

**Le premier logiciel français  
issu de la recherche nationale  
sur les Interfaces Cerveau-Ordinateur  
permettant « d’agir par la pensée »**

Dossier de presse

13 mai 2009

---

Contacts presse

**INRIA**

Laurence Hermant

[laurence.hermant@inria.fr](mailto:laurence.hermant@inria.fr)

☎ 01 39 63 57 29

**GolinHarris pour l’INRIA**

Cécile Lardillon

[cecile.lardillon@golinharris.com](mailto:cecile.lardillon@golinharris.com)

☎ 01 40 41 54 83

**Inserm**

Priscille Rivière

[priscille.riviere@inserm.fr](mailto:priscille.riviere@inserm.fr)

☎ 01 44 23 60 97

**ANR**

Marie Ange Folacci

[marie-ange.folacci@agencerecherche.fr](mailto:marie-ange.folacci@agencerecherche.fr)

☎ 01 78 09 80 70

---

## SOMMAIRE

<b>OpenViBE : un projet d'envergure nationale sur les interfaces cerveau-ordinateur</b>	<b>p. 3</b>
1. <b>OpenViBE : premier projet français multipartenaires sur les interfaces cerveau-ordinateur</b>	<b>p. 3</b>
2. <b>Qu'est-ce qu'une interface cerveau-ordinateur (ICO) ?</b>	<b>p. 5</b>
3. <b>OpenViBE : un logiciel gratuit dédié aux ICO appliquées aux domaines du multimédia et de la santé</b>	<b>p. 6</b>
<b>OpenViBE : côté Recherche</b>	<b>p. 8</b>
1. <b>Les innovations dans le domaine du traitement du signal</b>	<b>p. 8</b>
2. <b>Les innovations en réalité virtuelle et interaction homme-machine</b>	<b>p. 8</b>
3. <b>Les avancées en neurophysiologie</b>	<b>p. 9</b>
<b>OpenViBE : des applications différentes et prometteuses</b>	<b>p. 10</b>
<b>Les partenaires du projet OpenViBE</b>	<b>p. 13</b>
<b>D'autres projets de recherche sur les ICO</b>	<b>p. 15</b>
1. <b>Les projets menés à l'INRIA</b>	<b>p. 15</b>
2. <b>Les projets menés à l'Inserm</b>	<b>p. 15</b>

*Les interfaces cerveau-ordinateur sont des systèmes permettant de traiter les signaux électriques liés à l'activité cérébrale et de les traduire en commande pour des machines. Elles permettent ainsi à une personne de communiquer avec un ordinateur ou tout système automatisé sans utiliser ses mains pour activer bouton ou télécommande, sans recourir à sa force musculaire. Ces interfaces offrent de multiples perspectives en termes d'application, que ce soit dans le domaine de la santé ou dans celui du multimédia. Ainsi, au vu des enjeux qu'elles représentent, des chercheurs français ont mené le projet OpenViBE, premier projet de recherche multipartenaires à dimension nationale consacré à ce domaine. Résultat : la mise au point d'un logiciel gratuit aux applications prometteuses, et de nombreuses avancées scientifiques dans des domaines variés (traitement du signal, neuroscience, réalité virtuelle, etc).*

## **I. OpenViBE : premier projet français multipartenaires sur les interfaces cerveau-ordinateur**

Les interfaces cerveau-ordinateur ouvrent de multiples perspectives en termes d'applications. Elles peuvent être utilisées pour l'assistance à des personnes handicapées motrices (en particulier les personnes entièrement paralysées souffrant du locked-in syndrome), dans le multimédia (pour le jeu vidéo ou la réalité virtuelle), et de manière plus générale pour faciliter toute interaction avec un système automatisé (en robotique, en domotique...). Elles ouvrent également des possibilités de traitement de certains déficits neurologiques (troubles de l'attention, récupération motrice après accident vasculaire cérébral, par exemple) par des rééducations de type Neurofeedback<sup>1</sup>.

Au vu des enjeux qu'elles représentent, des chercheurs français se sont mobilisés pour élaborer un projet multipartenaires et pluridisciplinaires consacré à ce domaine. C'est ainsi qu'en 2005, alors que la recherche sur les interfaces cerveau-ordinateur était pratiquement inexistante en France, ils ont initié le projet OpenViBE.

Leur objectif ? Mener une recherche innovante sur les interfaces cerveau-ordinateur et développer un logiciel, gratuit, pour ces interfaces.

Financé par l'Agence Nationale de la Recherche, OpenViBE est le premier projet français multipartenaires sur les interfaces cerveau-ordinateur. Autour de **l'INRIA** et **de l'Inserm**, le projet a rassemblé quatre autres partenaires, chacun intervenant dans un domaine scientifique spécifique. Mobilisant des acteurs institutionnels, associatifs et industriels, le projet a bénéficié de fortes interactions entre la recherche fondamentale, les expérimentations et les développements techniques.

### Les six partenaires du projet OpenViBE

#### □ **L'INRIA**

L'équipe Bunraku du centre INRIA de Rennes a assuré la coordination du projet et du développement du logiciel OpenViBE. Les chercheurs de l'INRIA ont apporté leur expertise scientifique pour la conception des techniques de traitement des signaux cérébraux, et des techniques d'interaction avec les mondes virtuels (réalité virtuelle, jeu vidéo).

---

<sup>1</sup> Neurofeedback : cette tâche consiste à demander à une personne d'autoréguler son activité cérébrale mesurée à l'aide de certaines composantes électrophysiologiques.

#### □ **L'Inserm**

L'unité Inserm U821 « Dynamique Cérébrale et Cognition » dirigée par Olivier Bertrand à Lyon a participé aux développements informatiques du logiciel OpenViBE, et a étudié différents marqueurs électrophysiologiques de l'activité cérébrale pouvant être facilement détectables en temps-réel par l'ordinateur et manipulables par l'utilisateur.

#### □ **Le CEA LIST** - Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies

L'équipe du CEA LIST à Saclay a développé des algorithmes de traitement du signal multi-voies pour analyser en ligne les électro-encéphalogrammes et en extraire, par exemple, la réponse cérébrale à des stimulations visuelles ou auditives.

#### □ **L'AFM - Association Française contre les Myopathies**

A apporté son conseil et son expertise dans le domaine de l'assistance aux personnes handicapées, en permettant notamment aux chercheurs d'être au fait des besoins des utilisateurs handicapés.

#### □ **Le GIPSA LAB**

Les chercheurs du Département Images et Signal ayant participé au projet OpenViBE ont apporté leur expertise notamment au niveau du traitement statistique du signal et en séparation de sources pour les interfaces cerveau-ordinateur et le neurofeedback.

#### □ **FRANCE TELECOM R&D**

France Télécom R&D a lancé depuis 7 ans un projet de recherche qui porte sur l'ergonomie des interactions homme-machines et l'usage des NTIC par les personnes handicapées. Ce projet s'est penché sur différentes problématiques liées aux handicaps visuels, moteurs et auditifs. La simplification des dispositifs de télécommunication est au cœur de la problématique, et passe par une approche de conception universelle, répondant à tout un chacun, quelles que soient ses spécificités.

Dans le cadre d'OpenViBE, France Télécom R&D a ainsi contribué aux avancées du projet dans le domaine du traitement du signal, et dans l'optimisation des Interface Homme-Machine pour faciliter l'utilisation de services de télécommunication (téléphonie, télévision numérique, internet, etc) par des personnes handicapées.

### **OpenViBE : un projet soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)**

OpenViBE est le premier projet national consacré aux interfaces cerveau-ordinateur. Ce projet a bénéficié d'un financement de plus de 640 000 euros par l'Agence nationale de la Recherche.

OpenViBE a été très bien évalué lors de sa soumission à l'appel à projets RNTL 2005 où son ambition avait été soulignée par le comité d'évaluation. Ce projet s'intéresse à un domaine particulier des interactions homme-machine qui représente des enjeux scientifiques majeurs, aussi bien en France (notamment dans le programme ANR "Contenus et Interactions") qu'en Europe, comme l'a montré la conférence sur les technologies futures et émergentes qui s'est tenue à Prague en avril 2009.

Lors des revues de suivi d'OpenViBE, les experts ont souligné les aspects innovants et l'excellente qualité scientifique des travaux du consortium, aussi bien dans le domaine informatique et traitement du signal que dans le domaine de la neurophysiologie.

Selon Bertrand Braunschweig, responsable du département « Sciences et technologies de l'information et de la communication » de l'ANR, « *le projet OpenViBE est un projet particulièrement réussi que nous sommes ravis d'avoir soutenu* ».

## II. Qu'est-ce qu'une interface cerveau-ordinateur ?

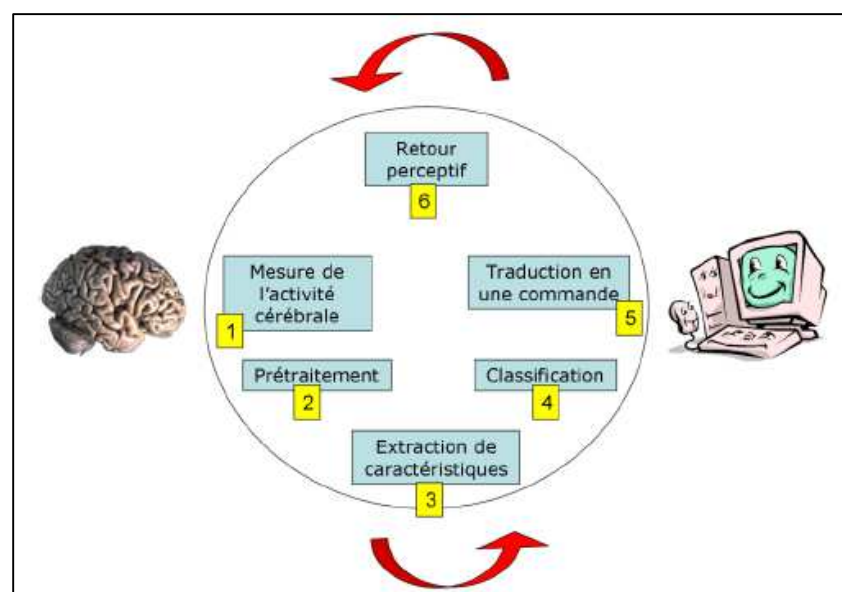
Une interface cerveau-ordinateur ou ICO (en anglais *Brain-Computer Interface* ou *BCI*) permet à son utilisateur d'envoyer des commandes à un ordinateur ou à une machine directement à partir de son activité cérébrale.

On peut mesurer l'activité cérébrale à l'aide de systèmes électroencéphalographiques (ou EEG), qui utilisent des électrodes situées à la surface de la tête pour capter l'activité électrique du cerveau. En effet, l'activité cérébrale électrique se propage et peut être mesurée sous forme de signaux électriques au niveau du cuir chevelu, à la surface du crâne.

Pour utiliser une interface cerveau-ordinateur, il suffit d'enfiler un casque EEG doté d'électrodes reliées à un boîtier facilitant la mise en relation de l'activité électrique cérébrale avec l'ordinateur. Le nombre d'électrodes varie selon les fonctions du cerveau sollicitées et le type d'application recherché. Une fois cet équipement prêt et installé, l'application peut démarrer. Complètement non-invasif, ce principe est le plus fréquemment utilisé.

Plus précisément, une interface cerveau-ordinateur peut être décrite comme un système en boucle fermée, composé de six étapes principales :

1. Mesure de l'activité cérébrale (avec les machines d'acquisition de type EEG),
2. Pré-traitement et filtrage des signaux cérébraux (souvent très parasités par l'activité musculaire, les mouvements, ou l'environnement électrique),
3. Extraction de caractéristiques des signaux (pour ne conserver que des informations utiles),
4. Classification des signaux (pour identifier l'activité mentale et l'associer à une classe donnée),
5. Traduction en une commande (envoyée à l'ordinateur ou à la machine)
6. Retour perceptif (l'utilisateur voit ainsi le résultat de sa commande mentale et va progressivement apprendre à mieux contrôler le système).



**Principales étapes d'une interface cerveau-ordinateur**

Selon ce même schéma, il est possible de renvoyer vers l'utilisateur une information sensorielle (auditive ou visuelle par exemple) représentant un certain niveau d'activité cérébrale donnée, et de lui demander de réguler par lui-même cette activité. Il s'agit des méthodes d'entraînement par NeuroFeedback destinées à des applications thérapeutiques pour certains déficits ou troubles neurologiques ou psychiatriques. Les difficultés techniques et les méthodes à mettre en œuvre sont semblables à celles des interfaces cerveau-ordinateurs destinées à l'aide à la communication.

De même ces interfaces cerveau-ordinateur peuvent utiliser différents type de mesure de l'activité cérébrale : électro-encéphalographie (EEG), magnéto-encéphalographie (MEG, voir encadré ci-dessous), ou EEG intracérébrale (patients épileptiques).

### **Electro-encéphalographie (EEG) ou Magnéto-encéphalographie (MEG) : deux techniques de mesure du même phénomène.**

L'EEG et la MEG sont deux mesures physiques du même phénomène : l'activité synchronisée de populations de neurones dans le cerveau. Alors que l'EEG mesure l'activité électrique qui en découle grâce à des électrodes placées sur le cuir chevelu, la MEG mesure le champ magnétique créé par ces mêmes neurones. Ces deux techniques sont regroupées sous le terme de Neuroimagerie fonctionnelle dynamique.

L'EEG mesure les différences de potentiel sur la surface de la tête dues à des activités neuronales créant des courants intracérébraux qui circulent dans la tête, milieu conducteur, jusqu'à la surface. Cette mesure dépend de l'organisation spatiale des sources cérébrales et des effets de conduction liés aux différentes structures conductrices (tissus nerveux, os, peau).



La MEG mesure le champ magnétique créé par ces sources neuronales. Elle dépend également de l'organisation spatiale des neurones mais beaucoup moins des milieux conducteurs traversés et fournit donc une localisation plus précise des générateurs neuronaux.

En EEG, il devient habituel d'utiliser 32 ou 64 électrodes disposées sur un casque en tissu. Toutefois, dans un contexte d'interface cerveau machine portable et pour des raisons pratiques d'installation, le but est de prendre un nombre suffisant et plus réduit d'électrodes (entre 1 et 4). Les systèmes MEG ont en général entre 150 et 300 capteurs disposés dans un casque. Il n'y a pas de contact direct avec la tête du sujet mais plutôt une mesure du champ magnétique à la surface de la tête. Leur mise en place est très rapide mais ils restent très encombrants.

Appareil de mesure du champ magnétique crée par l'activité cérébrale (MEG)  
Copyright : VSM medtech

Selon Olivier Bertrand, « *Pour les applications visant l'aide à la communication, l'EEG est la technique la plus ciblée en raison de son moindre coût et de son encombrement. Toutefois la MEG, bien que plus chère et inimaginable comme technique personnelle, présente grâce à sa meilleure résolution spatiale, un intérêt réel pour explorer de nouveaux marqueurs électrophysiologiques plus spécifiques de certains processus mentaux, et pour des applications cliniques par rééducation NeuroFeedback* »

### **III. OpenViBE : un logiciel gratuit dédié aux interfaces cerveau-ordinateur appliquées aux domaines du multimédia et de la santé**

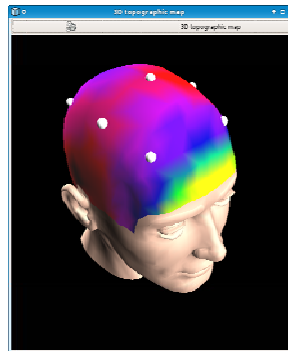
Fruit du projet éponyme, le logiciel OpenViBE propose un outil simple d'accès, mis au service d'applications dans les domaines du multimédia et de la santé.

Il s'adresse aussi bien à un public d'initiés (laboratoire de recherche en traitement du signal pouvant l'utiliser pour réaliser des prototypes et tester des prototypes d'interfaces cerveau-ordinateur, chercheurs neurophysiologistes pour l'exploration de nouveaux marqueurs de l'activité cérébrale mesurables et modulables en temps-réel) que de non-spécialistes : cliniciens (souhaitant simplement utiliser une telle interface dans une application thérapeutique) ou entreprises (développeurs de jeu vidéo utilisant OpenViBE comme périphérique d'interaction).

Gratuit et ouvert (« open-source »), le logiciel est directement téléchargeable sur internet : <http://openvibe.inria.fr>

Les utilisateurs programmeurs peuvent développer leur propre code, tandis que les non-programmeurs peuvent se contenter d'utiliser l'interface graphique et composer très facilement des nouveaux « scénarios » d'interface cerveau-ordinateur.

Techniquement, OpenViBE se présente comme un ensemble de bibliothèques et de modules écrits en langage C++ qui peuvent être intégrés simplement et efficacement afin de concevoir des applications temps-réel.



**Logiciel OpenViBE : Interface graphique (gauche), cartographie 3D en temps-réel de l'activité cérébrale dans OpenViBE (droite)**

**Les utilisateurs-partenaires ayant déjà téléchargé le logiciel OpenViBE :**

- LAGIS, France
- Collège de France, France
- INSA Rouen, France
- Fraunhofer, Allemagne
- I2R A-Star, Singapour
- LENA, France
- Swinburne University of Technology, Australie
- University of Sharjah, Emirats Arabes Unis
- University of Twente, Pays Bas
- Université de Bordeaux 2, France

**Pour aller plus loin :**

[www.interstices.info](http://www.interstices.info)

**Pour visionner le film OpenViBE :**

<http://videotheque.inria.fr/videotheque/doc/165>

*Les défis scientifiques posés par les interfaces cerveau-ordinateur sont nombreux. Les recherches en neuroscience et en neurophysiologie doivent permettre de découvrir et valider les activités mentales qui sont facilement contrôlables par l'utilisateur et détectables par le système. Les technologies développées doivent ensuite permettre d'analyser en temps-réel les activités mentales et les signaux électriques émis par l'utilisateur. Des recherches sont aussi menées pour optimiser les usages possibles des interfaces cerveau-ordinateur. Dans le cadre du projet OpenViBE, les chercheurs ont contribué à améliorer significativement tous les domaines de recherche. Après trois années de travaux, les partenaires du projet totalisent plus de 50 publications scientifiques.*

## I. Les innovations dans le domaine du traitement du signal

- Le projet OpenViBE a débouché sur de **nouvelles techniques d'analyse et de filtrage des données et des signaux cérébraux** qui permettent d'améliorer globalement les performances des interfaces cerveau-ordinateur. Les chercheurs ont mis au point des techniques qui améliorent les taux de reconnaissance des activités mentales. Ces techniques sont variées et utilisent par exemple : les processus Gaussiens, les modèles de Bayes, les ondelettes, la logique floue, etc.
- Le **passage d'une approche traditionnellement 2D** (analyse des potentiels électriques à la surface 2D du crâne) **à une approche 3D** qui propose désormais de reconstruire en temps-réel toute l'activité cérébrale à l'intérieur du crâne. Cette nouvelle approche 3D facilite la localisation des sources d'activité cérébrale dans le volume du cerveau. Les connaissances en neurophysiologie permettant d'associer un type d'activité cérébrale donné à une source (localisation) d'activité cérébrale donnée. Cette approche 3D permet de mieux suivre l'activité mentale du sujet à partir de régions cérébrales ciblées.

## II. Les innovations en réalité virtuelle et interaction homme-machine

- Dans le domaine de la réalité virtuelle, **des techniques d'interaction ont été élaborées** afin d'**optimiser l'usage du très faible nombre de commandes disponibles**. En effet, un sujet peut difficilement contrôler plusieurs activités mentales en même temps et sa capacité de concentration ne peut pas être sollicitée en permanence sans risquer d'écourter rapidement sa faculté à contrôler l'interface cerveau-ordinateur. Les chercheurs ont mis au point une technique qui permet de hiérarchiser les commandes et de laisser l'ordinateur prendre le relais de l'être humain en ce qui concerne certaines tâches dites de « bas-niveau ». Prenons le cas où l'utilisateur veut naviguer dans un monde virtuel par la pensée. Grâce aux techniques développées, l'utilisateur n'a plus besoin de se concentrer en permanence pour aller à gauche, à droite ou devant lui. Il n'a qu'à choisir sa destination finale parmi un ensemble de points de navigation possible, et une fois qu'il s'est décidé, le système le transporte automatiquement, en évitant les obstacles, jusqu'à sa destination finale. Pendant ce temps l'utilisateur peut tranquillement profiter de sa navigation.



- Les travaux menés ont aussi permis d'étudier et **d'améliorer l'apprentissage des interfaces cerveau-ordinateur par les sujets**. En effet, comme avec tout nouvel outil, une période d'apprentissage ou d'adaptation peut être nécessaire pour profiter des capacités offertes par une interface cerveau-ordinateur. Plusieurs études avec des utilisateurs ont été menées pour voir combien de personnes étaient capables de contrôler une interface cerveau-ordinateur. Résultat probant : environ 30% d'entre elles pouvaient instantanément et sans entraînement contrôler un objet virtuel en ne faisant intervenir que leur pensée. Les chercheurs ont également étudié et proposé des retours (« feedback ») pour accélérer l'apprentissage et faciliter la prise en main des ICO.

### III. Les avancées en neurophysiologie

En termes de recherches, ce nouvel outil convivial et puissant que représente le logiciel OpenViBE, offre un certain nombre d'applications potentielles :

- **Développer des interfaces cerveau-machine pour l'aide à la communication des personnes à mobilité réduite**

Grâce à OpenViBE, les chercheurs envisagent d'améliorer l'ergonomie des systèmes existants. Il s'agit par exemple de mettre au point pour ces interfaces, des méthodes de saisie automatique comme celles utilisées pour les textos (prédiction de langage). Les scientifiques approfondissent également la possibilité d'utiliser nos connaissances sur les mécanismes neuronaux de l'audition pour déterminer en temps-réel l'oreille vers laquelle se porte notre attention quand deux sons sont présentés simultanément. En faisant varier l'orientation de son attention auditive (à droite ou à gauche), un utilisateur pourrait alors contrôler un curseur à l'écran.

- **L'entraînement par NeuroFeedback**

Cette tâche consiste à demander à une personne d'autoréguler son activité cérébrale mesurée à l'aide de certaines composantes électrophysiologiques. Le patient peut voir, en temps réel, une représentation sensorielle (visuelle ou auditive) de sa propre activité cérébrale.

Au cours de séances d'apprentissage, la personne doit trouver mentalement le moyen de moduler cette activité. Il est envisageable de cette manière de générer une certaine forme de plasticité cérébrale visant à compenser certains déficits tels que les troubles de l'attention par exemple. Ce "Neurofeedback Training" peut avoir un effet qui perdure au delà de la séance d'entraînement. Les applications cliniques potentielles sont variées. Celles que les chercheurs de l'unité 821 souhaitent explorer prochainement sont, par exemple, le traitement des acouphènes et la régulation de l'attention.

## OPENViBE : DES APPLICATIONS DIFFÉRENTES ET PROMETTEUSES

**Le logiciel OpenViBE propose des applications dans deux grands domaines : le multimédia et la santé. Ainsi, trois prototypes illustrent l'usage des interfaces cerveau-ordinateur pour interagir avec des univers virtuels et des jeux vidéo. Ces applications montrent que l'on peut utiliser ces interfaces pour piloter des objets virtuels (qui pourraient être réels), par son activité cérébrale, dans différents contextes. Dans le domaine de la santé, un prototype permettant d'écrire par la pensée a été conçu. Ces résultats peuvent être reproduits dans d'autres domaines (robotique, médical, domotique, etc).**

### **“Use-the-force : Are you a Jedi ?” : Exemple d'une application OpenViBE dans un jeu vidéo**

Cette application ludique a été développée par l'équipe d'Anatole Lécuyer, chercheur au sein de l'équipe projet Bunraku de l'INRIA Rennes. Inspirée du film « La Guerre des Étoiles » de George Lucas, l'application place l'utilisateur face à un environnement futuriste où évolue un vaisseau spatial. L'utilisateur est invité à contrôler la « force » de son cerveau (comme dans le célèbre film) pour soulever et faire décoller le vaisseau par le seul biais de sa pensée.

Capable d'être « maîtrisée » par la plupart d'entre nous dès les premiers essais, cette application ludique, inspirée du célèbre film *La Guerre des Étoiles*, illustre une utilisation simple du logiciel dans un jeu de réalité virtuelle. Il s'agit d'utiliser notre imagination motrice, c'est-à-dire imaginer des mouvements de pieds ou de mains.



**Imaginer un mouvement répétitif des pieds**

Le but de la démonstration est d'arriver à faire décoller un vaisseau spatial par le seul biais de la pensée, en imaginant un mouvement répétitif des pieds. Dès que le sujet cesse de penser à ce geste, il se produit un pic d'activité cérébrale que le logiciel détecte aussitôt. Cet événement provoque le décollage immédiat du vaisseau.



**Application ludique en réalité virtuelle basée sur une séquence du film « La Guerre des Étoiles »**

**Photographie de gauche : Copyright CNRS/H. Raguet**

### **“Virtual Handball” : autre exemple d’une application OpenViBE dans un jeu vidéo**

Objectif ? Parvenir à contrôler une balle pour marquer des buts.

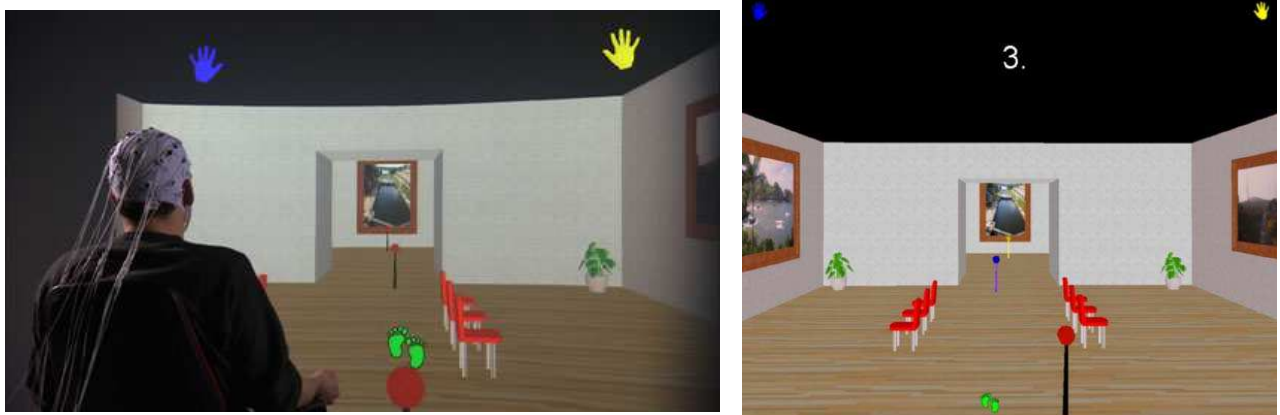
Cette application est basée sur deux commandes mentales de type imagination de mouvement. Deux buts sont placés de chaque côté d’un terrain de handball et une balle se trouve entre eux, au centre de l’écran. Les joueurs doivent contrôler la balle pour marquer des buts d’un côté ou de l’autre. Pendant les phases de contrôle, un signal à l’écran prévient les joueurs au moment où ils doivent déplacer mentalement la balle pour marquer. Pour ce faire, les joueurs doivent arriver à imaginer mentalement des mouvements de la main gauche ou droite afin de faire bouger la balle dans la direction choisie.



**Application ludique en réalité virtuelle : Virtual Handball**

### **Le Musée Virtuel : Exemple d’une application OpenViBE permettant une navigation par la pensée**

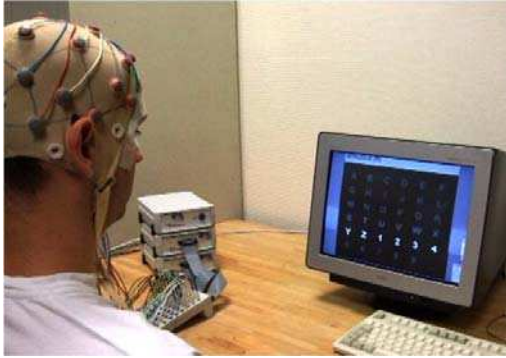
Le « Musée virtuel » est une application qui permet à l'utilisateur de se déplacer dans un musée « par la pensée » en utilisant trois commandes mentales : mouvements imaginaires des pieds, de la main droite, ou de la main gauche. Pour exploiter ce petit nombre de commandes, cette application innovante met en œuvre une nouvelle approche, de façon à ce que l'utilisateur envoie des « ordres » de haut niveau. Avec cette technique, l'utilisateur peut sélectionner progressivement sa destination finale par un enchaînement de choix binaires gauche/droite. En plus de ces deux commandes, il peut annuler n'importe lequel de ses choix à l'aide de mouvements imaginés des pieds. Une fois qu'un point de navigation a été sélectionné, l'application se charge d'emmener automatiquement l'utilisateur jusqu'à sa destination, et il peut profiter pleinement de la visite.



**Musée virtuel : naviguer dans un musée virtuel par des mouvements imaginés des mains et des pieds.**

## Le P300 speller : L'écriture par la pensée désormais possible ?

Grâce au logiciel OpenViBE, l'unité de l'Inserm 821 «Dynamique Cérébrale et Cognition » dirigée par Olivier Bertrand a développé une interface simple et conviviale qui offre la possibilité d'écrire des phrases en sélectionnant, simplement par la pensée, des lettres présentées sur un écran. Cette « écriture par la pensée » est rendue réalisable en focalisant son attention sur la lettre de son choix. Dans l'exemple illustré ci-dessous, baptisé P300 Speller, des lignes et les colonnes de lettres sont successivement surlignées sur l'écran.



La personne équipée d'un casque EEG **focalise son attention** sur la lettre qu'elle veut épeler. Lorsque cette lettre est flashée, une onde cérébrale particulière est générée ; elle est ensuite récupérée, détectée et interprétée par la machine. Cette application permet ainsi d'écrire du texte par la pensée.

Il est alors demandé à la personne de focaliser son attention sur une lettre à épeler. Lorsque la ligne ou la colonne contient la lettre choisie, une réponse cérébrale particulière est générée. Cette réponse, connue des chercheurs, est déclenchée quand l'individu a détecté un stimulus attendu qui apparaît de manière imprévisible. Elle survient environ 300 ms après la stimulation d'où son nom de P300. Il est de cette manière possible de savoir sur quelle lettre la personne focalisait son attention.

Alors que ce type d'application nécessite une stimulation externe (ici, le flash lumineux), une autre famille d'interface cerveau/machine exploite les activités cérébrales que l'individu peut générer lui même. C'est le cas par exemple de l'imagerie mentale du mouvement.

La personne imagine bouger sa main droite ou sa main gauche. Cette activité mentale est connue pour modifier l'amplitude d'activités cérébrales au niveau de l'hémisphère gauche ou droit du cerveau en fonction de la main utilisée. Après une série de traitements des signaux, il est possible de savoir quelle était la main utilisée pour le mouvement imaginé. Après un peu d'entraînement, cette application permet de déplacer un curseur à l'écran. Une application intéressante également pour tous les logiciels de bureautique.

Selon Olivier Bertrand, directeur de recherche à l'Inserm « *Ce champ de recherches ouvre la voie à de très nombreuses applications ; elles sont notamment conçues comme un moyen de communication pour les personnes ayant des déficiences motrices sévères ou paralysées, en particulier celles atteintes du syndrome d'enfermement («Locked-In Syndrome<sup>2</sup>»).*

---

<sup>2</sup> Personnes complètement paralysées bien que totalement conscientes et aux facultés cognitives intactes

### **INRIA – Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique**

Établissement public à caractère scientifique et technologique, sous tutelle des ministères chargés de la Recherche et de l'Industrie. Dirigeants : Michel COSNARD, Pdg de l'INRIA – Jean-Pierre VERJUS, directeur général adjoint. Budget annuel (2009) : 200 M€ dont 21% de ressources propres. Centres régionaux de recherche : Paris - Rocquencourt, Sophia Antipolis – Méditerranée, Grenoble – Rhône-Alpes, Nancy – Grand Est, Rennes – Bretagne Atlantique, Bordeaux – Sud Ouest, Lille – Nord Europe, Saclay – Île-de-France. 2800 chercheurs, dont plus de 1000 doctorants, travaillant dans plus de 160 équipes-projets dont la plupart sont communes avec d'autres organismes, des grandes écoles, des universités. 790 contrats de recherche actifs. 79 équipes associées dans le monde. 94 entreprises créées depuis 1984.

Pour en savoir plus : [www.inria.fr](http://www.inria.fr)

### **INSERM**

L'Inserm est le seul organisme public français entièrement dédié à la recherche biologique, médicale et en santé des populations. L'Inserm mène une recherche par essence multithématique. Elle permet l'étude de toutes les maladies, des plus fréquentes aux plus rares. L'Inserm se positionne sur l'ensemble du parcours allant du laboratoire de recherche au lit du patient.

Avec un budget 2008 de 749 M€, l'Inserm soutient quelque 300 laboratoires répartis sur le territoire français. L'ensemble des équipes regroupe plus de 8 000 personnes (chercheurs, ingénieurs, techniciens, gestionnaires...).

En mai 2008, pour assurer sa mission de coordination de la recherche biomédicale française, l'Inserm s'est engagé dans une réforme fonctionnelle qui a vu la création de huit instituts thématiques. Un pas supplémentaire a été franchi le 8 avril 2009 avec la création de l'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé par l'Inserm, le CNRS, l'INRA, le CEA, l'IRD, l'INRIA, l'Institut Pasteur et la CPU. Cette alliance s'inscrit dans la politique de réforme du système de recherche visant à mieux coordonner le rôle des différents acteurs et à renforcer la position de la recherche française dans ce secteur par une programmation concertée.

Pour en savoir plus : [www.inserm.fr](http://www.inserm.fr)

### **France Télécom R&D**

Orange Lab's est le centre de Recherche & Développement du Groupe France Télécom en France et à l'international. C'est l'un des premiers centres mondiaux de Recherche & Développement en télécommunications. Ses grands domaines de recherche sont les nouveaux usages, les mobiles, les architectures de réseaux, Internet, la convergence fixe/mobile/Internet, l'international, la combinaison de services, le débit, la transmission et l'accès. France Télécom R&D anticipe les tendances du marché pour une innovation adaptée aux besoins du consommateur. France Télécom R&D est pionnier dans le développement de normes internationales. Actuellement, c'est plus de 3 000 chercheurs et ingénieurs, répartis dans les régions à fort potentiel d'innovation, en France (8 sites), aux Etats-Unis (1 site au cœur de la Silicon Valley), au Japon, en Chine.

Pour en savoir plus : [www.francetelecom.com](http://www.francetelecom.com)

## Association Française contre les Myopathies

Créée en 1958 par des malades et parents de malades, reconnue d'utilité publique en 1976, l'AFM – Association Française contre les Myopathies – vise un objectif clair : vaincre les maladies neuromusculaires, des maladies qui tuent muscle après muscle.

Elle s'est fixé deux missions - guérir les maladies neuromusculaires et réduire le handicap qu'elles provoquent - et quatre axes prioritaires pour les maladies neuromusculaires : le développement des thérapeutiques, les actions vers les familles, la myologie et la revendication.

Pour en savoir plus : <http://www.afm-france.org>

## CEA LIST

Le **CEA**, organisme public de recherche, exerce ses missions principalement dans les domaines de l'énergie, des technologies pour l'information et la santé, et de la Défense. A travers la diversité de ses programmes et en s'appuyant sur une recherche fondamentale d'excellence, il poursuit deux objectifs majeurs : devenir le premier organisme européen de recherche technologique et garantir la pérennité de la dissuasion nucléaire. Fort des compétences de ses 15 000 chercheurs et collaborateurs, il est internationalement reconnu et constitue une force de propositions pour les pouvoirs publics, les institutions et les industriels français et européens.

L'institut **LIST** appartient au pôle recherche technologique du CEA. Il focalise ses recherches sur les systèmes à logiciel prépondérant. Ses activités s'articulent autour de trois thématiques présentant de forts enjeux sociétaux et économiques : les Systèmes embarqués (architectures de calcul hautes performances, méthodes et outils pour la sûreté et la fiabilité des logiciels et des systèmes, systèmes de vision intelligents), les Systèmes interactifs (réalité virtuelle et interfaces sensorielles, ingénierie de la connaissance, robotique) et les Systèmes d'instrumentation (contrôle industriel, instrumentation et traitement de l'information pour la santé et la sécurité, métrologie des rayonnements ionisants).

Pour en savoir plus : [www.cea.fr](http://www.cea.fr)

## GIPSA LAB

Gipsa-lab, UMR-CNRS 5216 d'environ 300 personnes, est le laboratoire grenoblois de l'image, de la parole, du signal et de l'automatique.

Créé le premier janvier 2007 par regroupement du Laboratoire d'automatique de Grenoble (LAG, UMR CNRS-INPG-Université Joseph Fourier) de l'Institut de la communication parlée (ICP, UMR CNRS-INPG-Université Stendhal), du Laboratoire des images et des signaux (LIS, UMR CNRS-INPG-UJF) et de l'Equipe de biomécanique (UJF).

Gipsa-lab développe des recherches au sein de trois départements: Automatique ; Images et signal ; Parole et cognition. Leurs domaines se situent au carrefour des théories générales en traitement de l'information et de la théorie du contrôle et de la commande, et des expérimentations et observations provenant du monde physique, biologique, cognitif et artificiel.

Le laboratoire maintient un lien constant avec des applications de terrain dans des domaines multiples: interaction, communication, réseau, santé, environnement, systèmes embarqués, robotique, systèmes industriels, etc.

Pour en savoir plus : [www.gipsa-lab.inpg.fr](http://www.gipsa-lab.inpg.fr)

### I. Les projets menés à l'INRIA

Plusieurs équipes projets de l'INRIA travaillent aujourd'hui dans le domaine des interfaces cerveau-ordinateur

- L'équipe **BUNRAKU** (Rennes, coordinateur du projet OpenViBE). Elle travaille tout d'abord à l'amélioration des techniques de traitement du signal EEG. Mais l'activité principale de BUNRAKU reste les techniques d'interaction (notamment avec les univers virtuels). L'objectif est de coupler au mieux les deux technologies : ICO et réalité virtuelle. Autrement dit, utiliser au mieux les ICO pour interagir avec un environnement virtuel, mais également utiliser la réalité virtuelle pour optimiser l'usage des ICO en proposant notamment un contexte plus motivant pour le sujet, et en réduisant ainsi sa durée d'apprentissage.
- L'équipe **CORTEX** (Nancy, utilisateur du logiciel OpenViBE) a développé quant à elle des compétences dans la compréhension de l'activité cérébrale par la modélisation mathématique et l'analyse de données neuronales. En particulier, elle développe des outils mathématiques et des algorithmes de traitements, conçus pour permettre une analyse en temps réel d'une grande quantité de données cérébrales bruitées.
- L'équipe **ODYSSEE** (Sophia-Antipolis, utilisateur du logiciel OpenViBE) travaille sur des modélisations fines d'activité cérébrale, et sur de l'imagerie cérébrale temps-réel à partir de différents types de capteur (EEG, IRM, etc).

### II. Les projets INSERM

L'Unité 821 de l'INSERM « Dynamique Cérébrale et Cognition » à Lyon développe depuis 2005 une activité de recherche pluridisciplinaire croissante autour de l'analyse en temps-réel de l'activité électrique cérébrale. Elle a contribué au développement d'outils logiciels et de méthodes de traitement de signal pour les interfaces cerveau-machine, notamment dans le cadre du projet Open-Vibe.

L'équipe a plus particulièrement mené des travaux expérimentaux pour explorer différentes applications des interfaces cerveau-machine, dans le domaine de la santé et des neurosciences :

- BrainTV : un système qui s'appuie sur des enregistrements à très haute résolution spatiale, réalisés avec des électrodes d'EEG intracérébrales chez des patients épileptiques lors de leur bilan fonctionnel préchirurgical. Il permet à la personne enregistrée d'observer en direct la réaction de différentes zones de son cerveau lors de changements de son état mental. Le participant apprend ainsi à donner un sens à son activité cérébrale en fonction de son vécu.

- recherche et optimisation de nouveaux marqueurs facilement détectables et modulables en temps-réel (comme le P300 speller, ou le suivi de l'orientation de l'attention auditive) pour l'aide à la communication avec des personnes handicapés, ou même chez des patients en état de conscience altéré (comas, états végétatifs)

- développement de nouveaux protocoles d'entraînement de type Neurofeedback à visée thérapeutique : traitement de la douleur (acouphènes, douleur liée aux membres amputés), troubles de l'attention, par exemple.

- l'étude fondamentale du fonctionnement cérébral chez le sujet sain, notamment les mécanismes neurophysiologiques d'apprentissage, de contrôle, et d'adaptation, grâce à de nouveaux paradigmes expérimentaux impliquant une interaction en temps-réel avec l'ordinateur.

Ces travaux s'appuient sur une combinaison de méthodes électrophysiologiques non-invasives (EEG, MEG) ou permettant une mesure directe dans le cortex (EEG intracérébral).