



[www.irisa.fr/bunraku/OpenViBE](http://www.irisa.fr/bunraku/OpenViBE)

## Interfaces Cerveau-Machine : Avancées récentes et perspectives, à travers le projet Open-ViBE

Anatole Lécuyer (INRIA/IRISA)  
[anatole.lecuyer@irisa.fr](mailto:anatole.lecuyer@irisa.fr)

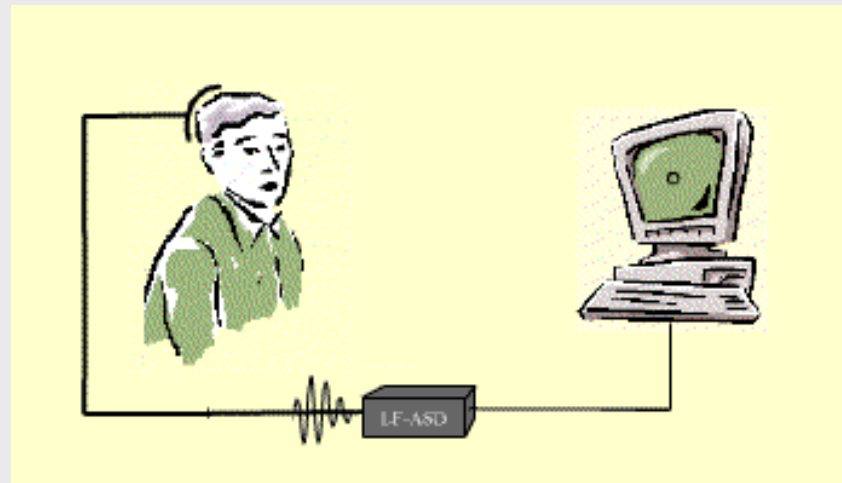
Journée IRISATECH, 20/06/2007

# Plan

- Les Interfaces Cerveau-Machine (ICM)
  - Principe
  - Fonctionnement
  - Protocoles utilisés
  - Applications
- Le projet Open-ViBE
- Perspectives
- Conclusion

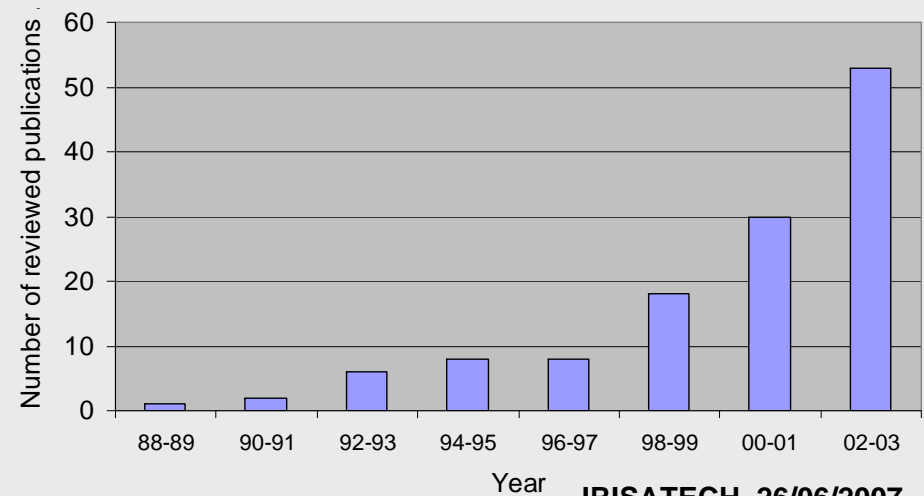
# Interface Cerveau-Machine

- Interface Cerveau-Ordinateur (BCI ou « *Brain-Computer Interfaces* »)
  - Système de communication
  - Messages via l'activité cérébrale

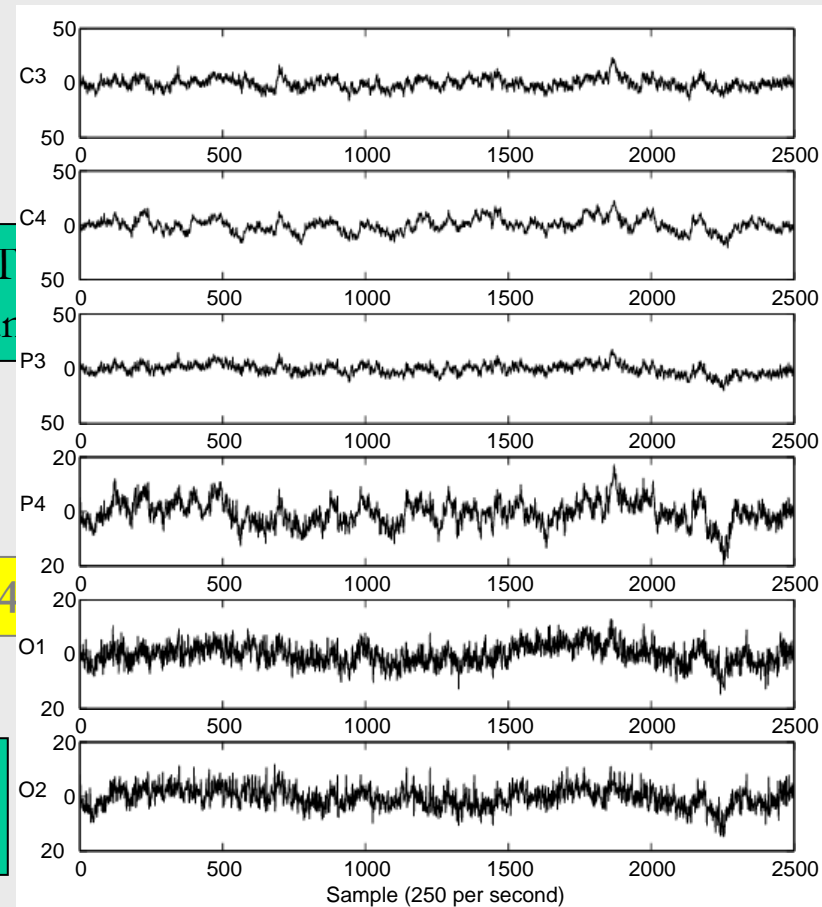
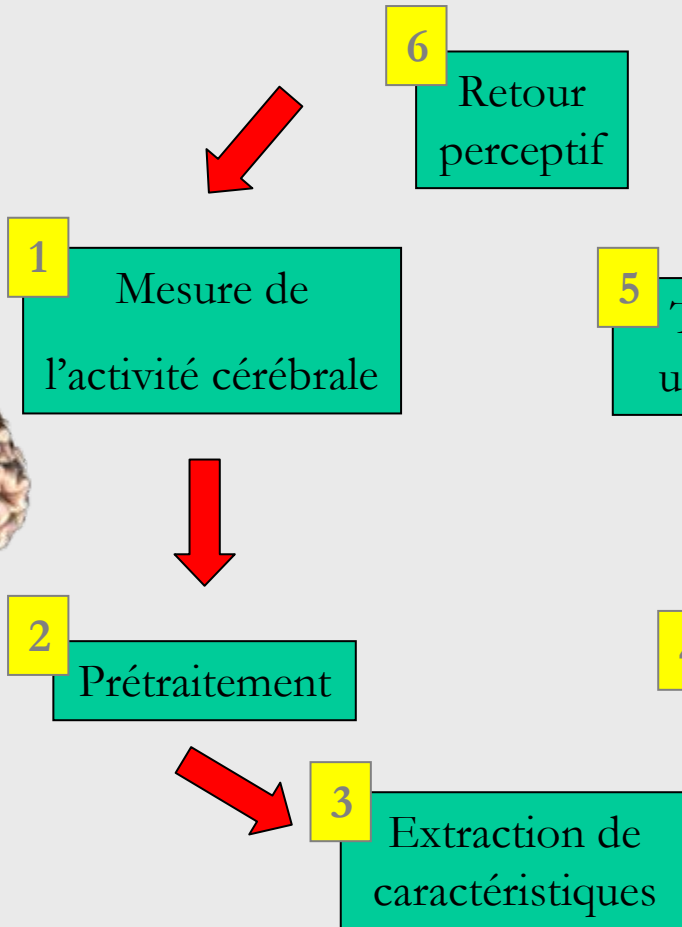


# Situation actuelle

- Les BCI ne sont plus un rêve de Science Fiction
- Des prototypes phares existent
- Domaine de recherche très actif à l'étranger (US, Autriche, Japon, etc)
- Domaine de recherche (était) peu actif en France (portail français : [www-bci.univ-lille1.fr](http://www-bci.univ-lille1.fr))
- Champ pluridisciplinaire
  - Verrous identifiés
  - Besoin de collaborer



# Fonctionnement d'une BCI



# Types de tâches mentales

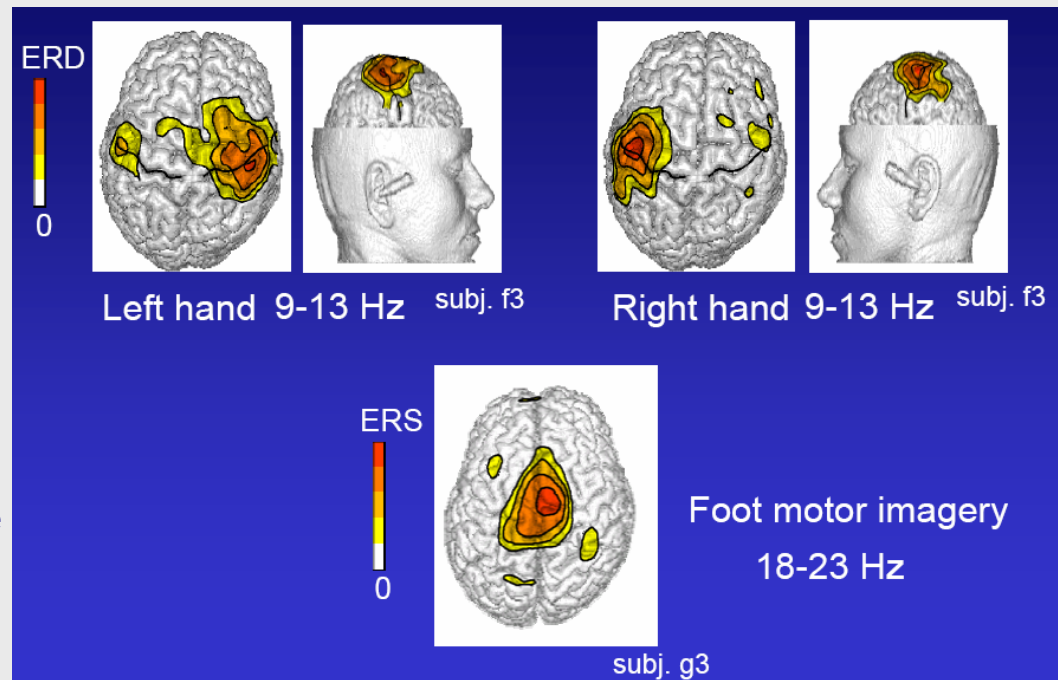
- Un « vocabulaire cérébral »
  - Activité mentale facile à générer
  - Activité mentale facile à détecter

- Exemple

- La « Graz-BCI »
- Imagination motrice

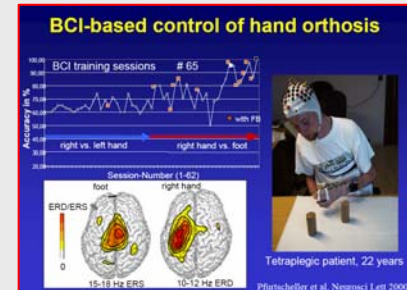
- Autres tâches?

- Calcul mental
- Rotation mentale
- Composition de lettre
- Comptage visuel
- etc

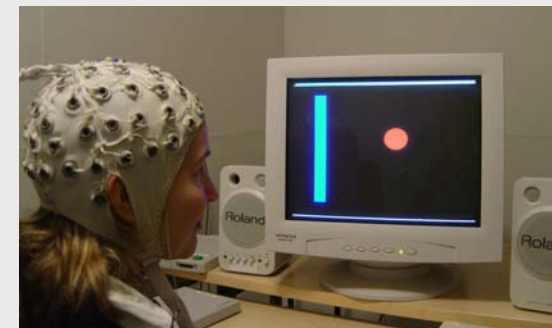


# Applications

- Handicap (prothèses, éditeur de texte, etc)
- Multimédia (jeux, réalité virtuelle, internet, téléphonie, télévision, etc)
- Pilotage d'engins (robots, bateaux, etc)



*Déplacement d'un curseur sur un écran en imaginant des mouvements des mains*  
[Pfurtscheller et al, 97]



# Plan

- Les Interfaces Cerveau-Machine (ICM)
  - Principe
  - Fonctionnement
  - Protocoles utilisés
  - Applications
- Le projet Open-ViBE
- Perspectives
- Conclusion



# Open-ViBE



- Projet ANR RNTL - AAP 2005 *Exploratoire*
- Thème : Réalité Virtuelle
- « Open-ViBE : Un Environnement Logiciel Open-Source pour les Interfaces Cerveau-Machine »
- Durée : 36 mois
- Démarrage : Décembre 2005
- Applications : Multimédia, Handicap
- Objectif : développer un environnement logiciel open-source proposant des techniques innovantes pour obtenir des interfaces cerveau-machine plus efficaces

# Partenariat

- INRIA/IRISA (Projet BUNRAKU)
  - Contact : Anatole Lécuyer – [anatole.lecuyer@irisa.fr](mailto:anatole.lecuyer@irisa.fr)
- INSERM U821 (Dynamique Cérébrale et Cognition)
  - Contact : Olivier Bertrand – [bertrand@lyon.inserm.fr](mailto:bertrand@lyon.inserm.fr)
- FRANCE TELECOM R&D Meylan
  - Contact : Denis Chene – [denis.chene@francetelecom.com](mailto:denis.chene@francetelecom.com)
- INPG (Gipsa-Lab)
  - Contact : Christian Jutten – [christian.jutten@inpg.fr](mailto:christian.jutten@inpg.fr)
- CEA LIST (DETECS)
  - Contact : Jean-Denis Muller et Antoine Souloumiac – [nom.prenom@cea.fr](mailto:nom.prenom@cea.fr)
- AFM (Service des Aides Techniques)
  - Contact : Claude Dumas – [cdumas@afm.genethon.fr](mailto:cdumas@afm.genethon.fr)

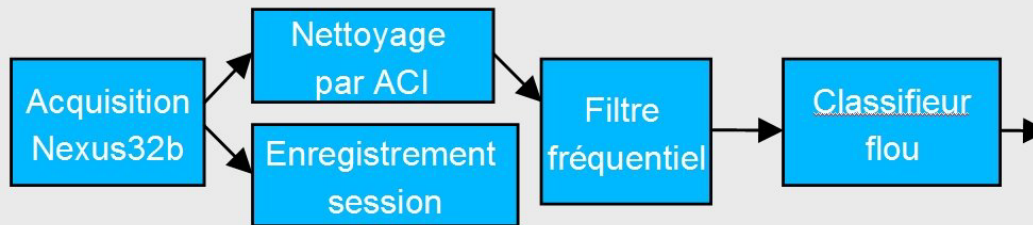
# Innovations

1. Proposer de nouvelles **techniques de traitement des données EEG** permettant d'obtenir des BCI plus efficaces (= (1) acquisition, (2) nettoyage, (3) extraction, (4) classification)
2. **Coupler les BCI et la RV** : utiliser la RV pour mieux apprendre à utiliser des BCI, et utiliser les BCI pour interagir avec les Environnements Virtuels (EV)



# Livrables attendus

- Un logiciel open-source utilisable par une large communauté
  - Approche : assemblage de modules élémentaires
  - Informatique : gForge INRIA, C/C++

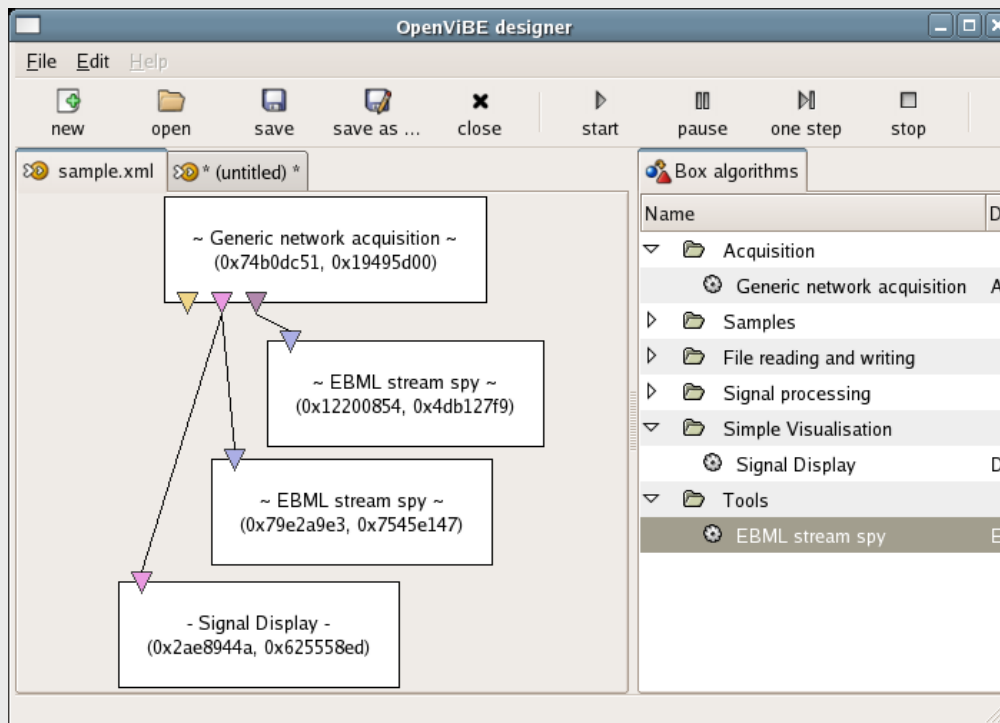


Exemple d'assemblage de modules Open-ViBE

- Démonstrateurs technologiques
  - Handicap (accessibilité à des services de télécommunication : Téléphone mobile, TV numérique).
  - Ludique (par exemple : navigation dans un univers virtuel par la pensée)

# Logiciel open-source

- Architecture logicielle en place
  - Conception du noyau, squelette
  - Disponible sur la gForge INRIA

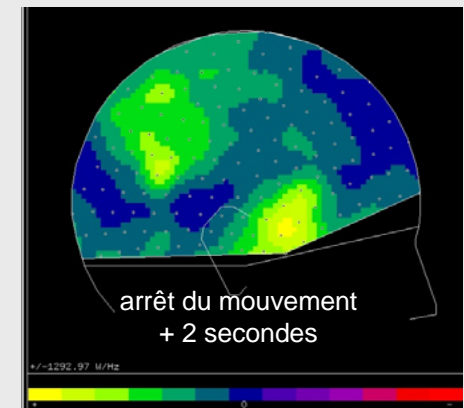
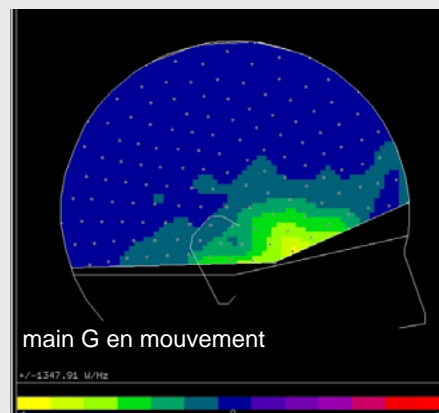


# Résultats scientifiques

- Expérimentations MEG, ECOG (imagerie motrice)
- Nouvelles techniques de traitement des données EEG : extraction (« approche 3D »), classification (logique floue)

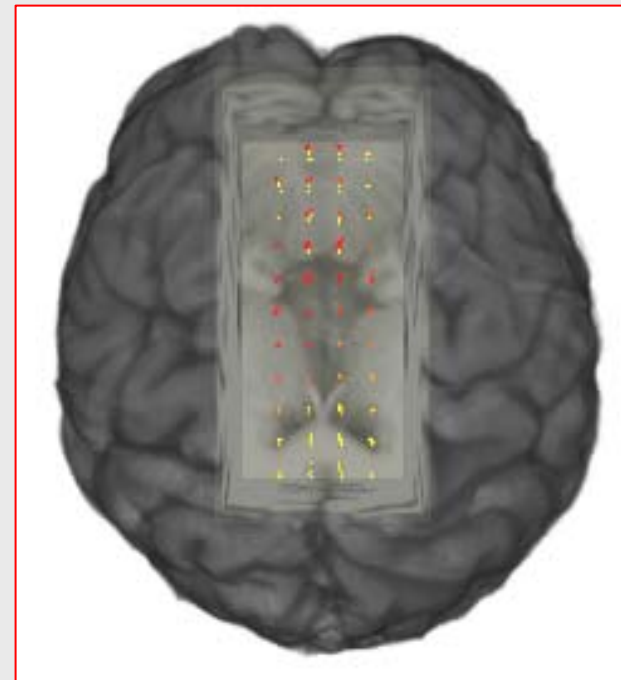
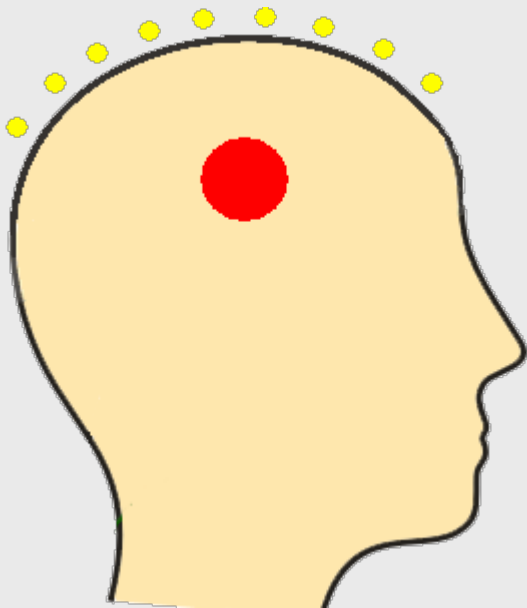
>> <http://www.irisa.fr/bunraku/OpenViBE>

- Système de visualisation 3D temps-réel, *on-line*, d'activité cérébrale



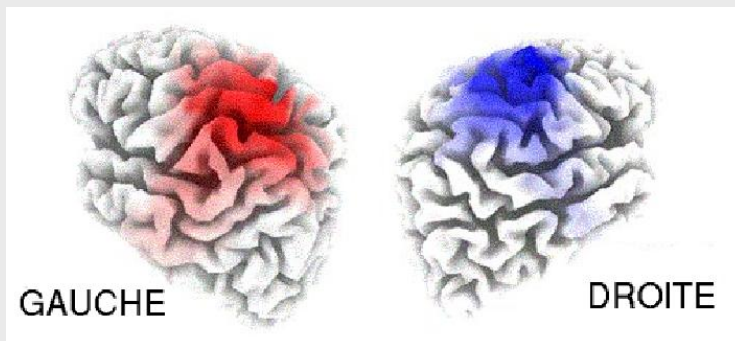
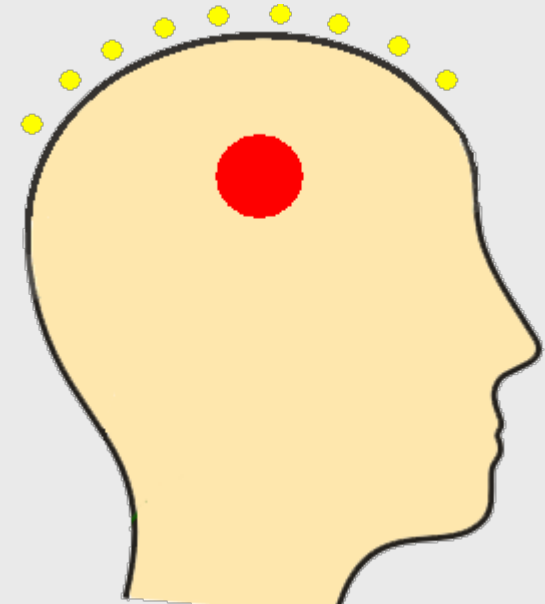
# Approche « 3D »

- Traitement : Localisation 3D des sources intra-cérébrales
- Retour : Visualisation 3D et Réalité Virtuelle



# Localisation 3D

- Constat : les BCI actuelles n'utilisent que l'information **surfacique**
- Approche : localisation de sources temps réel (sLORETA)
- Avantage : obtention d'une information spatiale qui a un **sens physiologique**
- Validation de la méthode :
  - Imagerie motrice (main gauche vs. Main droite)
  - Reconnaissance > autres techniques

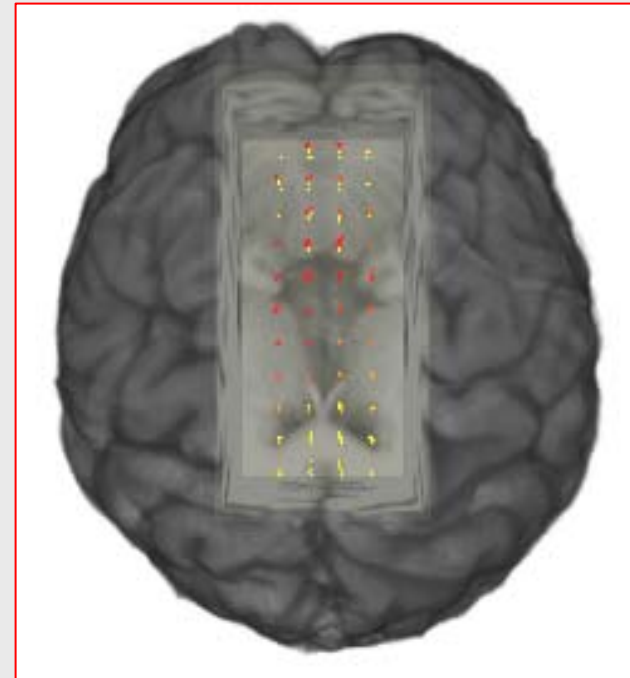
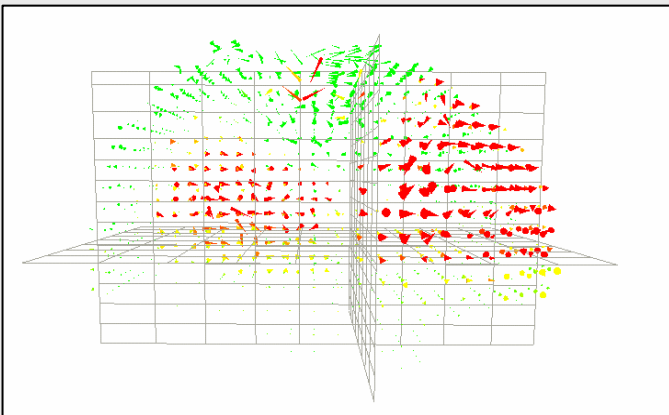


(Congedo et al., Physics in Medicine and Biology, 2006)



# Visualisation 3D et RV

- Reconstruction 3D de l'activité dans le volume cérébral
  - >2000 voxels
  - Localisation de source sLORETA
  - Temps-réel et on-line
- Caractéristiques graphiques
  - Retour stéréoscopique
  - Textures 3D



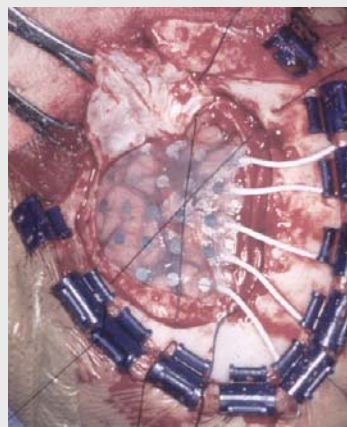
(Arrouet et al., Journal of Neurotherapy, 2005)

# Plan

- Les Interfaces Cerveau-Machine (ICM)
  - Principe
  - Fonctionnement
  - Protocoles utilisés
  - Applications
- Le projet Open-ViBE
- Perspectives
- Conclusion

# Directions de recherche

- Des connaissances électrophysiologiques accrues
  - Amélioration des connaissance des propriétés des signaux
  - Identification de nouveaux marqueurs électrophysiologiques
- Des capteurs plus efficaces et plus simples
  - Amélioration du ratio signal/bruit et de la résolution spatiale/temporelle
  - Simplification des usages et diminution du coût



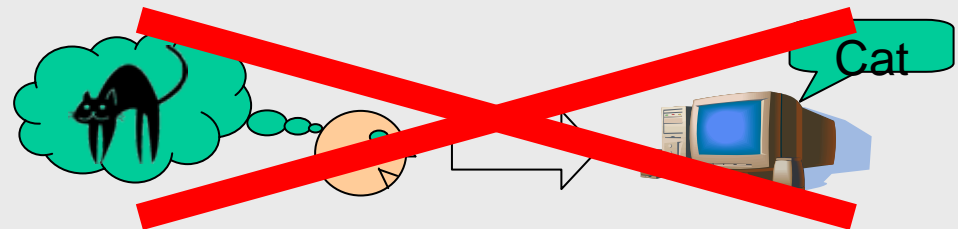
# Directions de recherche (2/2)

- Des traitements de données EEG efficaces
  - Elimination du bruit temps-réel
  - Extraction automatique de l'information utile
- Des ICO plus adaptées aux utilisateurs
  - Adaptation aux utilisateurs (variabilité inter et intra-sujets)
  - ICO asynchrone, apprentissage limité, multi-classes, etc
- Une Interface Homme-Machine plus réfléchie
  - Adaptation aux applications (meilleure utilisation de la commande mentale)
  - Utilisation du retour (feedback) vers l'utilisateur, et éviter la frustration de l'utilisateur

# « Dream BCI vs. Reality »

## [Kronegg, 05]

- Dream BCI
  - Think to whatever you want
  - Without recognition errors
  - Whenever you want
- Physiological problems
  - No thought sensor
  - Partial brain knowledge
  - Noisy signals
- In the BCI community (reality)
  - Limited vocabulary
  - Limited recognition accuracy
  - Limited activation/usage periods





[www.irisa.fr/bunraku/OpenViBE](http://www.irisa.fr/bunraku/OpenViBE)

*Questions ?*

