



Peut-on tout contrôler par la pensée ?

2ème partie: les interfaces cerveau-ordinateur

Fabien LOTTE, Inria Bordeaux Sud-Ouest, équipe Potioc

Les Interfaces Cerveau-Ordinateur

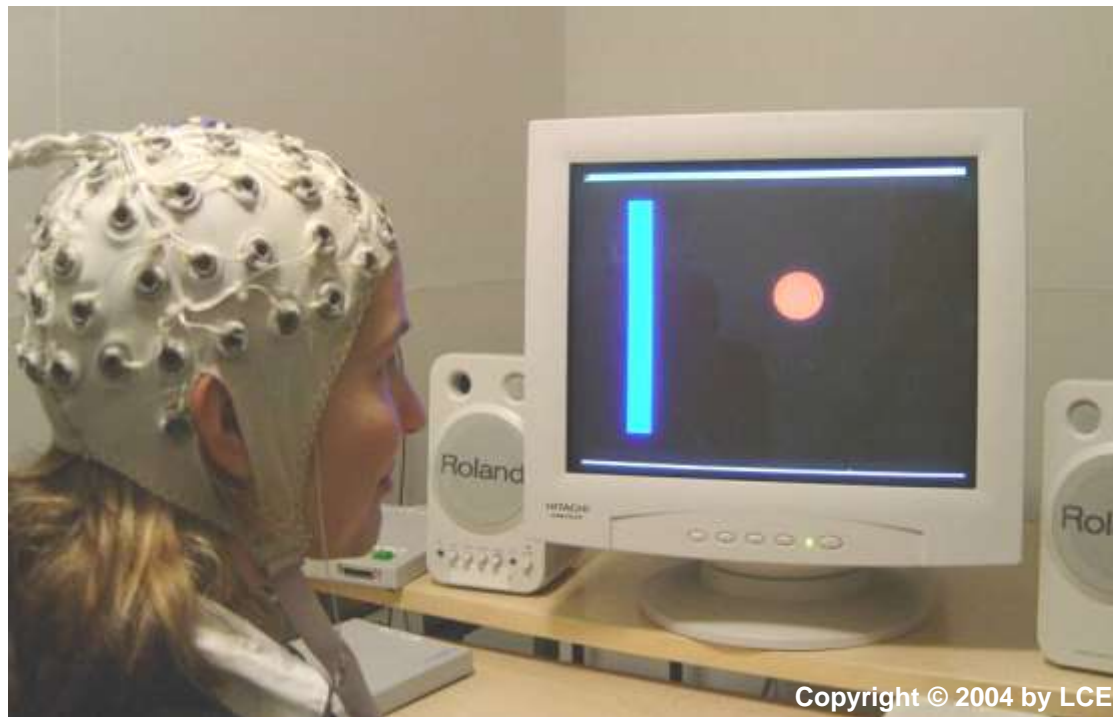
1. Qu'est-ce que c'est ?
2. A quoi ça sert ?
3. Comment ça marche ?
4. Quelles perspectives ?

1

**Qu'est-ce qu'une
Interface Cerveau-
Ordinateur ?**

Qu'est-ce qu'une Interface cerveau-ordinateur (BCI)* ?

- Une BCI est un système de communication permettant d'envoyer des messages et commandes à un ordinateur uniquement grâce à son activité cérébrale



Contrôle d'une balle à l'aide d'une BCI*

Ce n'est pas :

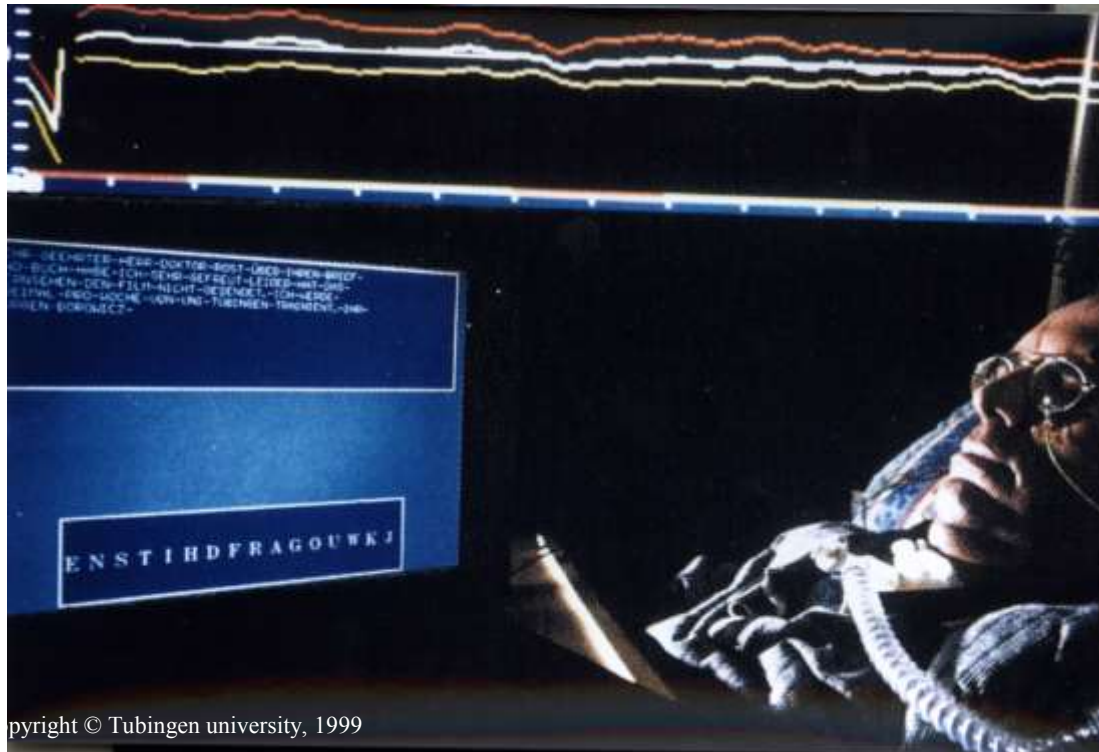
- Une BCI n'est pas de la science fiction
- Une BCI ne peut PAS lire dans les pensées
- Une BCI n'est pas prête de remplacer votre souris

2

**A quoi sert une
BCI ?**

Les applications médicales

Les BCI peuvent être des systèmes palliatifs pour les personnes gravement paralysées.



pyright © Tubingen university, 1999

Communication par BCI, Université de Tuebingen, Allemagne

Substitution motrice



Prothèses et
orthèses
(TU Graz, Autriche)



Fauteuil
Roulant
(EPFL, Suisse)



BCI et handicap : où en est-on ?

- Preuves de concept en laboratoire mais peu d'utilisations réelles par des patients
- Fonctionne pour des utilisateurs sains et des patients non-complètement paralysés
- Ne fonctionne pas (encore) pour des patients souffrant du syndrome d'enfermement
 - Sauf si ils ont « appris » le BCI avant de l'être

Réhabilitation / Rééducation



Réduction des troubles de l'attention



Rééducation suite à un AVC (Accident Vasculaire Cérébral)

Travaux de l'Institute for Infocomm Research (I²R), Singapour

Applications non-médicales

Divertissement

- Réalité virtuelle
- Jeux vidéos
- ...



Flipper (Université Technologique Berlin)

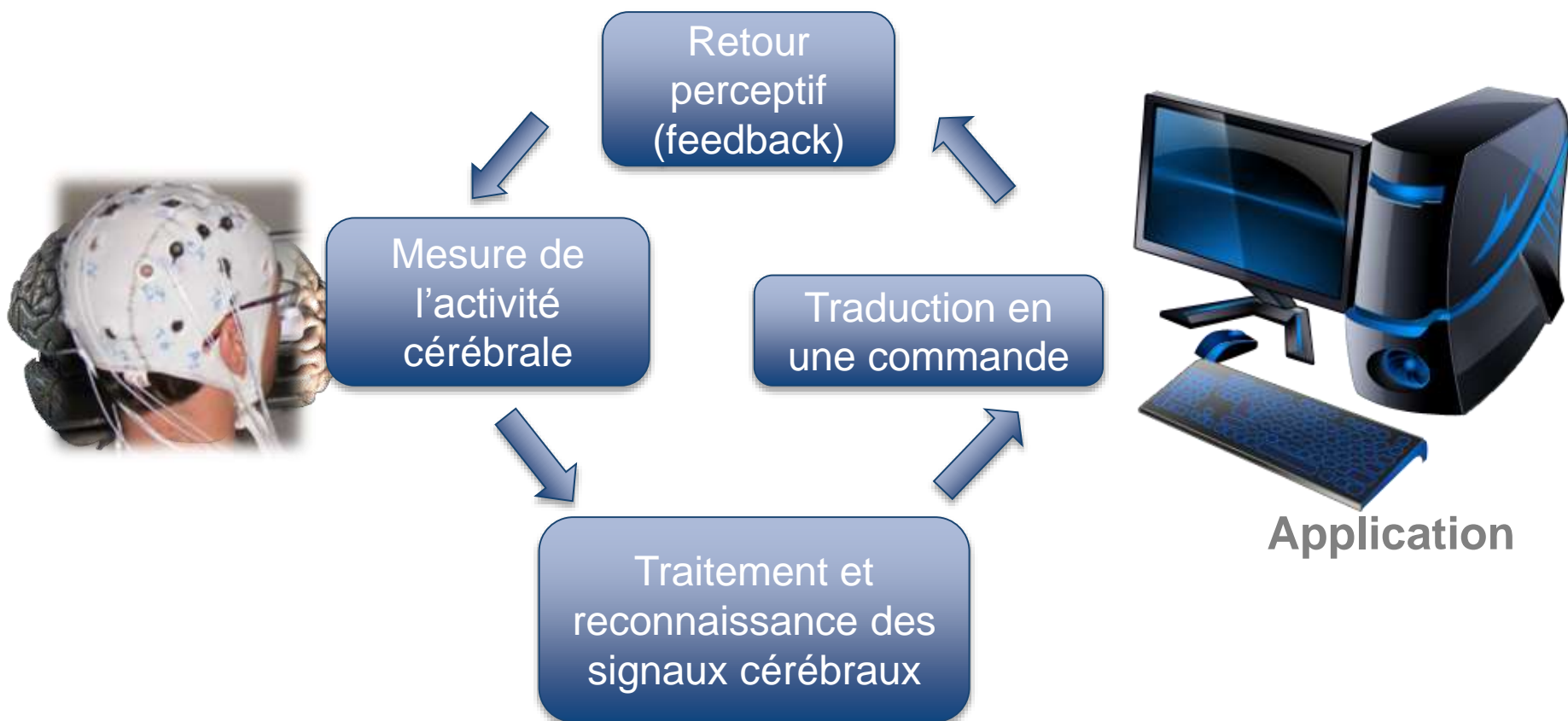


Réalité virtuelle (Inria)

3

Comment marche une BCI ?

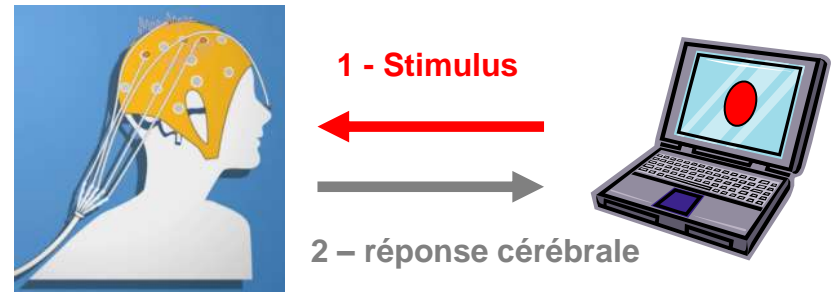
Comment marche une BCI?



Quels signaux cérébraux utiliser pour piloter une BCI avec l'EEG ?

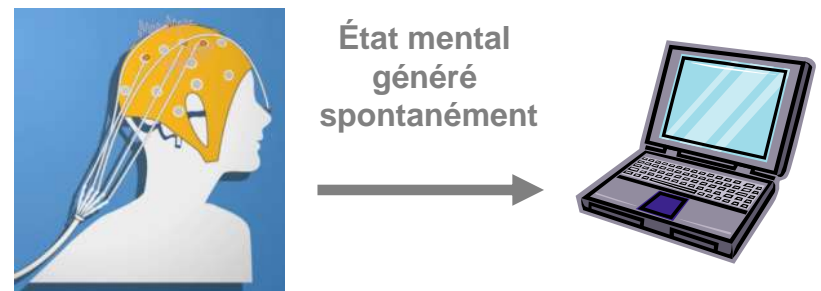
Potentiels évoqués

- Générés en réponse à un stimulus extérieur



Signaux spontanés

- Générés par une tâche mentale spécifique
 - Ex: imaginer des mouvements des mains

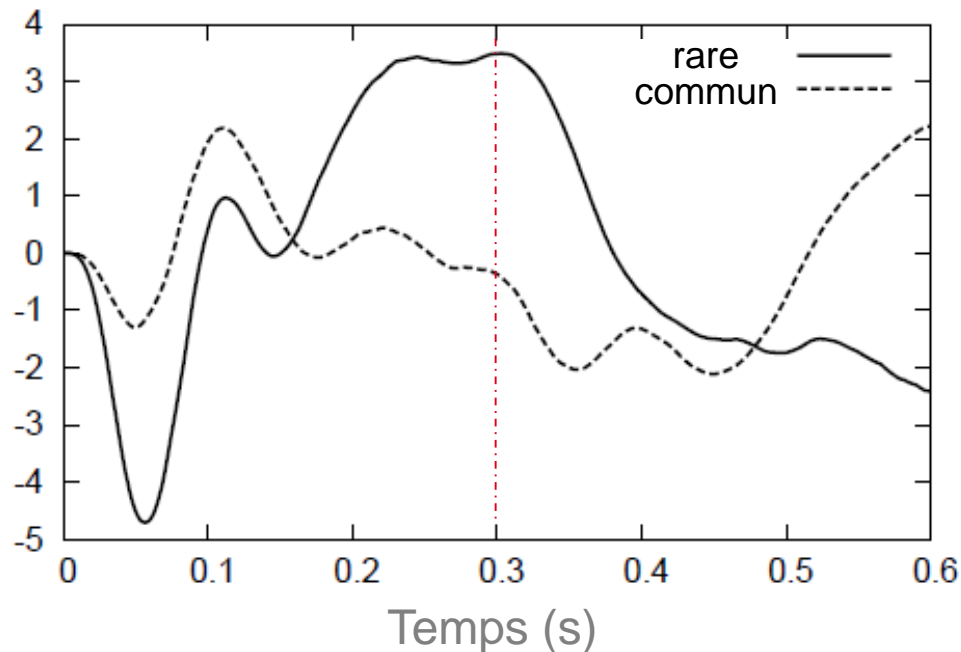


Potentiels évoqués : Exemple du P300

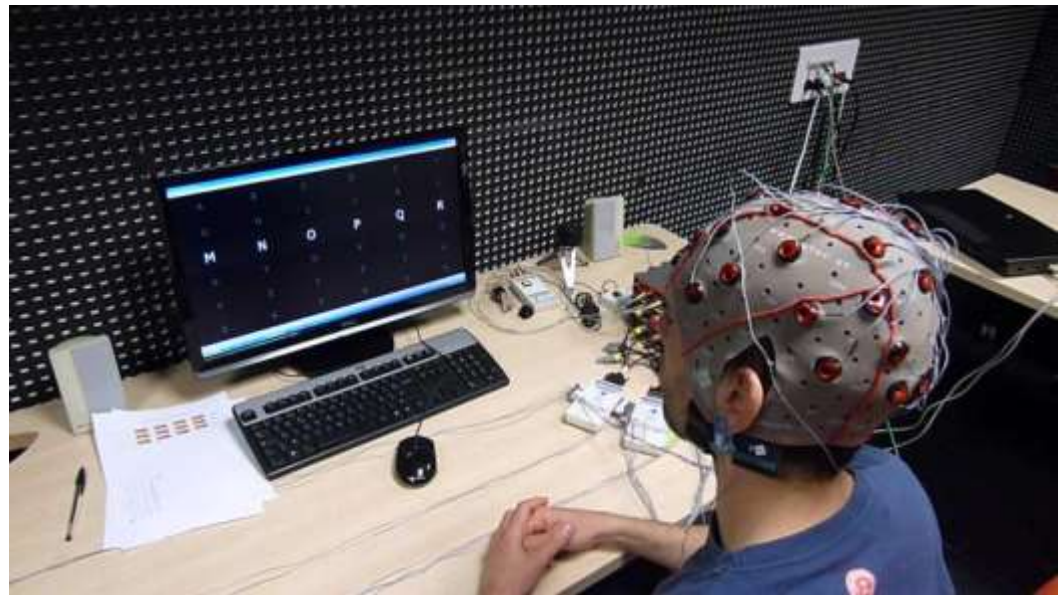


Le **P300** est une augmentation **P**ositive du signal EEG survenant environ **300** ms après que l'utilisateur ait perçu un stimulus rare et pertinent

Amplitude du
signal EEG



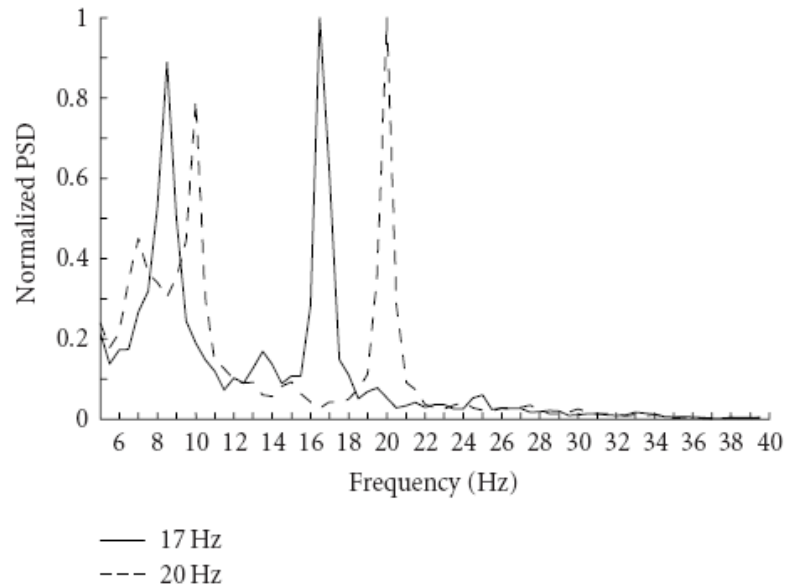
BCI utilisant le P300 : Le « P300 Speller »



Potentiels Visuels Evoqués Stationnaires (SSVEP)



- Activité cérébrale oscillatoire synchronisée avec la fréquence d'un stimulus oscillant
 - Peut être aussi tactile or auditif [Muller-Putz06]



Jeu vidéo contrôlé par SSVEP

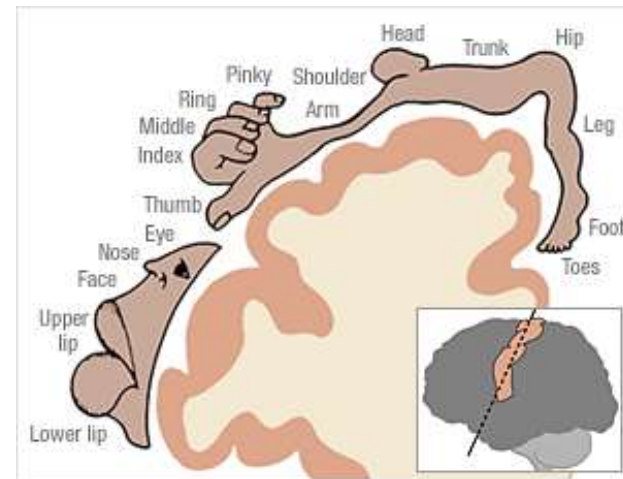


Mind Shooter (Inria Rennes), 2013



Signaux spontanées

- Exemple : Imagerie motrice = Imagination de mouvements des membres (mains, pieds, etc.)



Homunculus de Penfield

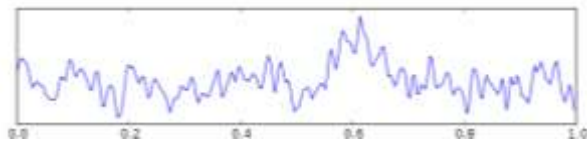
- Autres : concentration, rotation mentale de figure géométrique, calcul mental, etc.

Identifier un mouvement imaginé dans les signaux EEG

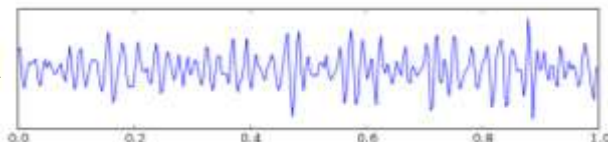
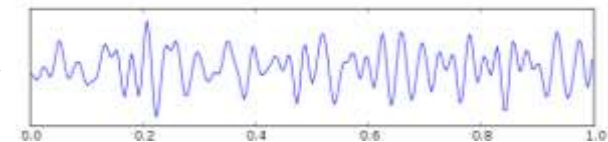
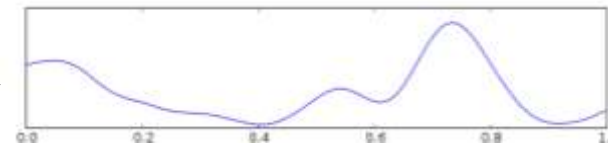
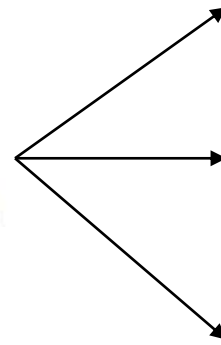
- Utiliser l'information spatiale



- Utiliser l'information fréquentielle



Signal EEG brut



Différentes
fréquences
du signal
EEG

4

Quelles sont les perspectives ?

Nouveaux Usages: Neuroergonomie et BCI Passive

- Utiliser les techno BCI afin d'évaluer objectivement les qualité ergonomique d'une interface homme-machine (IHM)



- Ex: Evaluer la facilité d'utilisation d'une IHM en mesurant les efforts mentaux (charge mentale) fait par l'utilisateur

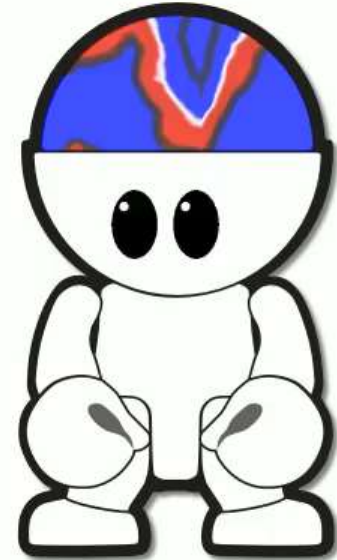
[Travaux d'Inria Bordeaux, 2014]

Visualisation interactive de l'activité cérébrale

Teegi:

Tangible EEG Interface

Jérémy Frey
Renaud Gervais
Stéphanie Fleck
Fabien Lotte
Martin Hachet
Contact: martin.hachet@inria.fr



Des BCI chez vous à la maison ?

Il est maintenant possible de concevoir des BCI chez soit !

- Systèmes EEG grand public disponibles sur le marché
 - Emotiv, Neurosky, OpenBCI



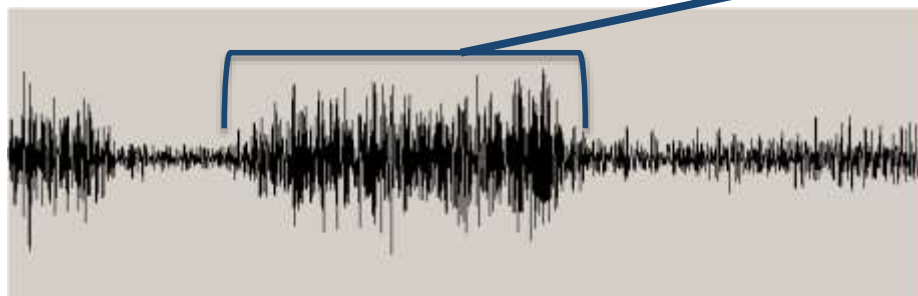
- Logiciels libres et gratuits pour analyser les signaux EEG
 - Ex : OpenViBE !
 - <http://openvibe.inria.fr>



Attention aux signaux non-cérébraux !

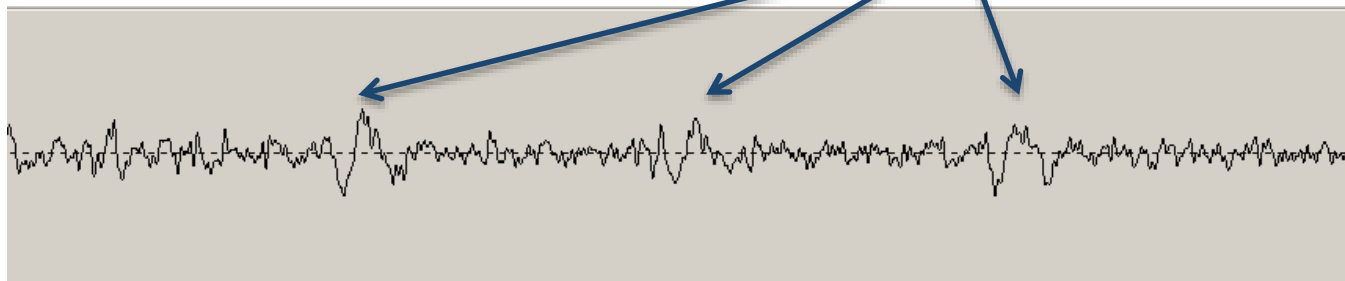
- ElectroMyoGraphie (EMG) :
 - Mesure de l'activité des muscles

Signal EMG mesuré par une électrode EEG



- ElectroOculoGraphie (EOG) :
 - Mesure les mouvements des yeux

Signaux EOG (clignement des yeux) mesurés par une électrode EEG



Défis scientifiques à relever

Performances (très) limitées

- Détections lentes et souvent erronées des états mentaux
- Ça ne marche pas pour 20 à 30% des gens!
- Cause : nature du signal EEG + connaissances limitées

Utilisabilité

- Temps de calibration et d'apprentissage
- Électrodes EEG et Design

Ethique

Mais des applications prometteuses!

- Handicap, Divertissement, Création, etc.

Merci pour votre attention !



Des questions ?

Fabien Lotte

Site web : <http://sites.google.com/site/fabienlotte/>

Site web de l'équipe Potioc : <http://team.inria.fr/potioc>

Site web du logiciel OpenViBE : <http://openvibe.inria.fr>

e-mail : fabien.lotte@inria.fr