



Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon

Equipe « Dynamique Cérébrale et Cognition » (DYCOG)

Université Claude Bernard  Lyon

Instituts
thématiques  **Inserm**

Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Développements technologiques d'un dispositif de Neurofeedback pour la rééducation de l'attention chez les enfants TDA-H

Emmanuel MABY

11ème Journée du Réseau COGITER - CASC

Institut des Sciences Cognitives Marc Jeannerod, 6 novembre 2018

Définition

Les Interfaces Cerveau-Machine (ICM) :

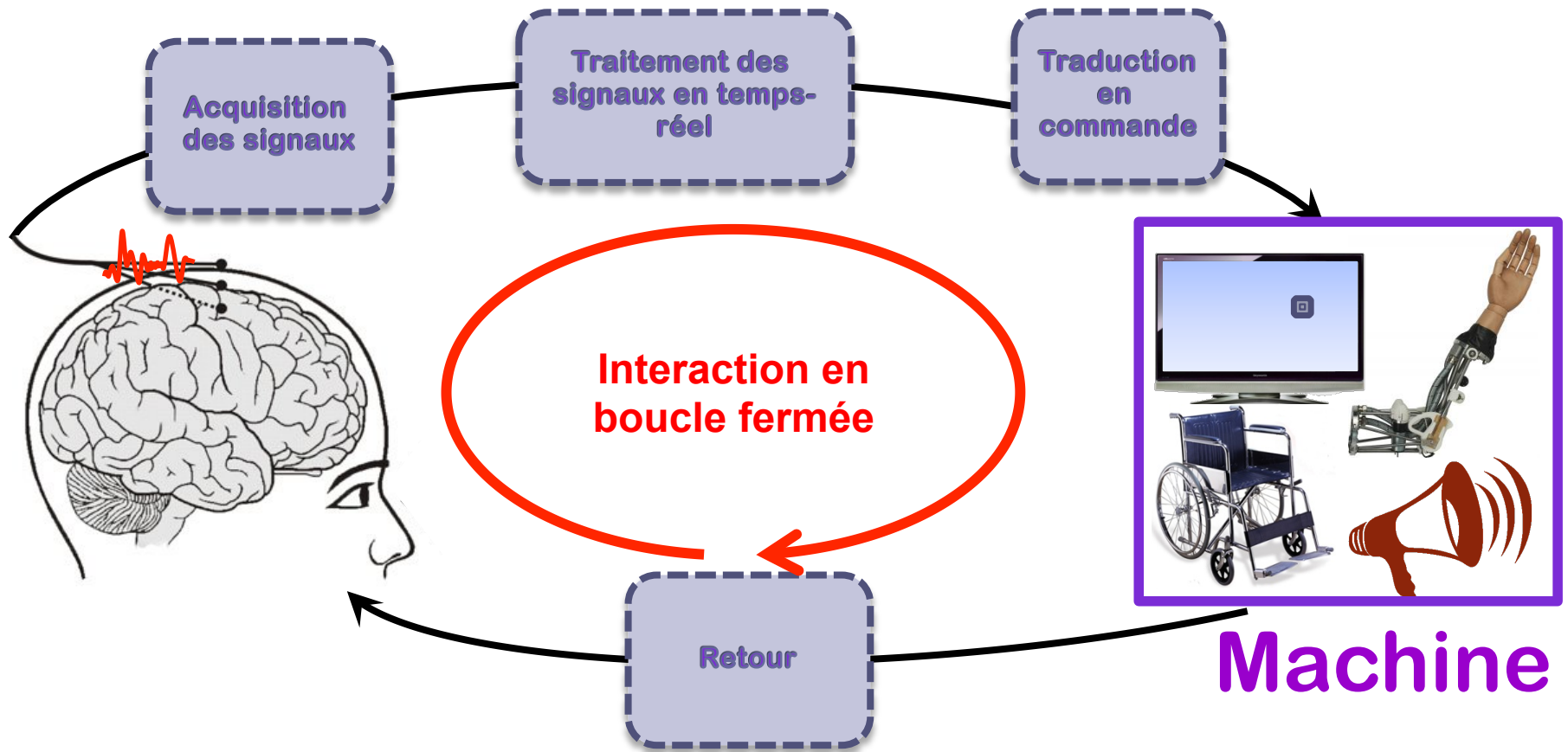
Interactions directes entre le cerveau et la machine, sans activité motrice ou sans nos organes sensoriels

Les Interfaces Homme-Machine (IHM) :

Interactions indirectes entre le cerveau et la machine, via nos sens et une activité motrice



Principe général

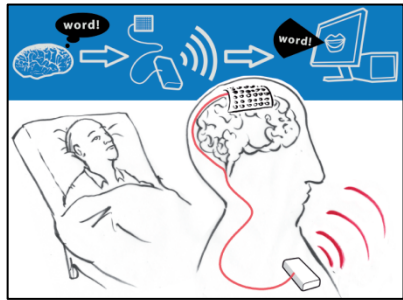


Aspects essentiels

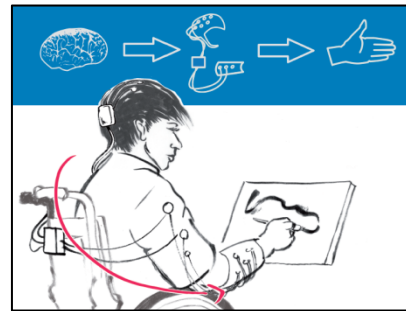
- Extraire une information pertinente
- Etre à la fois rapide et précis
- Faciliter la prise en main et l'utilisation

Les interfaces cerveau-machine: 6 scenarios d'application

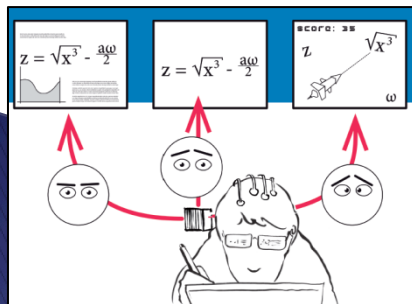
<http://bnci-horizon-2020.eu>



1) Remplacer un effecteur faisant défaut suite à un traumatisme ou à une maladie (ex. système de communication, chaise roulante motorisée...)



2) Restaurer le contrôle, comme à travers la stimulation électrique fonctionnelle d'un muscle ou de nerfs périphériques



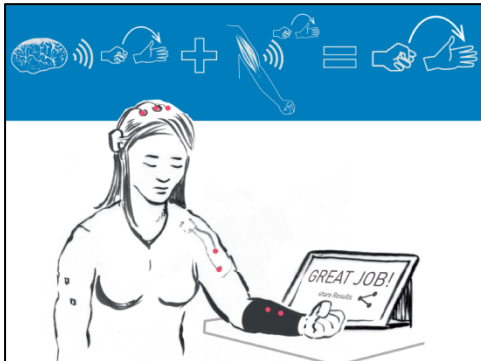
3) Augmenter les capacités du système nerveux central (ex. monitorer l'attention pour agir en cas de besoin)

Les interfaces cerveau-machine: 6 scenarios d'application

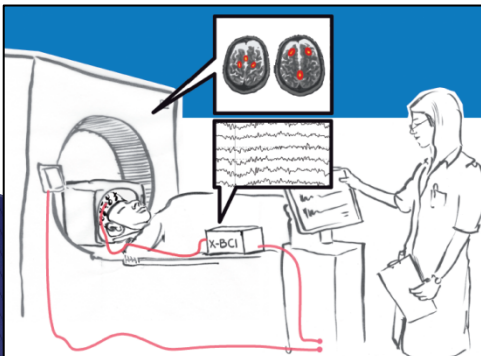
<http://bnci-horizon-2020.eu>



4) Etendre les effecteurs naturels du système nerveux central (homme augmenté)



5) Améliorer les effecteurs défectueux (ex. compléter le signal envoyé par le cerveau qui a souffert d'un AVC pour mieux commander un muscle ou une orthèse et favoriser la rééducation)

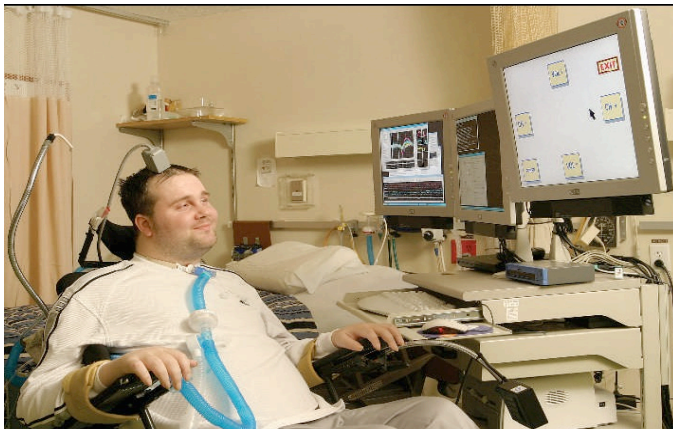
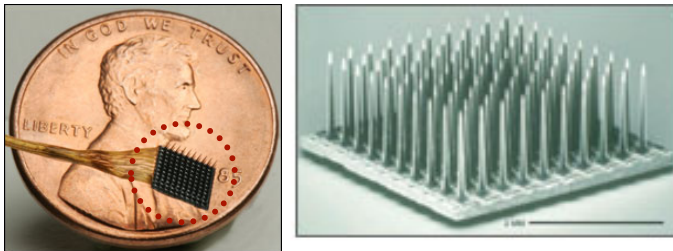


6) Recherche, clinique ou fondamentale

Les différentes interfaces cerveau-machine

Recherches chez l'homme

Approche Invasive - *patients*



Hochberg, Nature 2006

Approche non-Invasive - *volontaires sains* - *patients*



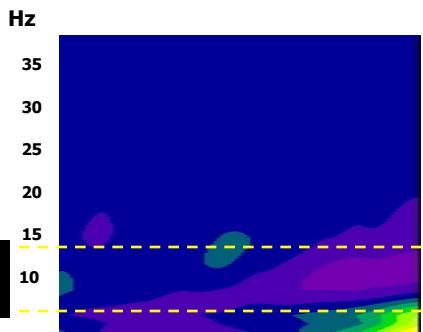
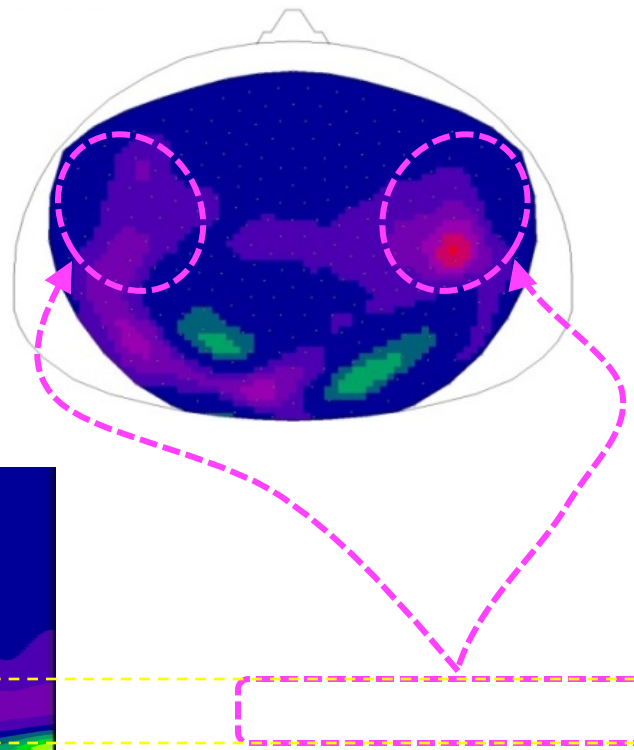
Interfaces Cerveau-Machine non-invasives chez l'homme

ICM non-invasives : rythmes sensorimoteurs en EEG

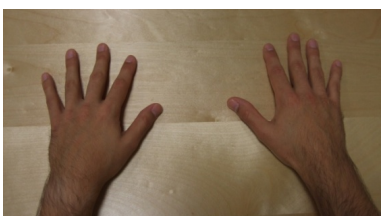
Main Brodie



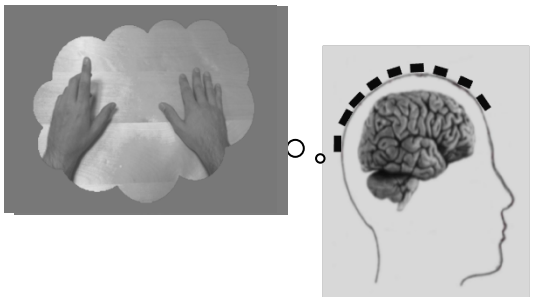
ICM non-invasives : rythmes sensorimoteurs en EEG



Rythme μ

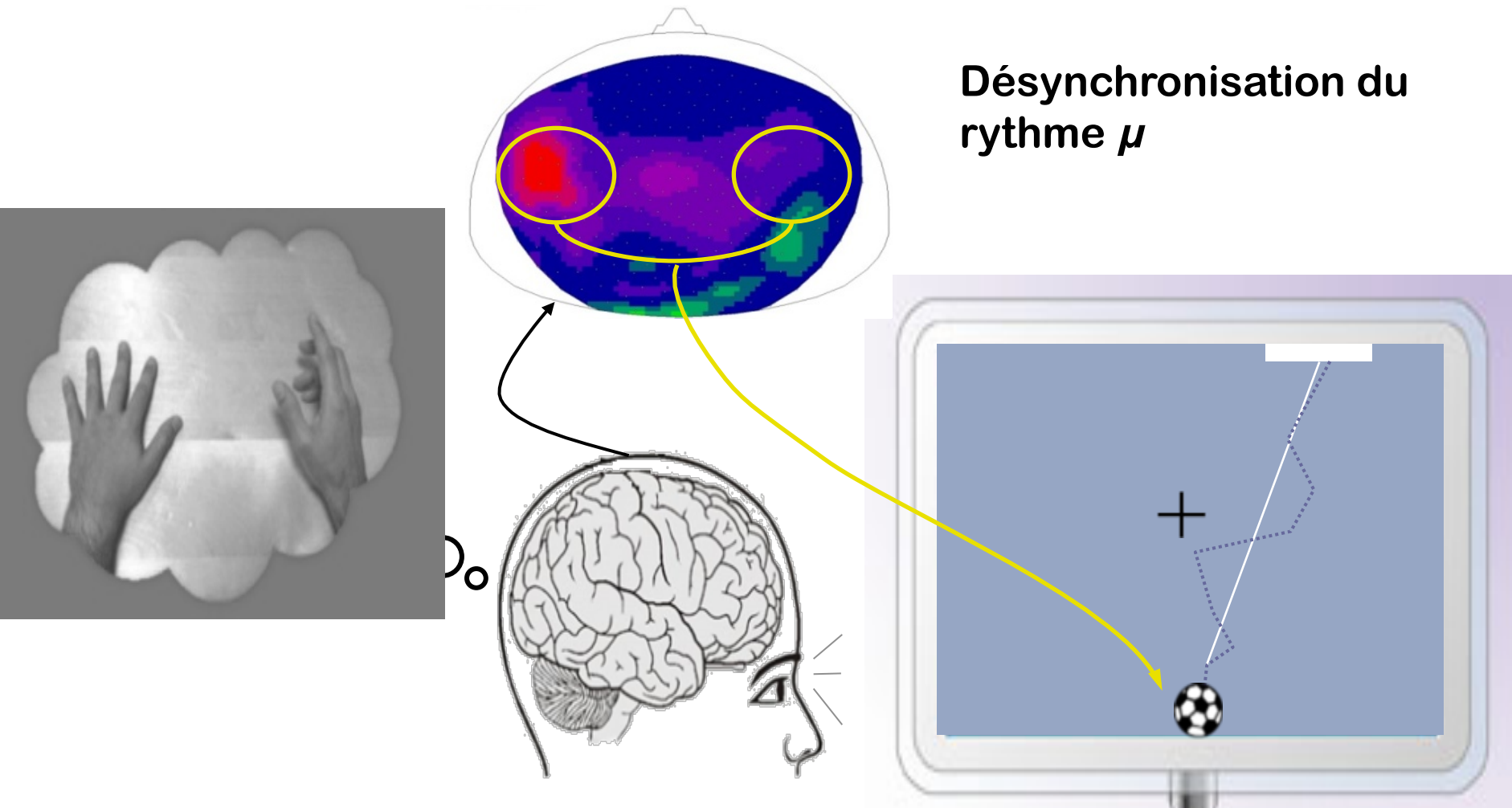


Au repos



Mouvement imaginé
Main Droite

ICM non-invasives : contrôle d'un curseur



Désynchronisation du rythme μ

ICM non-invasives pour l'aide à la communication

Le P300-Speller : « Epeler des lettres en les regardant »

- Syndrome d'enfermement (*Locked-in*)
- Sclérose latérale amyotrophique ...

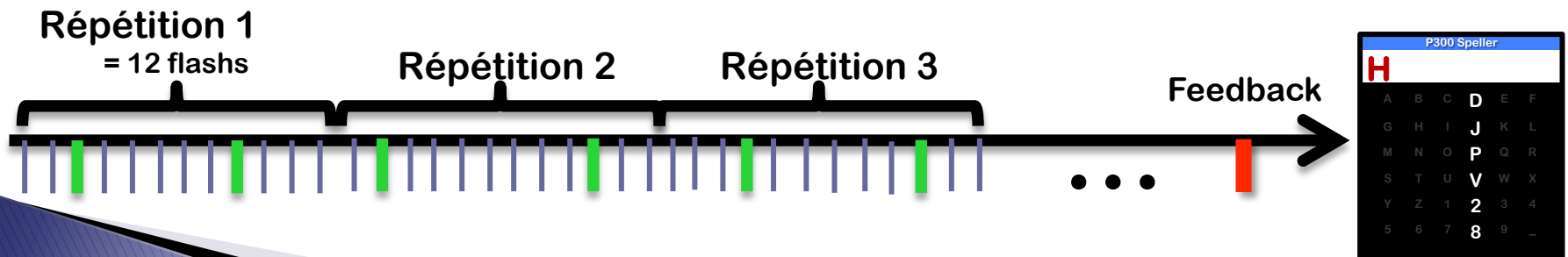
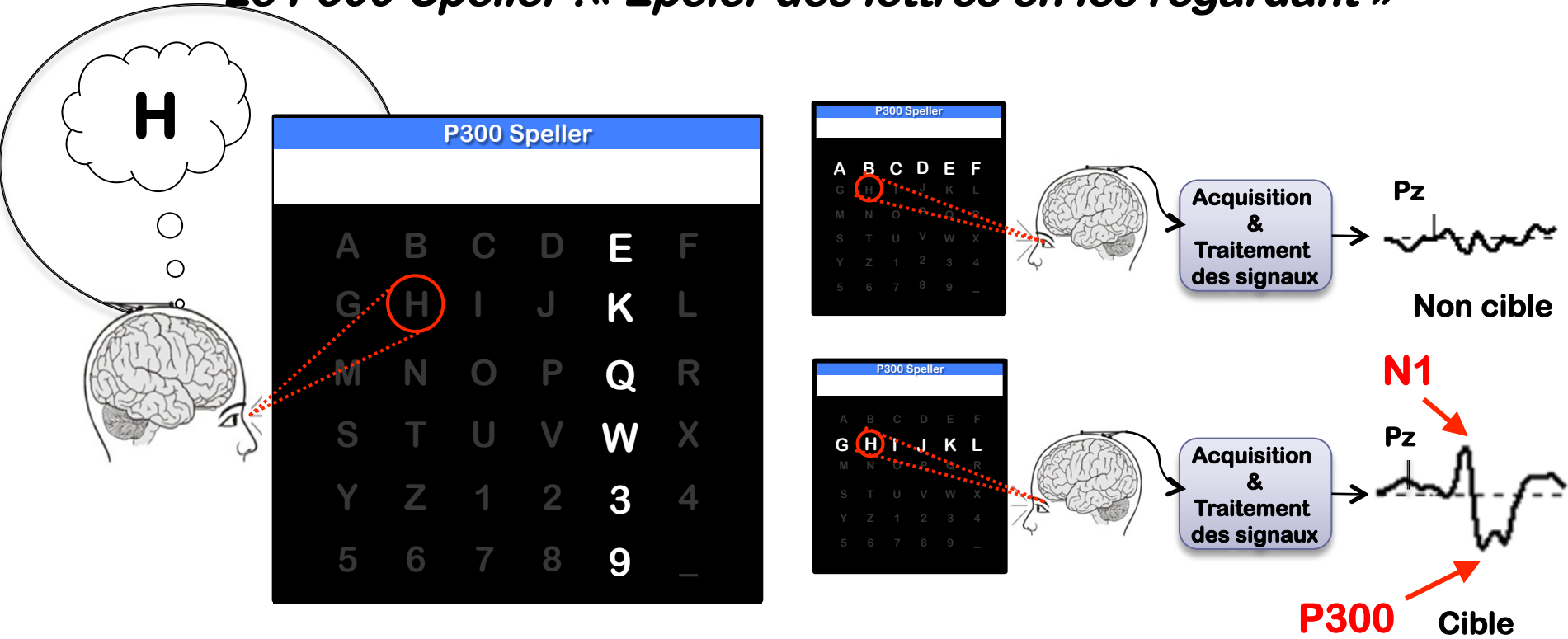


Image du film *Le Scaphandre et le papillon*
Tiré du livre de J.D. Bauby atteint
du syndrome d'enfermement

La stimulation va commencer

ICM non-invasives pour l'aide à la communication

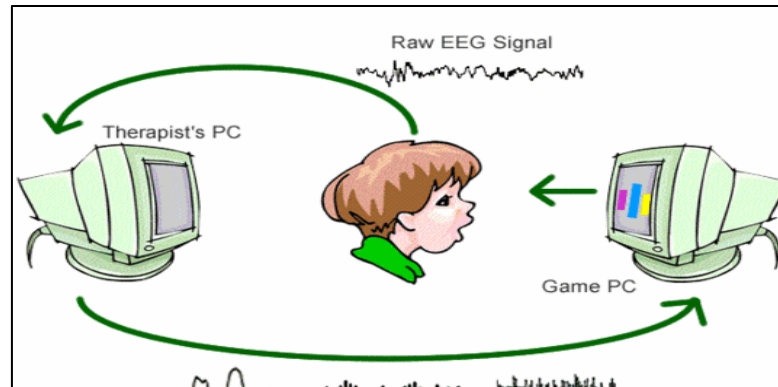
Le P300-Speller : « Epeler des lettres en les regardant »



ICM non-invasives : Neurofeedback Training

Principe général

- **Neurofeedback** = auto-régulation d'une composante de l'activité cérébrale



- Même technologie de communication

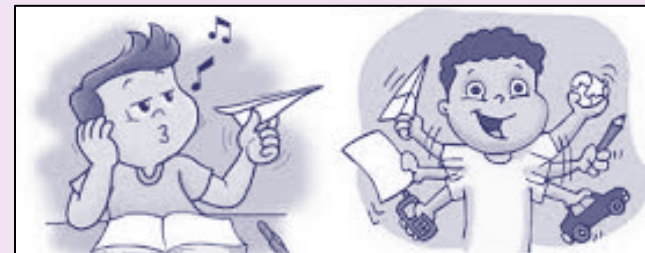
- Nombreuses pathologies : *épilepsie, stress*

Trouble de l'attention/hyperactivité (TDA/H)

3 à 5 % des enfants à l'âge scolaire
Persistance à l'âge adulte (40-60%)

3 symptômes :

- ✧ Inattention
- ✧ Hyperactivité
- ✧ Impulsivité



Retard dans les apprentissages

ICM non-invasives : Neurofeedback Training (NFT)

Les principaux marqueurs électrophysiologiques

① Rythme sensori-moteur (13-15 Hz)



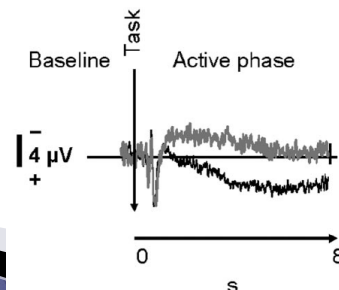
Augmenter le SMR pour améliorer les

Plusieurs méta-analyses sur des études randomisées et contrôlées

→ Pas de différence entre les groupes actifs et les groupes placebo

TDA/

③ Potentiels corticaux lents : CNV (< 1Hz)



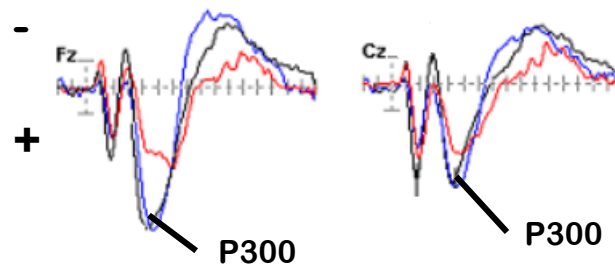
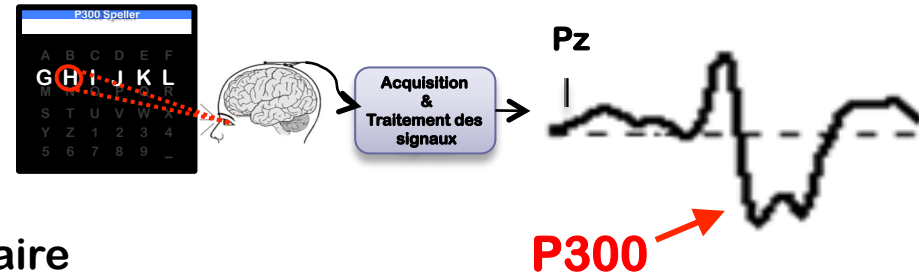
CNV réduite dans le TDA/H

Strehl et al., 2006

ICM non-invasives : Neurofeedback Training

Un nouveau marqueur : le potentiel évoqué P300

- Utilisé en BCI comme marqueur de l'attention sélective
- Deux composantes :
 - ✧ P3a : processus de détection involontaire
 - ✧ P3b : discrimination attentionnelle
composante évoquée par un stimulus attendu
→ Marqueur de l'orientation volontaire de l'attention
- Affecté chez les enfants TDA/H Johnstone, Barry, & Clarke, 2013
- Rehaussé suite à la prise de psychostimulants
→ évolution positive avec amélioration des symptômes



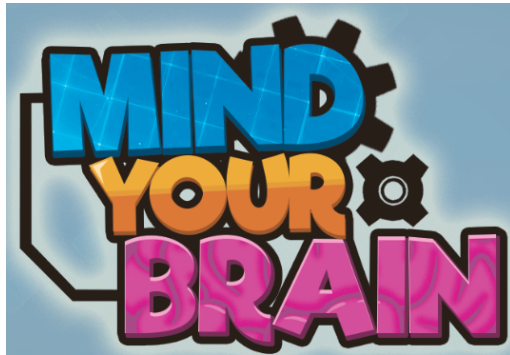
Yan-ling et al., 2013



➤ *Bon marqueur candidat pour un entraînement de l'attention par Neurofeedback*

Etude Clinique :

évaluation d'un nouvel entraînement de l'attention par Neurofeedback chez des enfants TDA/H



bpi**france** * **île de France**

Le projet MIND Your Brain vise à développer une plateforme à distance de services destinés à l'amélioration de la qualité de vie de personnes souffrant de troubles de l'attention (TDA/H) ou de tout individu simplement désireux d'entraîner ses capacités attentionnelles dans un environnement ludique et engageant.



Video games
(Paris)



ICM
(Paris / Rennes)



Hospices Civils de Lyon

Etude Clinique

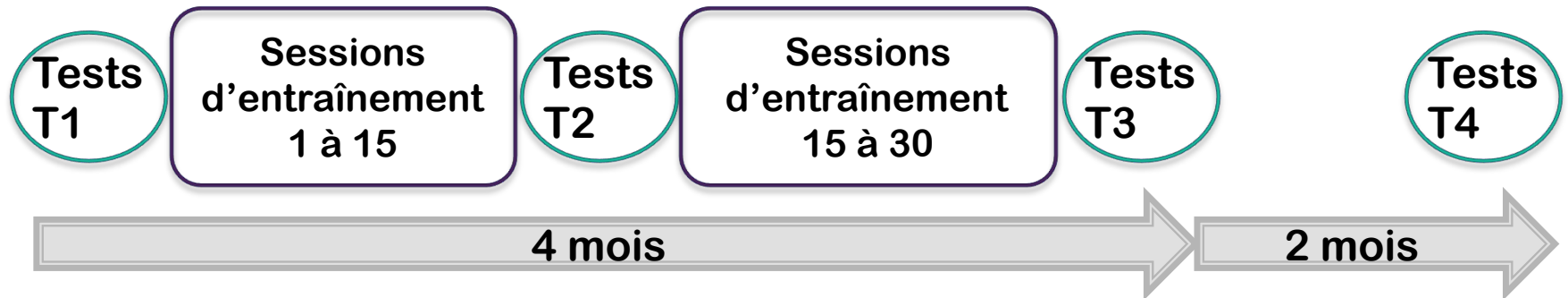
2 groupes d'entraînement (double aveugle) :

Groupe Neurofeedback (N = 19) :

→ contrôle des jeux avec le signal EEG
(fixation du regard + attention)

Groupe Biofeedback (N = 11) :

→ contrôle des jeux avec la direction du regard
(fixation du regard)



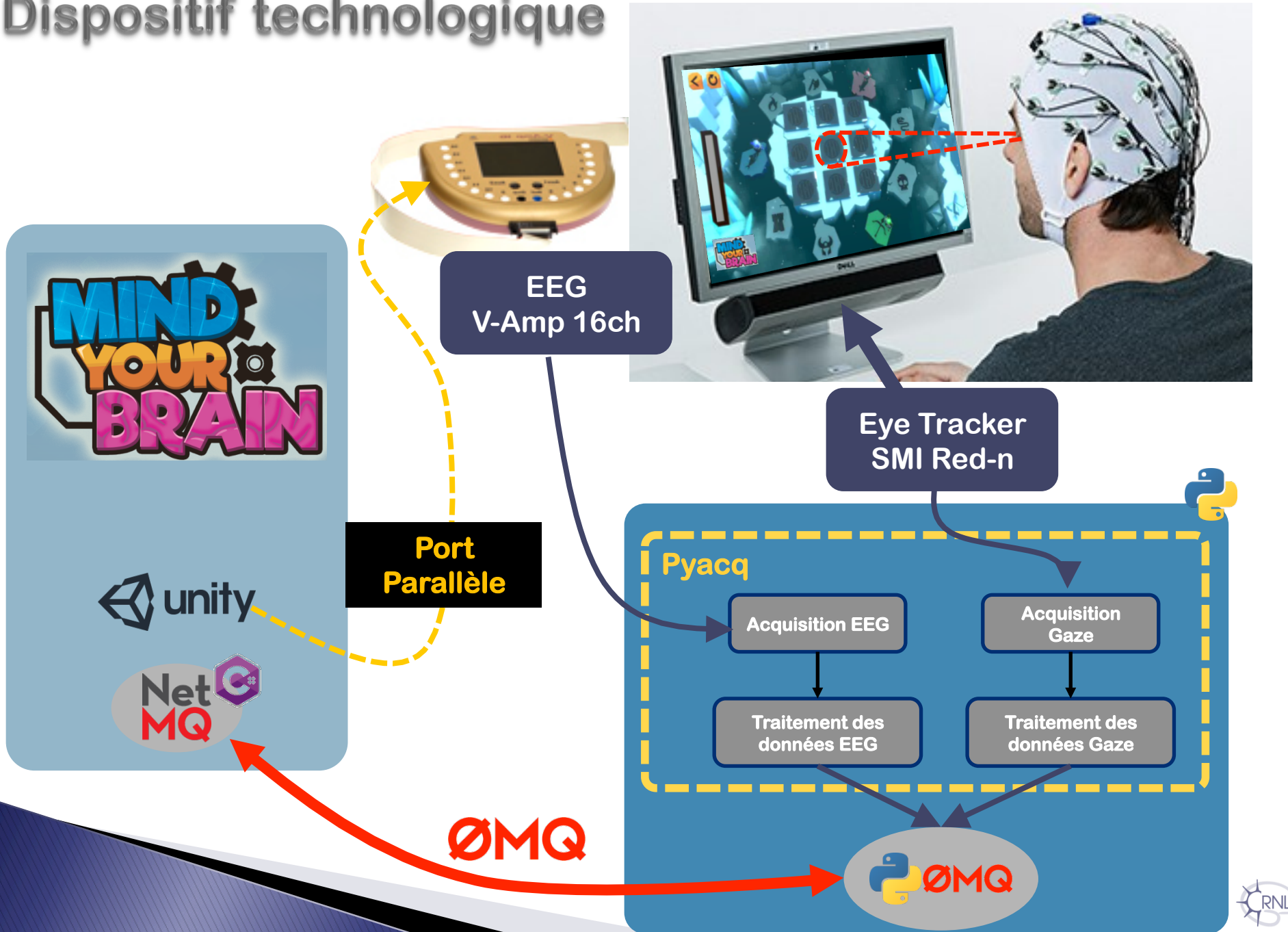
- 2 entraînements par semaine

Dispositif technologique

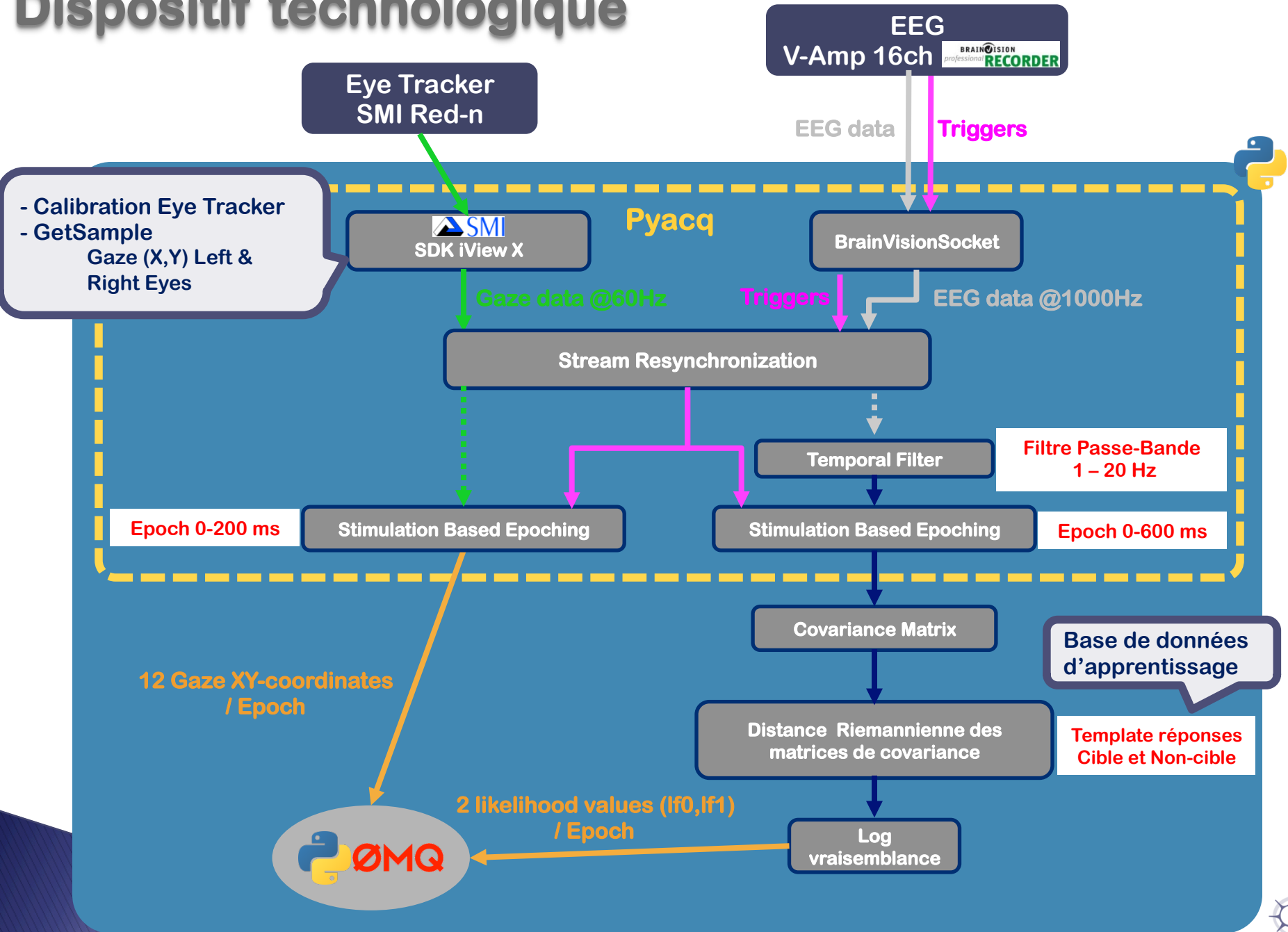
Icememory



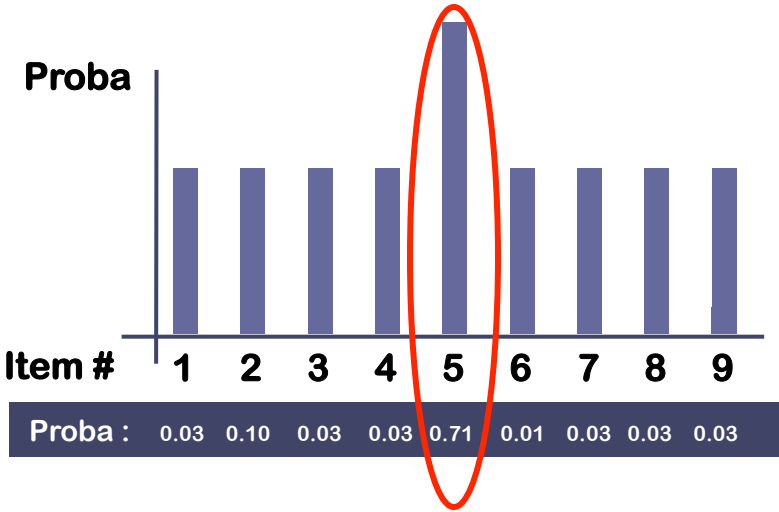
Dispositif technologique



Dispositif technologique



Dispositif technologique



Inférence bayésienne

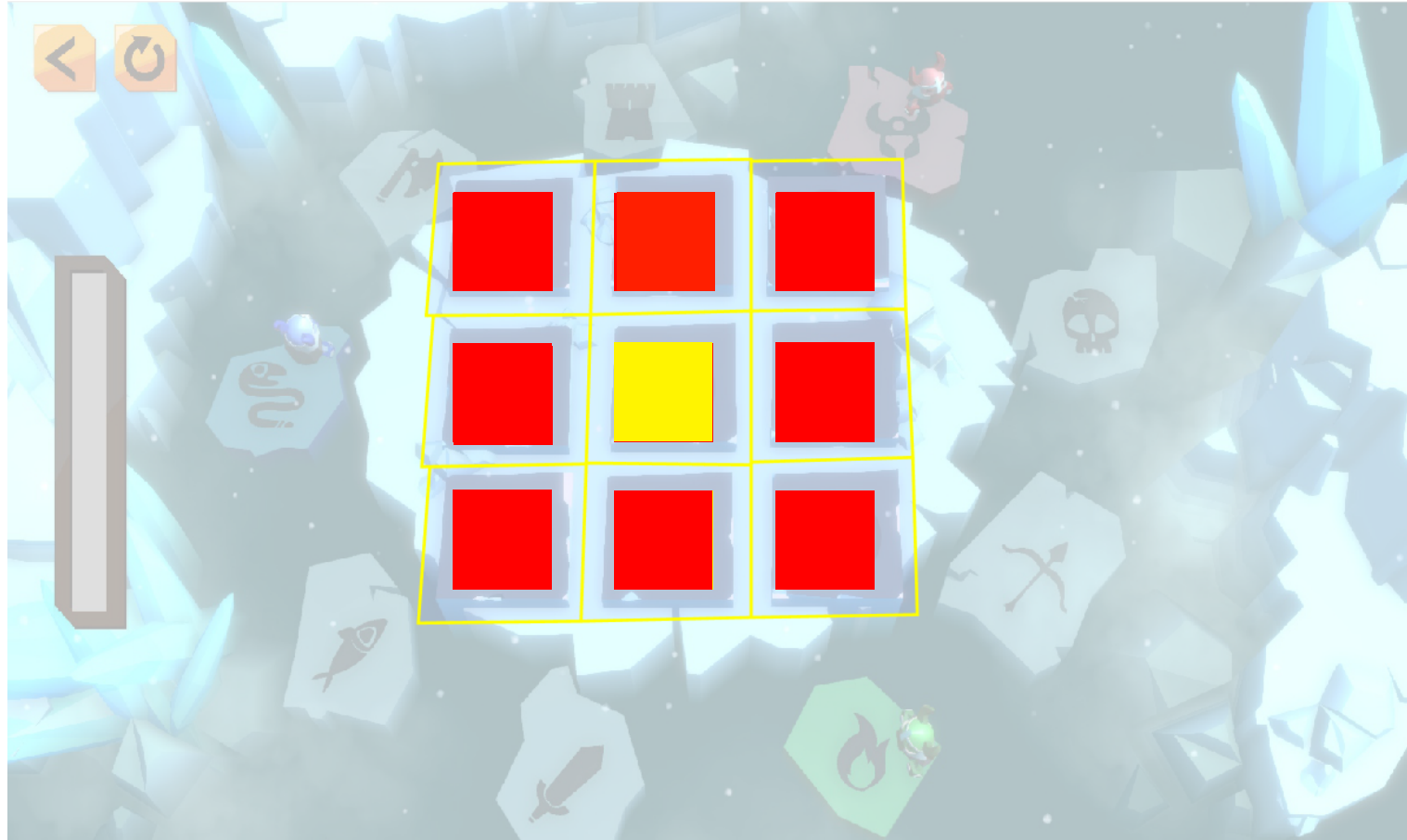


ØMQ



Dispositif technologique

Groupe Biofeedback



Démonstration

Calibration



Template
spécifique du sujet

Jeu contre une IA

Icememory



Connecticut 4



Armageddon

