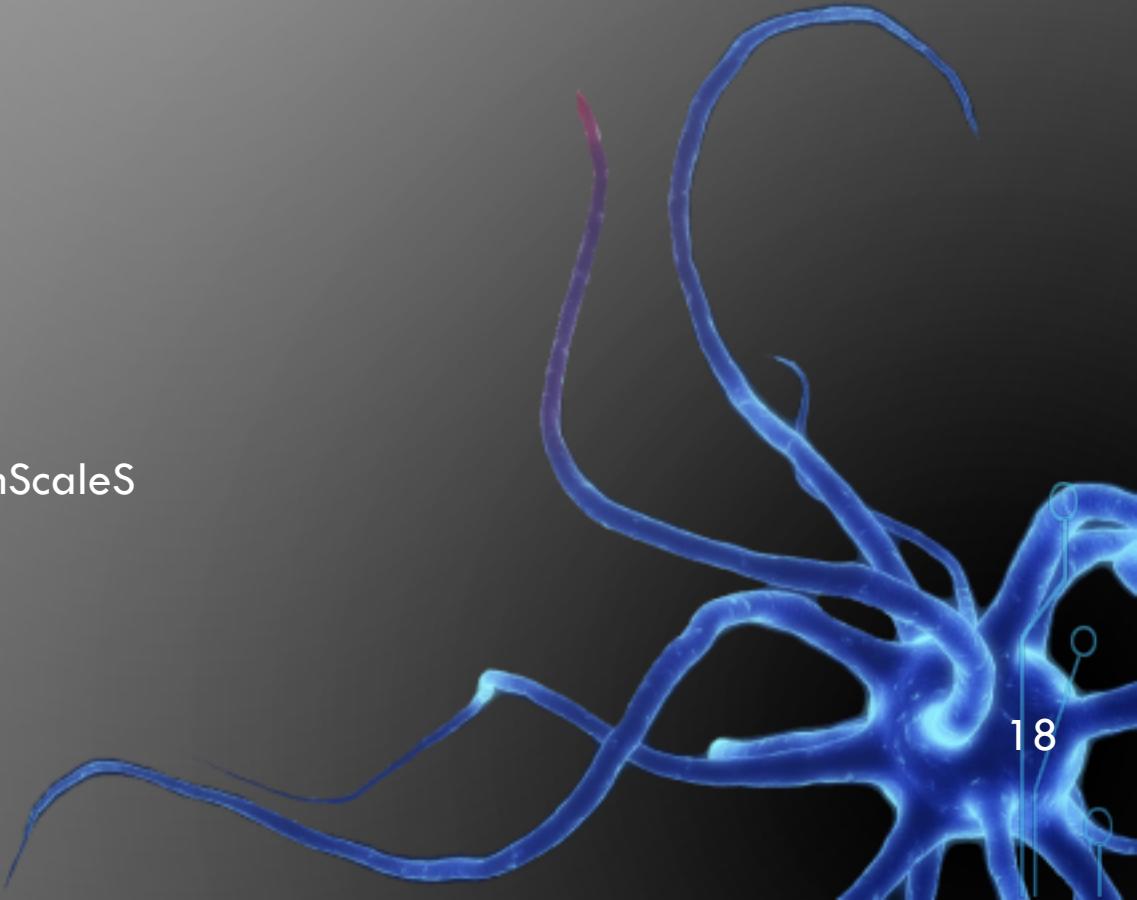
- Gestion des simulations par les utilisateurs

Couche applicative bas niveau

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

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 SpyNNaker 3.0.0

PLATEFORME HBP : UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE

Test

- Réseau en chaîne synfire

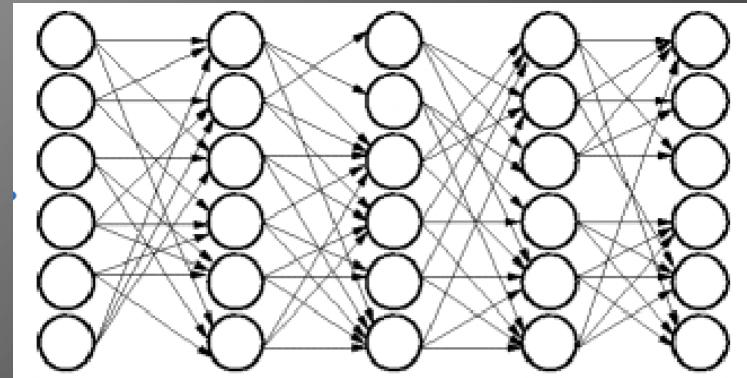


Schéma d'une chaîne synfire

(Article « A reentrant and feed-forward model of song syntax generation in the Bengalese finch »)



PLATEFORME HBP : UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE

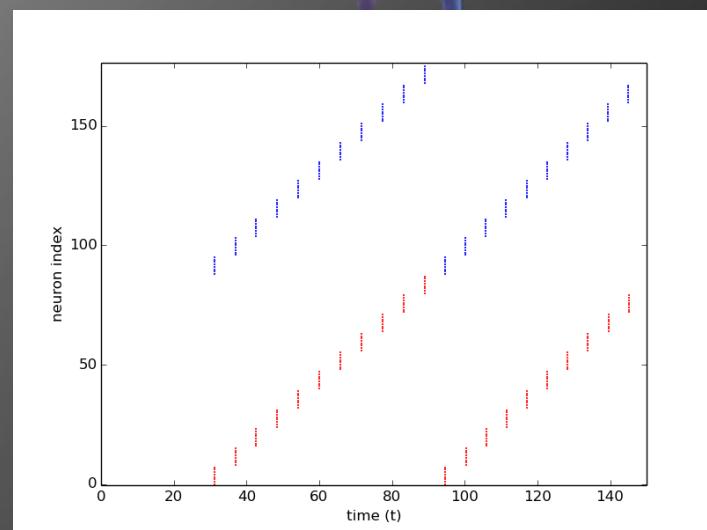
Résultat :

- 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)

