



HAL
open science

L'électronique pour le calcul - Projet ciblé BEP: BioElectronPhoton

Damien Querlioz, Daniel Brunner, Elisa Vianello

► **To cite this version:**

Damien Querlioz, Daniel Brunner, Elisa Vianello. L'électronique pour le calcul - Projet ciblé BEP: BioElectronPhoton. Lancement et première journée scientifique annuelle du PEPR Électronique, Mar 2023, Poitiers, France. hal-04388805

HAL Id: hal-04388805

<https://hal.science/hal-04388805>

Submitted on 11 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

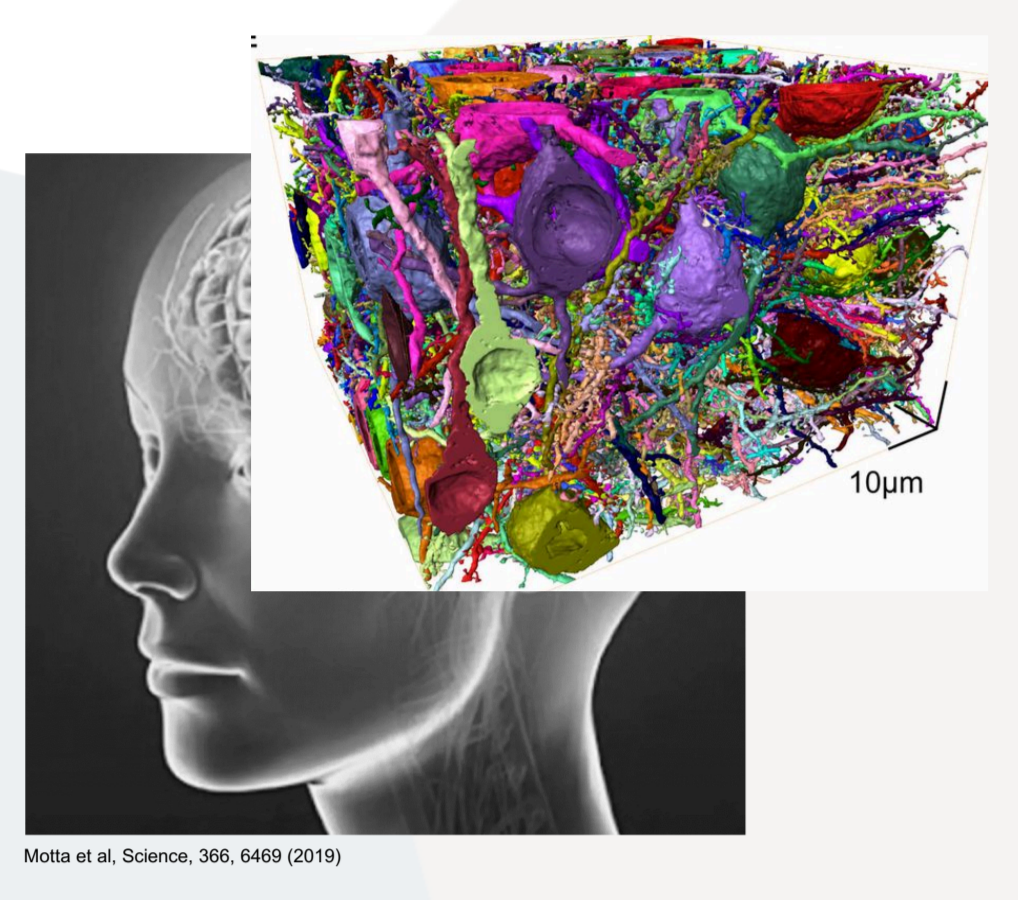


L'ÉLECTRONIQUE POUR LE CALCUL



Projet ciblé **BioElectronPhoton (BEP)**

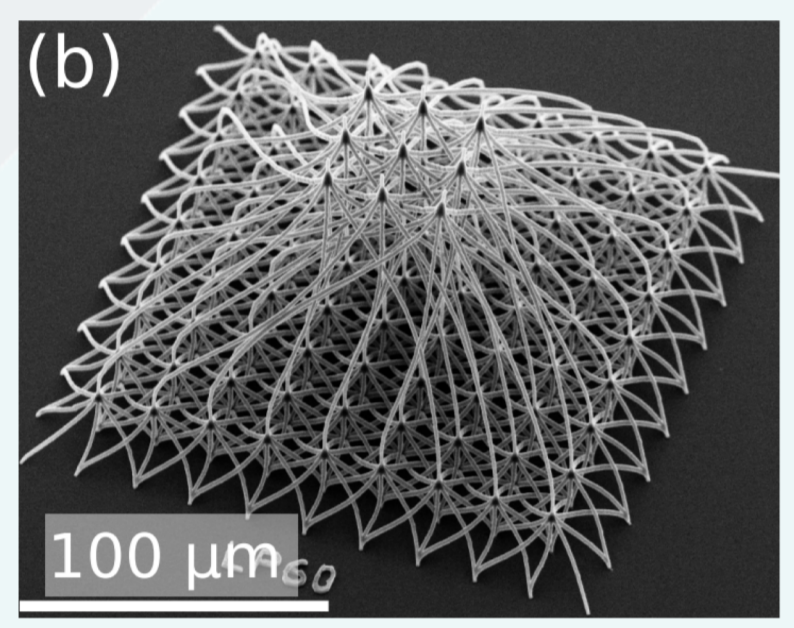
Objectif : réduire considérablement la consommation énergétique de l'intelligence artificielle
Approche : reproduire en électronique des stratégies architecturales du cerveau



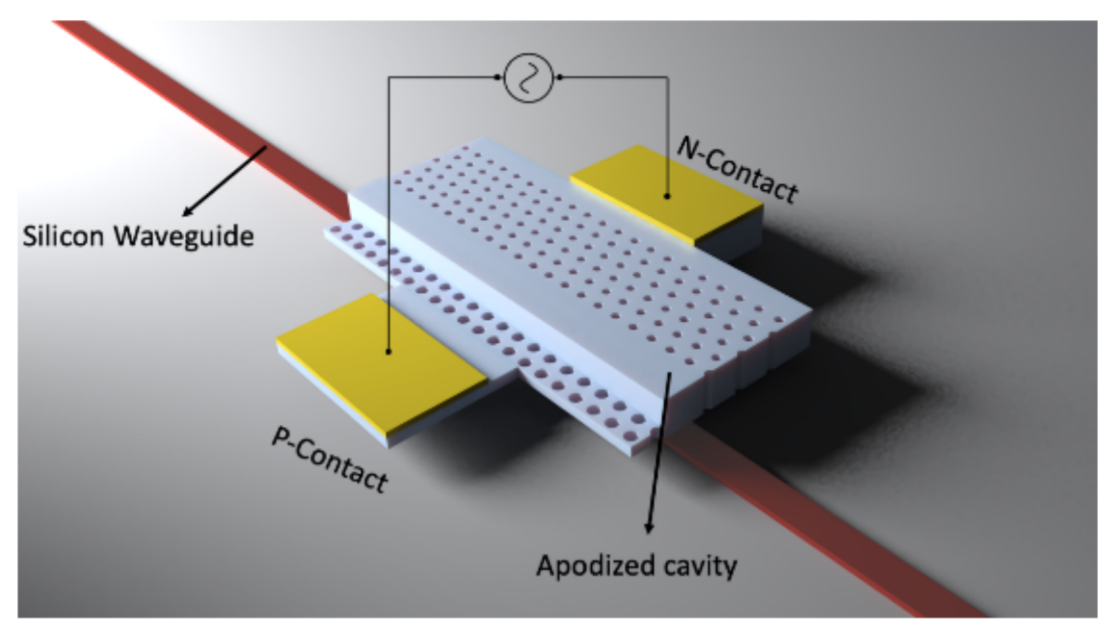
Le cerveau : des communications très denses et enchevêtrées
nous reproduisons cette stratégie en utilisant *la lumière*

Le cerveau se reprogramme pour apprendre, et explore l'univers du possible pour raisonner
nous reproduisons ces stratégies en utilisant *des nouveaux composants mémoires*

➤ Reproduire la structure 3D du cortex visuel avec des systèmes électro-optiques



Photonique 3D : rapide, parallèle, basse consommation



Intégration de la photonique 3D sur puce avec de l'électronique neuromorphique et avec des sources lumineuses compatibles CMOS

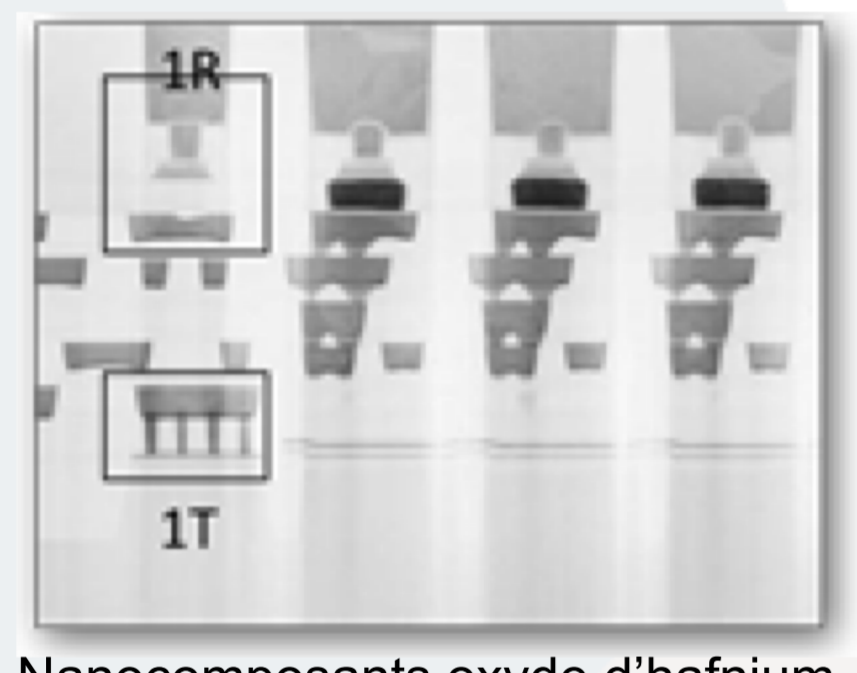
Guides d'ondes imprimés en 3D (CNRS)

Laser à cristal photonique compatible CMOS (CNRS)

Nous démontrerons la première IA intégrée qui calcule en utilisant l'électricité et la lumière

➤ Reproduire la capacité d'apprentissage du cortex préfrontal

Les **synapses** du cerveau ont une multiplicité de comportements qui donnent au cerveau ses capacités d'apprentissage (court terme, long terme, continu, ...)



Nanocomposants oxyde d'hafnium dans un process CMOS (CEA)

Notre approche : différents nanocomposants intégrés sur le même circuit CMOS

Etude physique, caractérisation avancée (synchrotron), technologie, et intégration circuits/systèmes

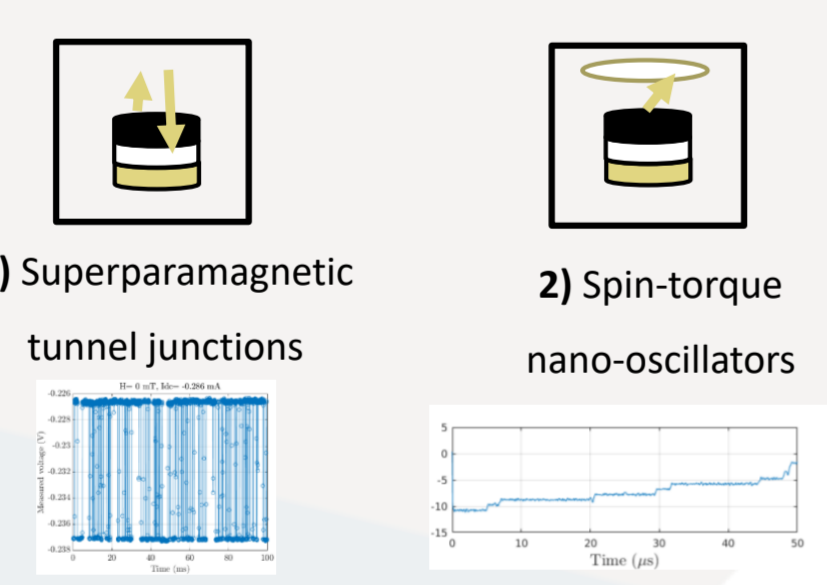
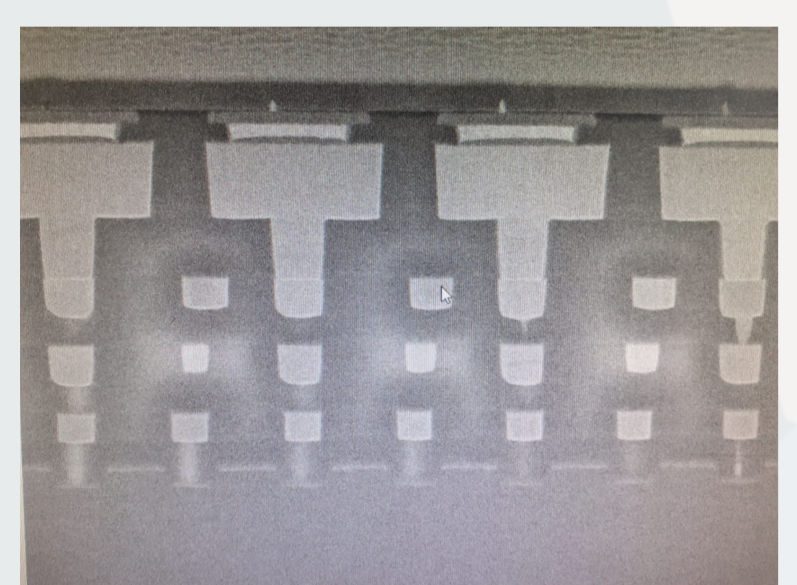
Matériaux clés : **oxyde d'hafnium** sous différentes formes, et **nouveaux matériaux ferro et antiferroélectriques**

Nous démontrerons une IA toute intégrée sur CMOS moderne qui apprend en utilisant plusieurs technologies mémoires

➤ Explorer le possible pour raisonner

Les neurones ont des comportements stochastiques pour explorer différents scénarios et raisonner

Notre approche : intégrer sur CMOS des nanomémoires stochastiques et oscillantes



Nanocomposants magnétiques dans un process CMOS (CEA/CNRS)

Nous démontrerons la première IA totalement intégrée qui raisonne avec des nanocomposants stochastiques

Travail interdisciplinaire entre les développement technologiques, la conception de circuits neuromorphiques et l'intelligence artificielle

Forts liens avec PC EMCOM, AC CHOOSE et PEPR IA

- C2N
- CEA-Leti
- FEMTO-ST
- IM2NP
- INPHYNI
- IRAMIS
- UMPHY

Porteurs :
Damien Querlioz, Daniel Brunner (CNRS)
Elisa Vianello (CEA)



ANR-22-PEEL-0010