

## Projet d'écriture par la pensée - 09/09/2017

Responsable projet et testeur: Damien Perrier

Ingénieurs collaborateurs: Samuel Bernardet et Jean-Daniel Légère

Ingénieurs Inria: L'équipe de Maureen Clerc, directrice de recherche de l'Inria

### *Je me présente*

Je m'appelle Damien Perrier [\[1\]](#), 43 ans, docteur en physique, atteint de la maladie de Charcot depuis 2009 (Fig.1). Je suis tétraplégique et aphone. J'utilise un système de poursuite oculaire pour écrire sur mon ordinateur.



Fig.1: Damien Perrier

### *Comment et quand est né notre projet?*

Les premiers balbutiements du projet eurent lieu en octobre 2014 par une rencontre avec trois ingénieurs membres de l'Union Départementale des Ingénieurs et Scientifiques des deux Savoie (UDISS) [\[2\]](#). Ils étaient très intrigués de rencontrer " l'homme qui parle avec les yeux " (titre en une du Dauphiné Libéré du 23/03/2014 [\[3\]](#)) et évoquèrent les capacités très prometteuses des interfaces cerveau-machine, particulièrement adaptées à des personnes comme moi. Je gardai en tête cette perspective et au printemps 2015, je montai une équipe autour de moi composée d'amis et de présidents d'associations, Patrick Halet [\[4\]](#) et Christian Coudre [\[5\]](#). En fin d'année 2015, je disposai d'un casque électroencéphalographe (EEG) et du logiciel approprié (Fig.2). Toutes les conditions étaient réunies pour commencer le projet. Les premiers essais débutèrent en janvier 2016.



Fig.2: Casque EEG de marque Emotiv et logiciel OpenViBE de l'Inria.

### ***En quoi consiste-t-il?***

L'objectif du projet est d'utiliser un casque EEG du commerce, de le mettre sur la tête d'un malade de Charcot alité et de lui faire épeler des mots. Je serai en l'occurrence le cobaye (Fig.3).



Fig.3: Dispositif expérimental: je suis alité et porte un casque EEG sur la tête. L'écran placé devant moi affiche le clavier virtuel du logiciel OpenViBE.

### ***Quelles personnes sont impliquées, en plus de moi?***

Patrick Halet (président de l'association Espoir Charcot) a rejoint notre groupe. Il a créé une plateforme de dons pour financer l'acquisition du matériel. A ce jour, 140 donateurs ont participé à notre projet d'écriture par la pensée. Tous les essais sont réalisés avec mon ami informaticien Samuel Bernardet, ingénieur centralien. J'ai contacté des chercheurs de l'Inria dont l'équipe de Maureen Clerc (Fig.4), directrice de recherche, qui a conçu le logiciel OpenViBE capable d'analyser les ondes cérébrales et de les associer à des lettres. Mme Clerc nous a fait confiance en nous donnant son logiciel. C'était la première fois que des personnes étrangères à l'Inria compilaient et configuraient la dernière version de son logiciel. Nous travaillons en étroite collaboration avec elle, à chaque fin de séance d'essais nous lui envoyons certains paramètres du logiciel afin de l'améliorer.



Fig.4: Maureen Clerc recevant le prix Pierre Faure de l'Académie des Sciences.

### ***Comment faisons-nous nos recherches?***

Les maîtres-mots de nos recherches sont duo et passion. Duo parce que Samuel Bernardet et moi-même menons ensemble tous les essais. Nous nous réunissons chaque vendredi après-midi (Samuel prend ce temps sur ses heures de travail) dans ma chambre-laboratoire de l'hôpital de Chambéry. Et passion parce que Samuel le Centralien et moi le docteur en physique sommes férus de nouvelles technologies et d'expérimentation (Fig.5).



Fig.5: Séance d'essais avec mon ami Samuel Bernardet debout et moi alité.

Lors d'une séance d'essais, Samuel commence par me réinstaller la tête, dégageant l'arrière de mon crâne pour laisser de la place aux électrodes. Il humidifie ensuite toutes les électrodes avec un liquide conducteur du type NaCl. Puis il place consciencieusement le casque EEG muni des électrodes humides sur ma tête (Fig.6). Il vérifie que toutes les électrodes soient opérationnelles et bien placées (elles apparaissent en vert sur la Fig.7) et lance le logiciel. C'est enfin à moi de faire fonctionner mes méninges.



Fig.6: Casque EEG muni de 14 électrodes et posé sur ma tête.

### ***Comment fonctionne notre interface cerveau-machine?***

Les 14 électrodes du casque EEG enregistrent l'activité cérébrale de mon cerveau. Les signaux sont amplifiés et envoyés par wifi au logiciel OpenViBE (Fig.7). Les amplitudes des signaux sont de l'ordre de 0,1 mV.

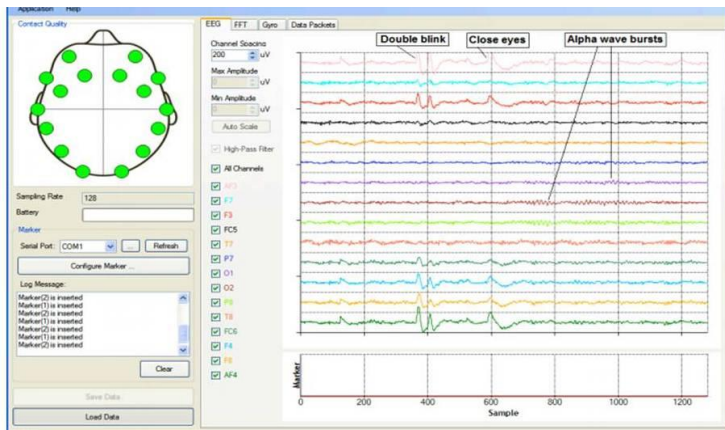


Fig.7: Signaux cérébraux mesurés par les électrodes. Les pastilles vertes en haut à gauche indiquent que toutes les électrodes sont opérationnelles et sont en contact électrique avec le cuir chevelu.

Voici comment fonctionne le logiciel OpenViBE: Quand nous sommes surpris par une alarme ou un flash, notre cerveau génère un pic de tension de 2 à 5 microV survenant toujours à 300 millisecondes après l'élément déclencheur. On appelle cela le signal P300 (Fig.8). J'ai devant moi un clavier virtuel. Chaque lettre est flashée aléatoirement par un smiley très furtif (Fig.9). Je fixe alors une lettre et je compte le nombre de fois qu'elle est flashée. Le logiciel reconnaît les signaux P300 associés à cette lettre et l'affiche. Bis répétita pour la seconde lettre et ainsi de suite... Pour l'instant, nous épelons des phrases à la vitesse de 16 s par lettre (Fig.10).

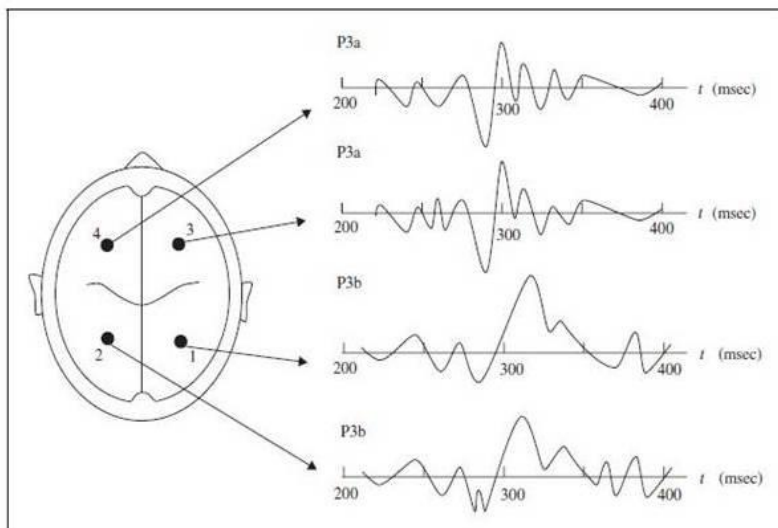


Fig.8: Signal P300 mesuré en différents points.

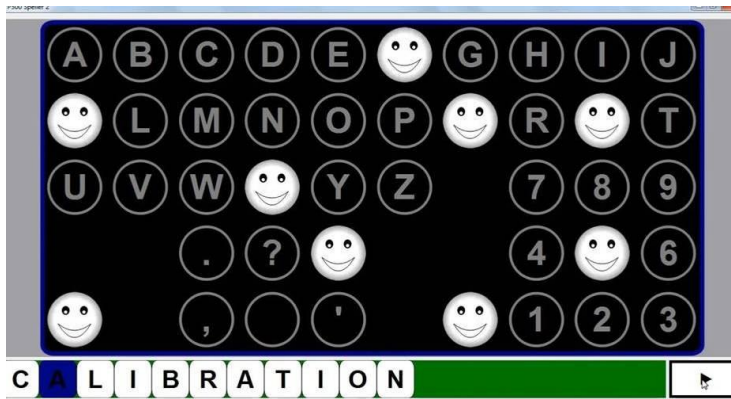


Fig.9: Photographie du clavier virtuel du logiciel OpenViBE prise à un instant t. Un groupe de lettres est flashé par des smileys.



Fig.10: Ecriture du mot MERCI par la pensée.

### ***Cette technologie permet-elle de tout faire?***

De nombreuses applications utilisant les interfaces cerveau-machine existent, et ce n'est que le début! Voici quelques exemples, piloter un drone [6], faire marcher un paraplégique, diriger un bras robotique [7], communiquer, jouer aux jeux vidéo [8], ...

### ***Notre initiative est-elle unique en France?***

Notre défi était d'utiliser un casque eeg du commerce et bon marché, de le mettre sur la tête d'un malade de Charcot alité et de lui faire épeler des mots en dehors d'un laboratoire ou d'un protocole expérimental hospitalier. Je connais bien le petit monde de la maladie de Charcot en France. Je suis membre de plusieurs associations telles que l'ARSLA, SLA Aide et Soutien, Sinvestirsla. Je suis également chargé de tester les nouvelles technologies pour le compte de l'association Espoir Charcot. Tout cela pour vous dire que notre projet, en intégrant tous les mots soulignés précédemment, me semble unique en France.



### **Pourquoi avons-nous besoin d'un nouveau type d'électrode?**

Nous avons constaté que le liquide censé améliorer la conduction électrique entre le cuir chevelu et les électrodes s'évapore au bout d'une heure. Il faut donc humidifier à nouveau toutes les électrodes. En ce moment, nous travaillons à remplacer toutes les électrodes par des électrodes dites sèches, qui n'ont plus besoin d'être humidifiées par un liquide conducteur. Nous concevons des prototypes à l'aide d'une imprimante 3D et nous les testons. Un exemple d'un prototype d'une électrode sèche est présenté Fig.11. Les "pattes" de l'électrode, recouvertes d'une peinture électroconductrice, assurent un bon contact électrique avec le cuir chevelu malgré la présence des cheveux. Nous sommes parvenus à obtenir une électrode sèche alliant souplesse des pattes pour éviter d'éventuelles douleurs, bon contact électrique, faible parasitage, bas coût de fabrication. Pour des raisons de confidentialité, nous ne présentons pas cette électrode sèche dans ce document. Nous avons enregistré une enveloppe Soleau et poursuivons nos essais en vue d'un dépôt de brevet.

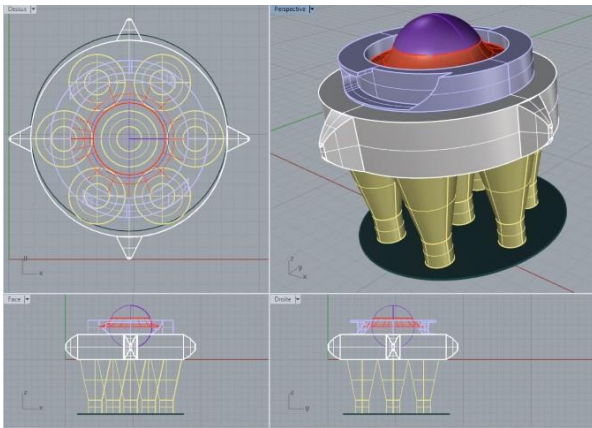


Fig.11: Exemple d'un prototype d'une électrode sèche. Les "pattes" de l'électrode, recouvertes d'une peinture électroconductrice, assurent un bon contact électrique avec le cuir chevelu malgré la présence des cheveux

### **Nos prochains objectifs?**

- Augmenter la vitesse de diction en jouant sur les paramètres du nouveau logiciel OpenViBE amélioré.
- Contrôler le curseur d'un ordinateur par la pensée.
- Continuer nos essais sur les électrodes sèches et probablement déposer un brevet.
- S'associer avec une entreprise spécialisée dans la domotique afin de contrôler par la pensée les commandes de la tv, le thermostat du chauffage, les volets roulants,...
- Fabriquer notre propre casque EEG à partir d'un kit open source.

Comme vous pouvez le constater, nous avons encore du pain sur la planche.

### ***Quid des médias?***

Voici quelques articles concernant notre expérimentation,

Handicap.fr: [Paralysé, il écrit par la pensée](#)

Le Figaro: [Paralysé, il écrit par la pensée](#)

Le Dauphiné Libéré: [Tétraplégique, il expérimente l'écriture par la pensée](#)

Un reportage tv sur notre expérimentation a été diffusé dans le magazine de la santé sur France 5: [Allodocteurs](#)

### ***Nous remercions***

Les ami(e)s de longue date de Damien dont Stéphane Ladroit et Philippe Bogey pour nous avoir mis le pied à l'étriller.

L'équipe d'ingénieurs Inria de Maureen Clerc pour ses précieux conseils.

Les sponsors associatifs, Sla Aide & Soutien (Christian Coudre) et Espoir Charcot (Patrick Halet).

Les collaboratrices du fabricant Emotiv de notre casque EEG, Linh et Emy.

Les membres de l'Union Départementale des Ingénieurs et Scientifiques des deux Savoie (UDISS) dont nous faisons partie.

L'équipe soignante du service de soins palliatifs de l'hôpital de Chambéry pour son accueil, son aide et sa compréhension.

Les 140 donateurs pour leur contribution à notre projet un peu fou.