

Les interfaces cerveau-machine et neuroprothèses

Les interfaces cerveau-machine (ICM) couvrent un large champ scientifique au sein duquel les recherches fondamentales, expérimentales ou cliniques et les développements technologiques de pointe sont tout aussi importants et fortement imbriqués. Le domaine des ICM est en pleine expansion au niveau international et dépasse le cadre même des neurosciences. Il attire de plus en plus les efforts d'une communauté scientifique multidisciplinaire (ingénieurs, neuroscientifiques, informaticiens, mathématiciens, physiciens et cliniciens).

De par les fantasmes qu'elles évoquent dans tous les domaines de la société, de par leur image tantôt fascinante, tantôt effrayante, les ICM suscitent aussi l'intérêt de nombreux media, spécialisés ou non. Cet engouement croissant est surtout le reflet de l'apparition d'un nouveau champ de recherche à part entière et pour lequel il faut désormais dresser un état de l'art précis et le plus exhaustif possible afin d'identifier les principaux objectifs et les principales étapes permettant de les atteindre.

La constitution d'un groupe de réflexion national sur les ICM permettrait de définir les composantes essentielles de ce grand thème de recherche et de mettre le doigt sur les besoins actuels, en France, pour permettre une recherche de pointe, capable de rassembler des équipes pluridisciplinaires pour concurrencer les projets existants en Amérique du nord, au Japon et déjà en Europe (cf. projet national Hollandais BRAINGAIN, projet suisse de centre en neuroprothèses à l'EPFL).

D'une certaine manière, la recherche sur les ICM et leurs applications doit suivre aujourd'hui l'exemple des recherches en sciences cognitives qui, par le passé, ont du fédérer des disciplines très différentes et définir les frontières de leur objet d'étude et les directions de leur travaux.

Au-delà des poncifs très médiatisés sur *'des machines pour lire dans les pensées, ou commandées par la pensée'*, nous devons regrouper un large panel d'experts, chercheurs, médecins, ingénieurs et techniciens représentant toutes les disciplines impliquées, afin notamment de répondre aux questions suivantes :

- Quels types d'ICM sont envisageables et souhaitables ?
- Quels sont aujourd'hui les verrous technologiques et scientifiques relatifs aux ICM ?
- Est-ce qu'une recherche forte dans le domaine des ICM appellerait une organisation particulière des moyens de recherches ?
- Y-a-t-il un ou plusieurs aspects prometteurs des ICM pour lesquels la recherche française est particulièrement bien positionnée pour innover, aussi bien sur le plan fondamental que clinique voire industriel ?
- Mais aussi, quels problèmes éthiques pourraient se poser demain avec les ICM ?

Précisément, les ICM sont nées de progrès technologiques et de la quête de nouvelles solutions thérapeutiques. Aujourd'hui, pour dépasser les limites des systèmes actuels, il faut renforcer le lien entre objectifs cliniques et recherches fondamentales en neurosciences. Ainsi une réflexion sur l'avenir des ICM doit s'appuyer sur l'ensemble des disciplines et aspects suivants :

- **Les techniques de mesures mais aussi de stimulation de l'activité cérébrale en temps-réel**, (neuroimagerie, électrophysiologie EEG, MEG, EEG intracérébrale, imagerie optique, neurostimulation, stimulation magnétique transcranienne);

- **Des approches expérimentales, à la fois chez l'homme (patients et sujets sains) et chez l'animal (primate) ;**
- **Des applications et objectifs à la fois cliniques** (outils de rééducation : parkinson, douleur, épilepsie, autisme, acouphènes, déficits attentionnels...), **sociétaux** (outils de communication) **et fondamentaux** (étude des mécanismes de plasticité cérébrale, neurofeedback, nouveaux types d'expériences en Neurosciences cognitives).
- **Des recherches amont en traitement du signal, neuroimagerie, modélisation et neurosciences cognitives.**

Liste des laboratoires envisagés :

- U821 INSERM, Lyon (O. Bertrand)
- UPR640 CNRS, Paris (J. Martinerie)
- Université des Sciences et Technologies, Lille (F. Cabestaing)
- IRISA, INRIA, Rennes (A. Lecuyer)
- INSERM-CEA, Neurospin (S. Dehaene)
- GIPSA-Lab, Grenoble (C. Jutten)
- Clnatec, CEA, Grenoble (AL Benabid)
- INCM, CNRS, Marseille (M. Bonnard)
- CERCO, CNRS, Toulouse (A. Delorme)

La liste des laboratoires de recherche proposée ci-dessus n'est pas exhaustive. A ces laboratoires s'ajouteront des cliniciens de services rééducation, de neurologie ou de psychiatrie que nous chercherons à identifier, ainsi que des associations de patients (comme l'AFM par exemple). Des contacts avec des industriels seront également envisagés.

Un atelier d'un à deux jours, composé de quelques conférenciers invités et de table ronde d'experts, sera organisé pour aborder ces différentes questions à l'interface santé/recherche.

L'organisation de cet atelier sera assurée par des chercheurs de l'INSERM U821 « Dynamique Cérébrale et Cognition » à Lyon (O. Bertrand, J. Mattout, J.P. Lachaux) qui a mis en place une activité de recherche dans le domaine des ICM, et plus généralement de l'électrophysiologie en temps-réel.