

Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon



Neurocampus Michel Jovet

AG A3 CNRS – 5 octobre 2021

Dir : Olivier Bertrand

Dir-Adj : Laurent Bezin

Dir Admin : Anne-Marie Helle



INSERM UMRS 1028 – CNRS UMR 5292



Lyon 1



**UNIVERSITÉ
JEAN MONNET
SAINT-ÉTIENNE**



Inserm

La science pour la santé
From science to health

- **CRNL, créé en janvier 2011**, par la fusion de 8 UMR
labellisé par **CNRS, Inserm, Univ Lyon 1, Univ St-Etienne**,
liens avec Hospices Civils de Lyon, CH Psychiatrique Vinatier, CHU St-Etienne

- ✓ Développer une recherche pluridisciplinaire et translationnelle sur le cerveau et ses maladies → **Neurosciences intégratives, cognitives et cliniques**
- ✓ **Regrouper toutes les forces sur le même site**, renforcer les synergies, optimiser les ressources, accroître la masse critique et l'attractivité.

2011 : 11 équipes
~350 pers.

→ 2016 : 14 équipes
~400 pers.

→ 2021 : 18 équipes
~440 pers.

- **10 Plateformes** CRNL + accès aux **neuro-imageurs** (CERMEP)
- Environnement **clinique** exceptionnel
(Neurologie, Neuropédiatrie, Psychiatrie, Rééducation)
- Implication forte dans la **formation** (Masters, ED, DU/DIU)
- **Locaux** (11 000 m² au total) **regroupés sur le site hospitalier Lyon-Est**
dont **Bâtiment Neurocampus Michel Juvet** (7000 m² depuis fév. 2019)

BIORAN L. Zimmer Biomarqueurs radiopharmaceutiques et neurochimiques

CAP F. Perrin, N. Grimault Cognition auditive et psychoacoustique

CMO N. Buonviso, E. Courtiol Olfaction : du codage à la mémoire

ENES N. Mathevon Neuro-Ethologie Sensorielle 

COPHY J. Mattout, M. Bonnefond Computation, Cognition et Neurophysiologie 

EDUWELL A. Lutz, JP. Lachaux Neurosciences de l'expérience subjective et entraînement mental 



PAM A. Caclin, P. Ruby Perception, Attention, Mémoire

FLUID JF. Gheresi-Egea Fluides et barrière du système nerveux central

FORGETTING G. Malleret, P. Salin Processus de l'oubli et dynamique corticale

GENDEV S. Mazoyer, P. Edery Génétique des anomalies du Neurodéveloppement

IMPACT A. Farnè, D. Pélisson Intégration Multisensorielle, Perception, Action et Cognition 



TRAJECTOIRES Y. Rossetti, L. Pisella Evaluer, comprendre, soutenir les trajectoires motrices, perceptives et sociales

NEUROPAIN L. Garcia-Larrea, R. Peyron Intégration centrale de la douleur chez l'Homme

NEUROPOP M. Bensafi, N. Mandairon Neurobiologie et Plasticité de la Perception Olfactive

PSYR2 E. Fakra, J. Brunelin Troubles psychiatriques, Recherche en Neurosciences et Recherche clinique

SLEEP PH. Luppi, C. Peyron Physiopathologie des états de vigilance

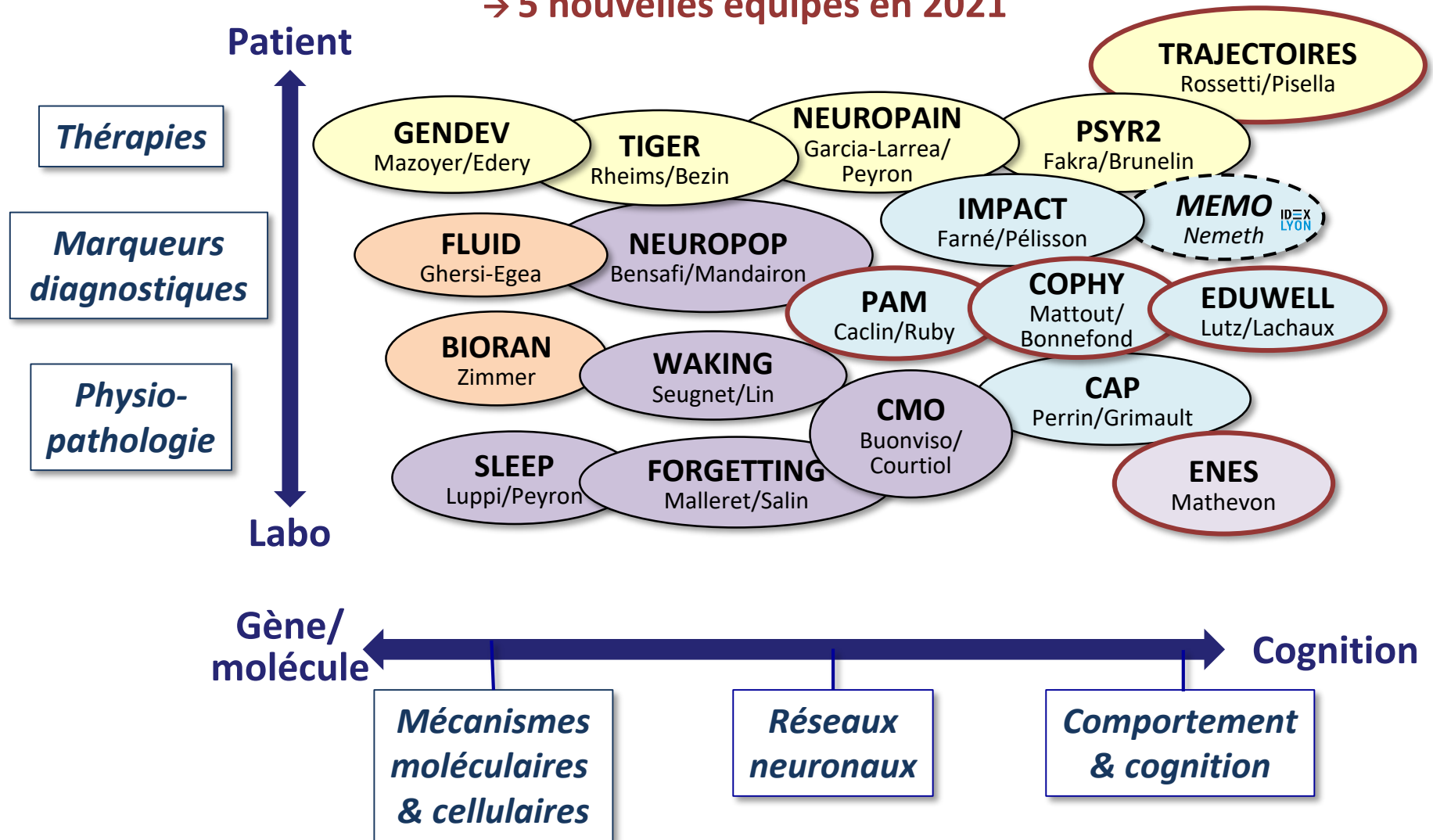
TIGER S. Rheims, L. Bezin Recherche translationnelle et intégrative en épilepsie

WAKING L. Seugnet, JS. Lin Physiologie intégrée du système d'éveil

MEMO D. Nemeth Neurocognition de la formation et des changements d'habitudes 

Approches pluridisciplinaires, multi-échelles et translationnelles

→ 5 nouvelles équipes en 2021



Neurosciences intégratives et cognitives

Patient

Thérapies

*Marqueurs
diagnostiques*

*Physio-
pathologie*

Labo

- ✓ Perception, Attention, Action
- ✓ Mémoire, Emotion, Cognition sociale
- ✓ Sommeil, Eveil, Etats de conscience

Gène/
molécule

*Mécanismes
mol. & cell.*

*Réseaux
neuraux*

*Comportement
& cognition*

Cognition

Neurosciences intégratives et cognitives

Patient

Thérapies

Marqueurs
diagnostiques

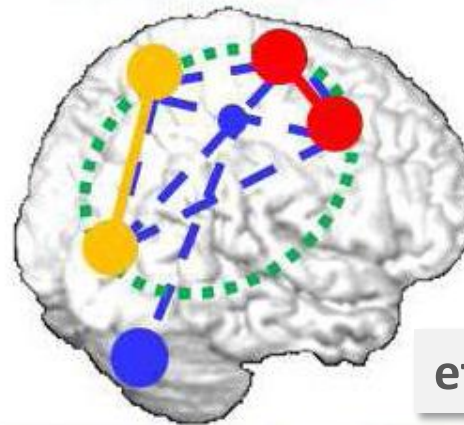
Physio-
pathologie

Labo

PLASTIQUE

MOTEUR

SOCIAL



PERCEPTIF & ATTENTIF

et le cerveau conscient

Gène/
molécule

Mécanismes
mol. & cell.

Réseaux
neuraux

Comportement,
cognition, pensées

Cognition

Neurosciences pré-cliniques et cliniques

Patient

Thérapies

*Marqueurs
diagnostiques*

*Physio-
pathologie*

Labo

- Sclérose en plaques (cohorte nationale OFSEP)
- Alzheimer (CRC Vieillessement-Cerveau-Fragilité)
- Epilepsie (IDEE)
- Douleur chronique
- Déficits sensoriels, moteurs et cognitifs (post-AVC, ...)
- Troubles du sommeil
- Coma et états de conscience altérés
- Troubles du neuro-développement (autisme, DYS, TDAH, ...)
- Maladies neuropsychiatriques (schizophrénie, addiction, ...)

Nouveaux concepts, nouvelles technologies → nouvelles thérapies

- ✓ Réhabilitation, Remédiation cognitive, méditation
- ✓ Neuromodulation (stimulation magnétique/électrique, implants)
- ✓ Réalité virtuelle
- ✓ Interfaces cerveau-ordinateur, neurofeedback training



Implantations du CRNL de 2011 à 2018



La Doua

Pôle Hospitalier
Lyon Est



Rockefeller



Laennec

Gerland





Projets immobiliers lancés en 2007

été 2016

Idée



Projet immobilier IDEE
Institut de Epilepsies Europe
Partenariat public-privé
600 m² pour CRNL
(3 équipes, une partie de plateforme)

**Pôle Hospitalier
Lyon Est**

Janvier 2019



CPER 2007-2013 & 2015-2020 : ~20,8 M€

**Projet immobilier
NEUROCAMPUS**

initié en 2007,
occupé en janvier 2019
7000 m² CRNL
(9 équipes, 8 plateformes,
>200 personnes)

LYON NEUROCAMPUS

Recherche, formation, soin, valorisation

Bâtiment Michel Jouvét

CRNL

CRNL

MEG

CRNL

Total : 11 000 m² CRNL

Hôp. Psychiatrique Le Vinatier

CRNL

IDEE

Hôp. Femme-Mère-Enfant

CERMEP

CRNL

ISC-MJ

IRM-TEP

Plateformes CRNL-CHU

CRNL

Hôp. Neurologique

IRM Primage

SBRI

CRNL

Sud

50m

Personnel en 2021 : ~ 440 personnes

132 Chercheurs, E-C, H-U (100 ETP, 74 HDR)

39 PH

27 INSERM

30 Univ

40 CNRS

35 Univ-Hosp

69 Ingénieurs/Tech/Admin

25 INSERM

22 Univ

2 Hosp

20 CNRS

200 Non permanents

90 Docs

32 Post-Docs

29 CDD ITA

~49 Stagiaires

Hosp. Civils Lyon

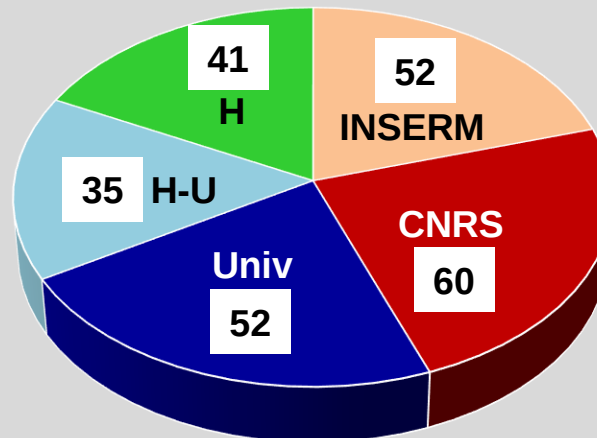
CH Vinatier

CHU St Etienne

7 services :

- Neurologie
- Neurochirurgie
- Psychiatrie
- Rééducation
- Neuropédiatrie
- Gériatrie, ORL

Personnels permanents (240)



7 chefs équipe cliniciens
13 éq. avec cliniciens

GenCyTi

- neurogénétique fonctionnelle
- cytométrie de flux / immuno-phénotypage
- histologie et imagerie

4.5 IT

Inserm, FRC, SFR

BIP

- Interfaces sang - cerveau, sang - LCR
- Approches in-vivo et ex-vivo

0.3 IT

IHU

Bi-photon

- 2 microscopes :
- Imagerie cellulaire in-vitro / in-vivo
 - couplage avec électrophysiologie

CHU,UCBL,SFR,ANR

BeliV

- bio-electrochimie in-vivo
- neurotransmetteur

1 IT

Neurodialytics

- microdialyse

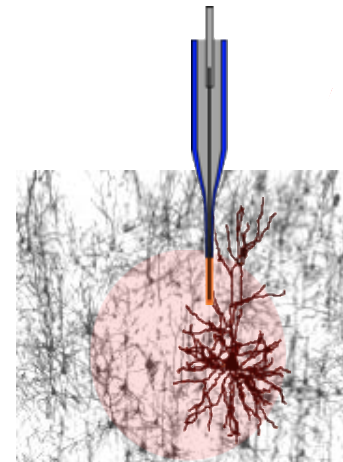
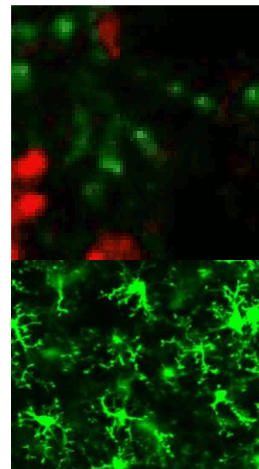
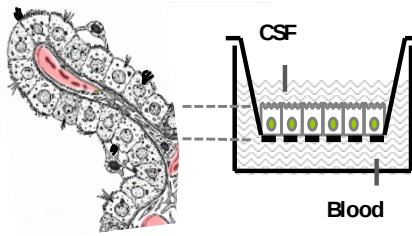
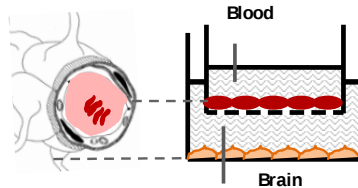
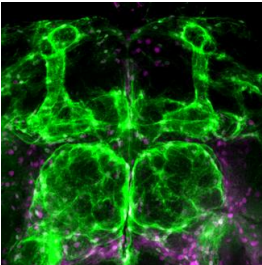
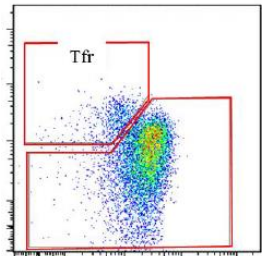
0.5 IT

Animaleries

- **Neurocampus**
 - Rongeurs **5 IT**
- **Impact/Primage**
 - PNH **2 IT**

+1 IR vétérinaire

Inserm, Cnrs, UCBL



GenCyTi

- neurogénétique fonctionnelle
- cytométrie de flux / immuno-phénotypage
- histologie et imagerie

4.5 IT

Inserm, FRC, SFR

BIP

- Interfaces sang - cerveau, sang - LCR
- Approches in-vivo et ex-vivo

0.3 IT

IHU

Bi-photon

- 2 microscopes :
- Imagerie cellulaire in-vitro / in-vivo
 - couplage avec électrophysiologie

CHU,UCBL,SFR,ANR

BeliV

- bio-electrochimie in-vivo
- neurotransmetteur

1 IT

Neurodialytics

- microdialyse

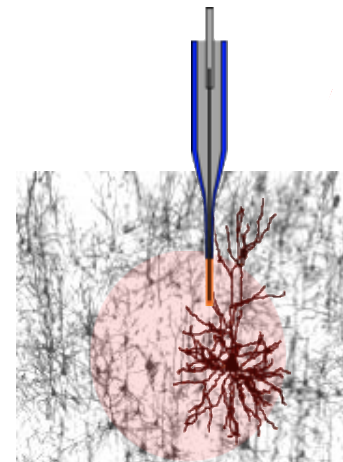
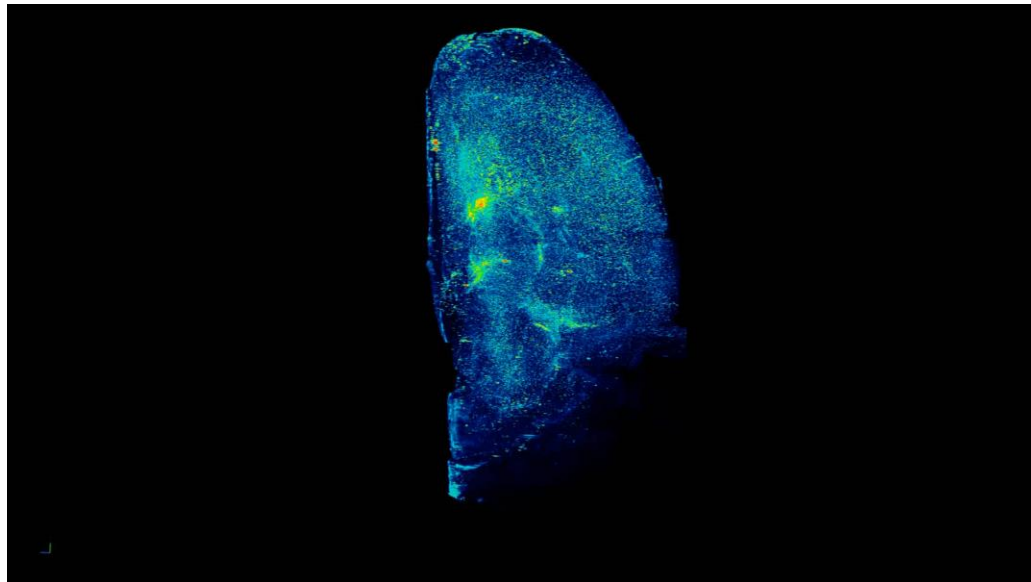
0.5 IT

Animaleries

- **Neurocampus**
 - Rongeurs **5 IT**
- **Impact/Primage**
 - PNH **2 IT**

+1 IR vétérinaire

Inserm, Cnrs, UCBL

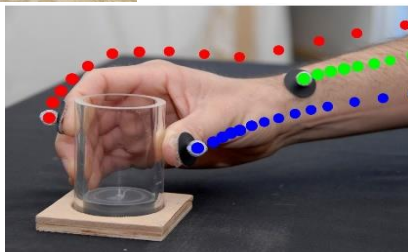
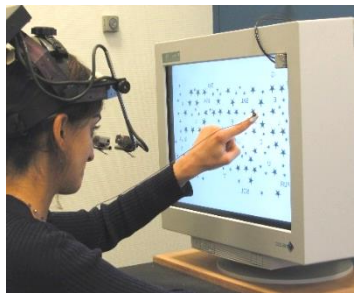


Mvt & Handicap

- **Analyse du mouvement en temps-réel** (œil, regard, main, membres, corps entier)
- Objectifs : diagnostic, thérapeutique, recherche
- *Hôpital Neuro et Hôpital Rééducation*

2 IT

CHU, IFR



NeuroImmersion

- **Réalité virtuelle immersive**
- Motion & eye-tracking
- Stimulation multisensorielle 3D
- EEG sans fil, BCI, TMS, tDCS
- *Hôpital Neuro*

1,5 IT

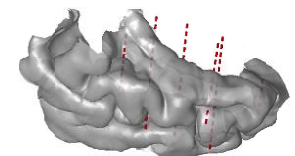
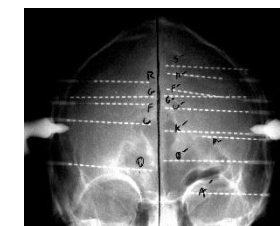
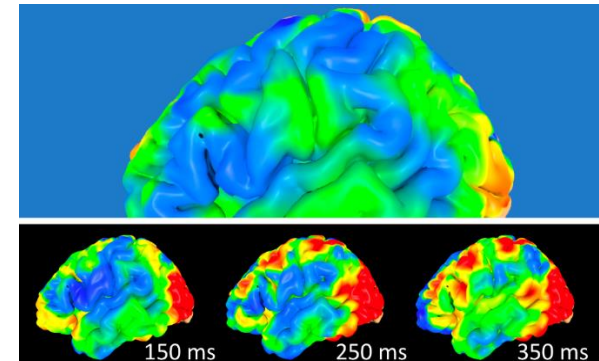
IHU, Labex, HCL



EEG intracérébral

- Exploration pre-chirurgicale des **patients épileptiques (électrodes intra-cérébrales : EEG, multi-unitaire)**
- Localisation anatomique 3D
- Batterie de «localizers» cognitifs, database (>180 patients)
- *Hôpital Neuro*

2 IT CDD IHU, Labex, CHU, HBP

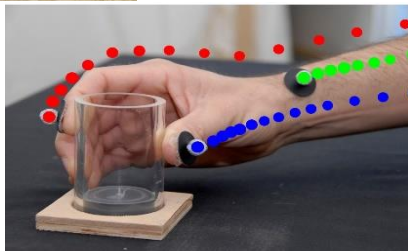
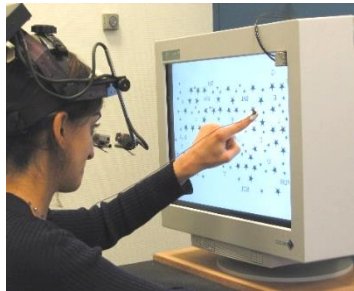


Mvt & Handicap

- **Analyse du mouvement en temps-réel** (œil, regard, main, membres, corps entier)
- Objectifs : diagnostic, thérapeutique, recherche
- *Hôpital Neuro et Hôpital Rééducation*

2 IT

CHU, IFR

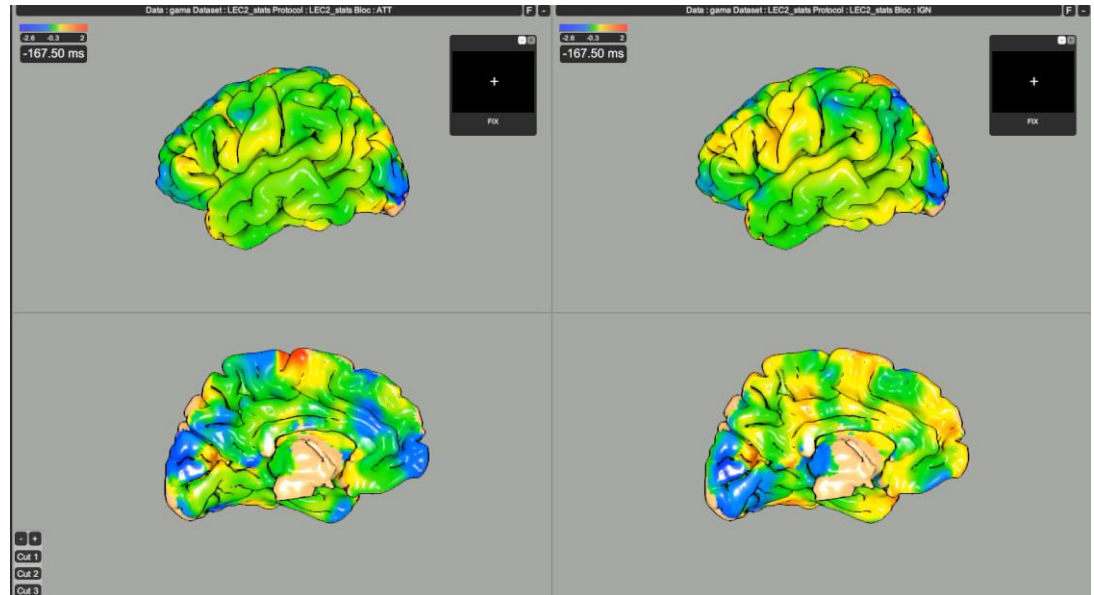


NeuroImmersion

- **Réalité virtuelle immersive**
- Motion & eye-tracking
- Stimulation multisensorielle 3D
- EEG sans fil, BCI, TMS, tDCS
- *Hôpital Neuro*

1,5 IT

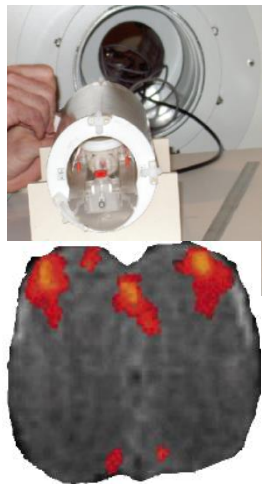
IHU, Labex, HCL



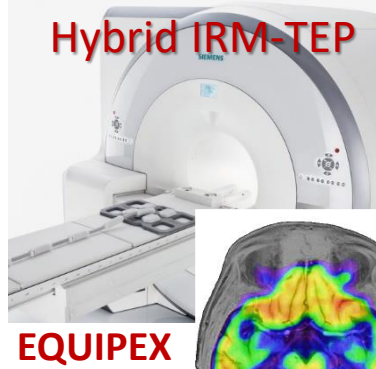
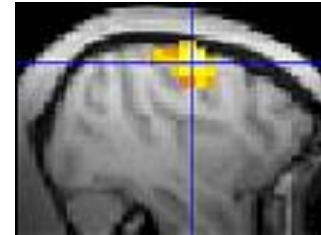
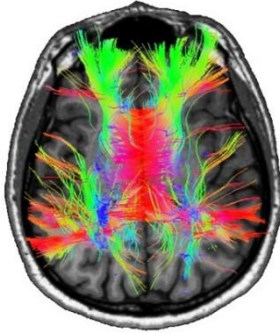
EEG intracérébral

- Exploration pre-chirurgicale des **patients épileptiques (électrodes intra-cérébrales : EEG, multi-unitaire)**
- Localisation anatomique 3D
- Batterie de «localizers» cognitifs, database (>180 patients)
- *Hôpital Neuro*

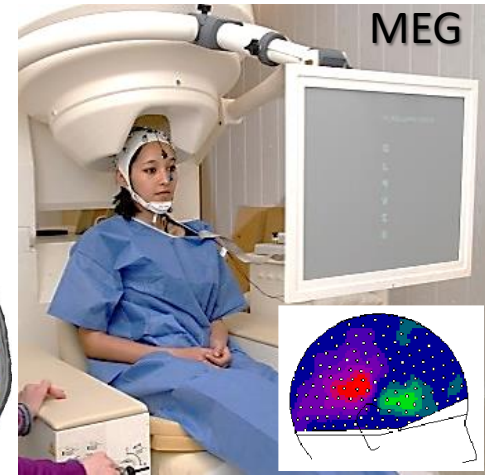
2 IT CDD IHU, Labex, CHU, HBP



IRM 7T
& μ TEP



EQUIPEX



MEG

Cyclotron



Radiochemistry-Pharmacy



PET-CT Scanner



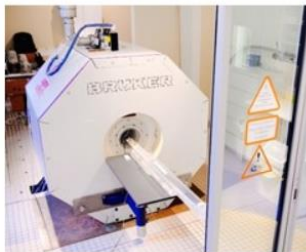
PET-MRI Scanner



Micro-PET Scanner



Micro-MRI Scanner



3T-MRI Scanner



1.5T-MRI Scanner



SCT Scanner



MEG Scanner





IRM
PET

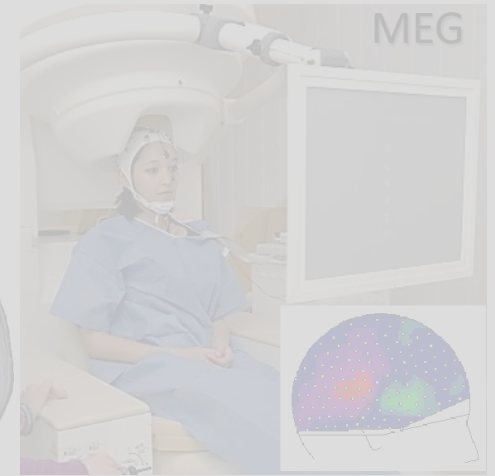
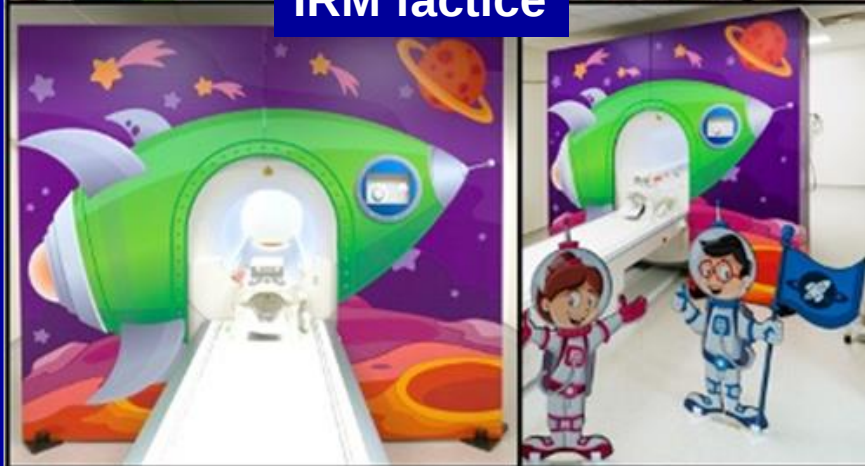
IRM 3T Primage

Hybrid IRM-TEP

MEG



IRM factice



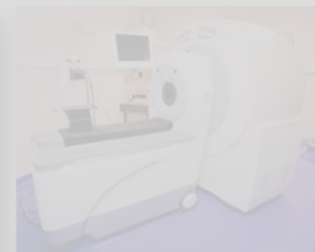
Cyclotron



IRM Scanner



Micro-PET Scanner



Micro-MRI Scanner



Scanner

+ projets CPER soumis

IRM 7T Humain

IRM-TEP Petit animal

Dynamique des réseaux neuronaux

M. Bonnefond, E. Courtiol

IA & neurosciences computationnelles

M. Bensafi, J. Mattout, N. Fourcaud-Trocmé

Neuro-développement

G. Coureaud, JF. Gherzi-Egea

Neurosciences et éducation

JP. Lachaux, B. Terrier

Neurosciences naturelles et naturalistiques

N. Ravel, G. Sescousse, A. Farné, E. Macaluso

Interactions systèmes nerveux / immunitaire et comportement

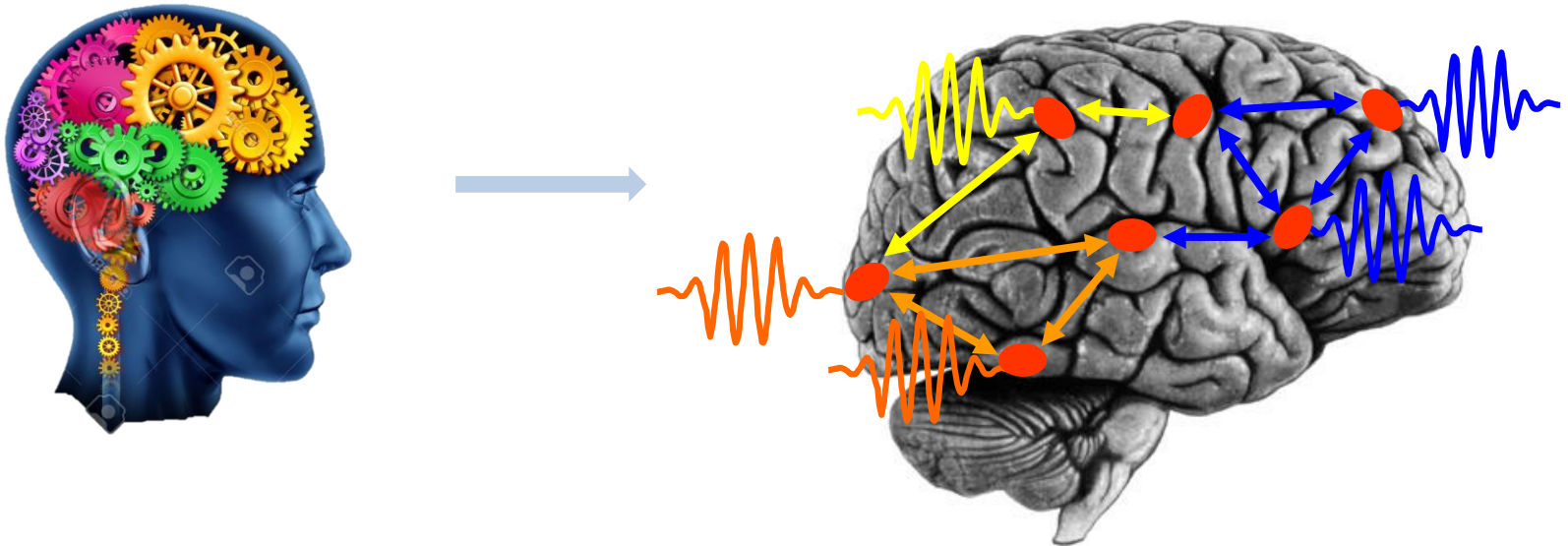
L. Bezin, R. Marignier

Objectifs

- ✓ Expertises complémentaires avec masse critique
- ✓ Combiner des échelles et des approches pluridisciplinaires
- ✓ Renforcer la recherche translationnelle
- ✓ Accroître la valorisation clinique et sociétale

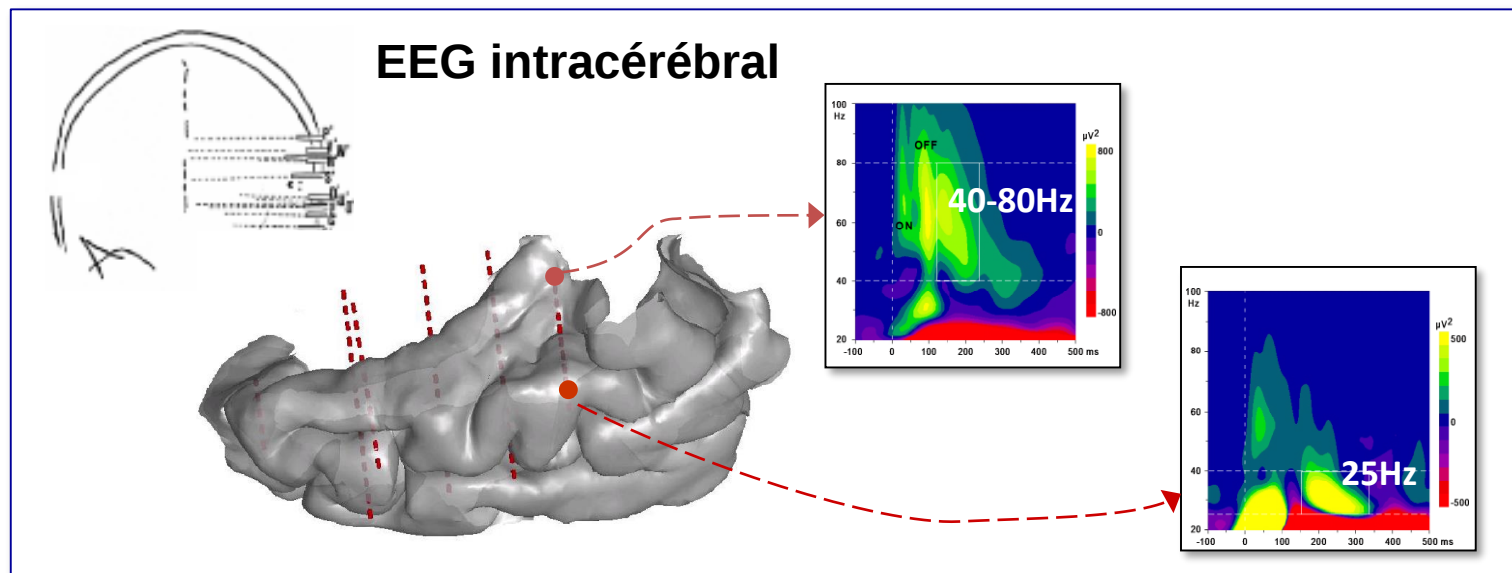
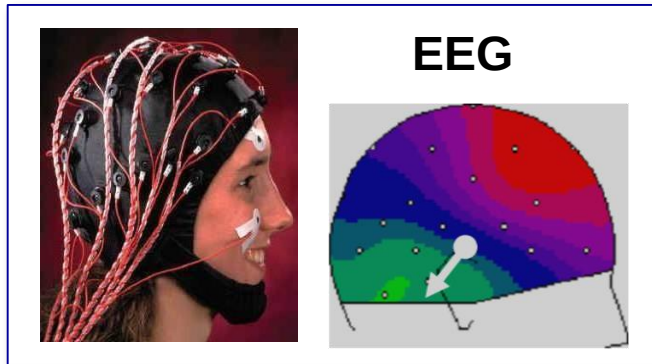
Dynamique des réseaux neuronaux

→ oscillations, dynamique locale/large échelle, communication corticale, interactions, ...



Dynamique des réseaux neuronaux

→ oscillations, dynamique locale/large échelle, communication corticale, interactions, ...



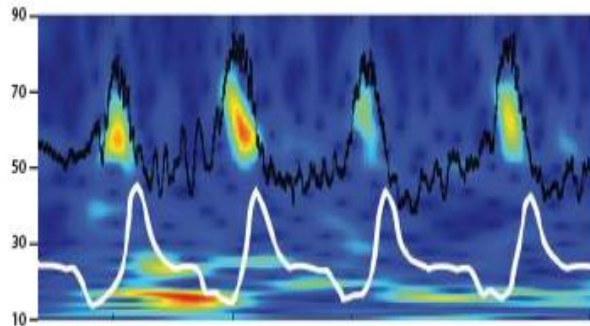
Dynamique des réseaux neuronaux

→ oscillations, dynamique locale/large échelle, communication corticale, interactions, ...

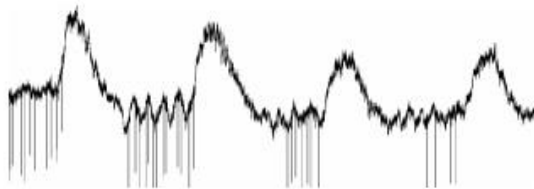
rongeur

Local field potential

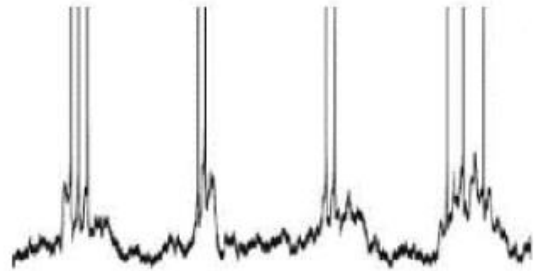
Respiration



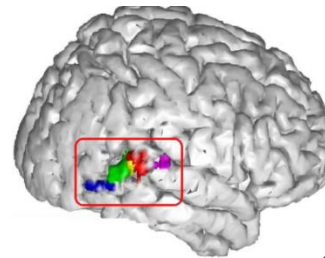
LFP + Extracellular single-unit recording



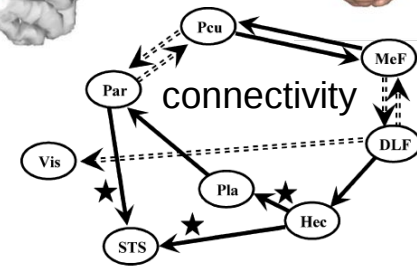
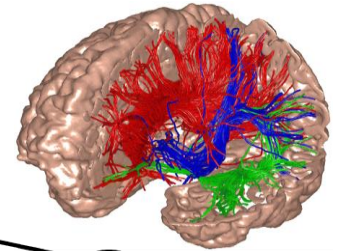
Intracellular recording (membrane potential)



IRMf



Tractographie

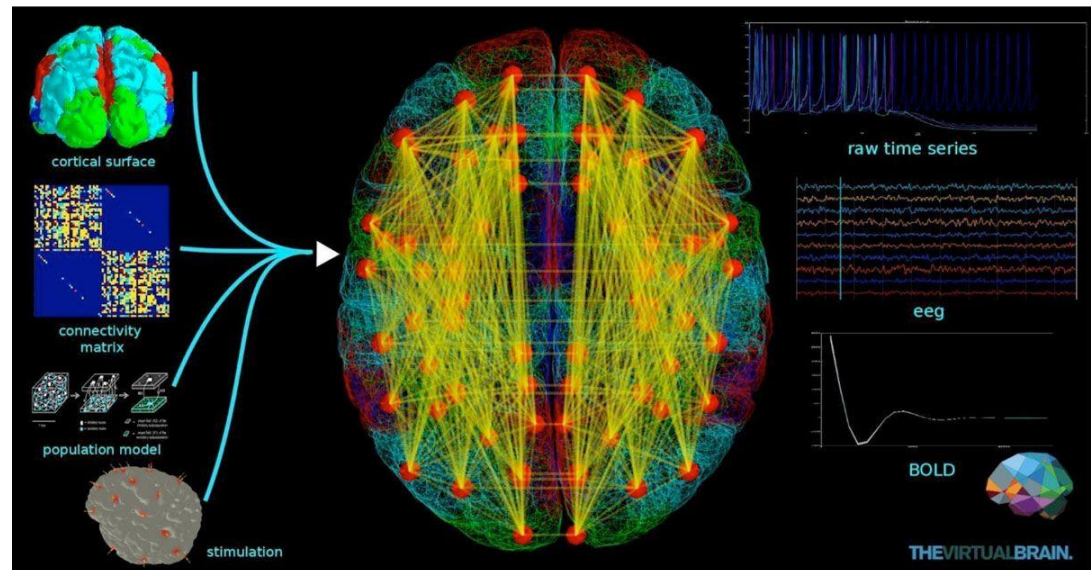


Dynamique des réseaux neuronaux

IA & neurosciences computationnelles

- Comment modéliser et comprendre la complexité du (dys-)fonctionnement cérébral ?
modèles biophysiques, neuro-cognitifs, comportementaux
- Méthodes de l'intelligence artificielle (IA)
- Big Data

*Projet d'équipe mixte avec l'INRIA
Module en Master Neurosciences*



Dynamique des réseaux neuronaux

IA & neurosciences computationnelles

Neuro-développement



Liens avec des associations de patients (DYS et TDAH)

Dynamique des réseaux neuronaux

IA & neurosciences computationnelles

Neuro-développement

Neurosciences et éducation

- Attention à l'école
- Pensée logique et mathématiques
- Sommeil et apprentissage
- Handicap et apprentissage, ...



Attention à l'école



ATOLE
> 100,000 élèves



Développer un programme
pour expliquer et entraîner
l'attention à l'école
(JP. Lachaux)



Neurosciences naturelles et naturalistiques

- stimuli complexes, milieu naturel, réalité virtuelle, living lab,
- capteurs embarqués, objets connectés, smartphone, ...
- variabilité intra- et inter-individuelle

Implantation puce RFID



Tracking des animaux



Zone de travail
test
comportemental

Zone de dépense
énergétique

Plancher:
Matrice RFID HD

Hébergement « naturalistique »

Zone de prise
alimentaire et de
boisson

Zone de repos

Zone d'interactions
sociales
ou d'enrichissement
(nouveaux objets)

Neurosciences naturelles et naturalistiques

- stimuli complexes, milieu naturel, réalité virtuelle, living lab,
- capteurs embarqués, objets connectés, smartphone, ...
- variabilité intra- et inter-individuelle

Cristal CNRS 2021



Paul-Antoine Libourel
capteurs embarqués

Réalité virtuelle - Perception spatiale des sons Rééducation chez les patients avec implant cochléaire



Neurosciences naturelles et naturalistiques

- stimuli complexes, milieu naturel, réalité virtuelle, living lab,
- capteurs embarqués, objets connectés, smartphone, ...
- variabilité intra- et inter-individuelle

Dynamique des réseaux neuronaux

IA & neurosciences computationnelles

Neuro-développement

Neurosciences et éducation

Neurosciences naturelles et naturalistiques

Interactions systèmes nerveux / immunitaire, et comportement



GAOMA
Therapeutics

Start-up 2019

molécule neuroprotection,
neuroinflammation, fonctions
cognitives, épilepsie

Dynamique des réseaux neuronaux

IA & neurosciences computationnelles

Neuro-développement

Neurosciences et éducation

Neurosciences naturelles et naturalistiques

Interactions systèmes nerveux / immunitaire, et comportement

Vers une «médecine 5P»

- ✓ Prédictive
- ✓ Préventive
- ✓ Personnalisée
- ✓ Participative
- ✓ Précision

Quels sont les multiples acteurs de la recherche sur le cerveau ?

