

# Cahier des charges du projet Cara

Stimulation à base d'images et figures de célébrités dans une interface cerveau- ordinateur : études comparatives.



## **Client**

Ricardo Ron Angevin

## **Tuteur**

Véronique Lespinet-Najib

## **Equipe**

Joseph Beasse  
Clara Dupont  
Adrien Clément  
Maiwenn Le Gall  
Juliette Meunier

## Historique des modifications

Version	Date	Auteur	Validation	Détails
0	09/11/2021	Joseph Beasse Clara Dupont Adrien Clément Maiwenn Le Gall Juliette Meunier		Version initiale
1	12/01/2021	Joseph Beasse Clara Dupont Adrien Clément Maiwenn Le Gall Juliette Meunier		Bibliographie améliorée Structuration du projet Rajout d'un objectif intermédiaire : Article

# TABLE DES MATIERES

I. Introduction .....	4
I.1 Contexte du projet <sup>[OBJ]</sup> .....	4
I.2 Pré-existant .....	4
II. Cadre du projet .....	5
II.1 Objectifs du projet .....	5
II.2 Description du/des produit(s) attendu(s) .....	5
II.3 Description du/des service(s) attendu(s) .....	6
II.4 Contexte d'utilisation .....	6
II.5 Description des données (liées au projet).....	6
II.6 Conditions de mises en œuvre et de déploiement <sup>[OBJ]</sup> .....	8
II.7 Contraintes .....	8
III. Exigences portant sur la conduite du projet .....	10
III.1 Durée du projet .....	10
III.2 Critères d'acceptation finale du produit.....	10
III.3 Structuration du projet, reporting clients.....	10
III.4 Gestion de l'avancement .....	11
III.5 Conformité et système qualité du projet.....	11
III.6 Risques.....	11
IV. Exécution du contrat.....	11
Références :.....	12

## **I. Introduction**

L'objectif est d'étudier l'utilisabilité d'une interface Cerveau-Ordinateur (BCI, Brain Computer Interface) en comparant différents types de stimulus visuels : images et figures de célébrités.

### ***I.1 Contexte du projet***

Le projet est proposé par un enseignant chercheur de l'université de Malaga en Espagne, Ricardo Ron Angevin, spécialiste des "Brain-Computer Interface".

Cette étude a pour but de faciliter l'utilisation d'un clavier à une personne incapable de bouger ses membres ou d'articuler un langage mais toujours consciente.

Les tests peuvent être réalisés par tout le monde, les résultats quant à eux seront analysés par les investigateurs du projet ainsi que nous-mêmes.

Les domaines disciplinaires et techniques de notre étude sont : le Facteur Humain et l'Évaluation. En effet cette dernière se rapporte aux interfaces neuronales directes ou interfaces cerveaux ordinateurs qui ont pour but d'étudier le cerveau, d'assister, d'améliorer ou de réparer des fonctions humaines de cognitions ou d'actions défaillantes.

Afin de sélectionner des lettres avec une interface cerveau-ordinateur (système BCI), il existe différentes manières de flasher ces lettres. Ce projet consiste en la comparaison de deux de ces méthodes afin de vérifier laquelle des deux est la plus performante.

### ***I.2 Pré-existant***

Ce projet fait suite à deux expériences précédemment menées. En effet, chacune de ces deux publications ont montré que le fait de flasher des lettres avec un visage de célébrité (T. Kaufmann et al, 2011) ou avec une image neutre (Álvaro

Fernández-Rodríguez et al, 2019) avaient de meilleures performances avec le système BCI que de flasher des lettres avec une lumière blanche.

Il paraissait donc intéressant de comparer ces deux méthodes afin de savoir si l'une est plus performante que l'autre ou non.

## **II. Cadre du projet**

### ***II.1 Objectifs du projet***

L'objectif de ce projet est de réaliser une étude comparative entre différents usages d'interfaces cerveaux-ordinateurs, de rendre son utilisation plus intuitive, plus rapide et plus fiable.

Il faudra alors élaborer un protocole où nous indiquerons la démarche avec laquelle nous voulons établir cette comparaison, ainsi que l'élaboration et l'aboutissement des tests que nous réaliserons.

Il sera alors nécessaire de réaliser et de quantifier les résultats obtenus.

Le contrat sera rempli si l'on se postule sur une méthode efficace (protocole) d'utilisation de BCI et qu'on le justifie par une étude argumentée.

### ***II.2 Description du/des produit(s) attendu(s)***

Les livrables attendus par le client sont :

**Janvier :** Étude bibliographique sur le contrôle d'un clavier virtuel à travers un système BCI, proposition d'un protocole de test, expérimentation.

**Juin :** Exploitation des résultats et rédaction d'un article scientifique.

### **II.3 Description du/des service(s) attendu(s)**

Les services attendus sont des résultats sur des tests effectués dans le cadre de l'utilisation d'interfaces cerveau-ordinateur. Des résultats quantifiés et comparatifs sont attendus ainsi que la rédaction d'un article scientifique.

### **II.4 Contexte d'utilisation**

L'utilisation de ce dispositif permettra des avancées dans l'étude du traitement d'informations par le cerveau, et plus particulièrement celui des stimulus visuels.

Ces expérimentations pourraient aussi servir à mener une étude comparative et donc aboutir à l'amélioration de BCI déjà existants.

### **II.5 Description des données (liées au projet)**

Des documents numériques ont été fournis par le client par mail le 07/10/2021 :

- Un manuel d'utilisation de UMA BCI SPELLER : University of Malaga. (2019). *UMA-BCI Speller User's Manual*.
- Un article scientifique sur l'amélioration des performances d'ERP (Event Related Potential) par l'utilisation de photos de célébrités : Kaufmann, T., Schulz, S. M., Grünzinger, C., & Kübler, A. (2011). Flashing characters with famous faces improves ERP-based brain-computer interface performance. *Journal of neural engineering*.
- Un article scientifique sur l'amélioration des performances d'ERP par l'utilisation d'images émotionnelles et neutres : Fernández-Rodríguez, Á., Velasco-Álvarez, F., Medina-Juliá, M. T., & Ron-Angevin, R. (2019). Evaluation of emotional and neutral pictures as flashing stimuli using a P300 brain-computer interface speller. *Journal of neural engineering*.

- Un article sur l'UMA BCI Speller : Velasco-Álvarez, F., Sancha-Ros, S., García-Garaluz, E., Fernández-Rodríguez, Á., Medina-Juliá, M. T., & Ron-Angevin, R. (2019). UMA-BCI speller: an easily configurable P300 speller tool for end users. *Computer methods and programs in biomedicine*.

De plus, le client a également partagé le logiciel UMA-BCI via le site officiel le 13/10/2021.

Deux articles nous ont été fournis le 16/11/2021 :

- Un article scientifique comparant les performances du BCI entre différentes approches avec des flashes de photos de visages : Guger, C., Ortner, R., Dimov, S., & Allison, B. (2016, October). A comparison of face speller approaches for P300 BCIs. In *2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*.
- Un article scientifique sur l'amélioration des performances BCI en utilisant des visages familiers auxquels ont été ajouté un filtre vert : Li, Q., Liu, S., Li, J., & Bai, O. (2015). Use of a green familiar faces paradigm improves P300-speller brain-computer interface performance. *PloS one*.

Enfin, deux autres articles nous ont été envoyés le 23/11/2021 :

- Un article scientifique comparant les performances d'ERP entre différents filtres de couleurs superposé sur des visages. Li, S., Jin, J., Daly, I., Zuo, C., Wang, X., & Cichocki, A. (2020). Comparison of the ERP-based BCI performance among chromatic (RGB) semitransparent face patterns. *Frontiers in neuroscience*.
- Un article scientifique évaluant l'influence des modulations de couleurs sur la performance du BCI. Zhang, X., Jin, J., Li, S., Wang, X., & Cichocki, A. (2021). Evaluation of color modulation in visual P300-speller using new stimulus patterns. *Cognitive Neurodynamics*.

## **II.6 Conditions de mises en œuvre et de déploiement**

Avant toute expérimentation avec le BCI et le logiciel, un protocole devra obligatoirement avoir été trouvé et être suivi rigoureusement lors de la manipulation. De même, il nous faudra connaître le fonctionnement du logiciel et être capable de l'utiliser à son plein potentiel afin de réduire au minimum les risques d'erreurs (mauvaise acquisition, paramétrage approximatif, etc...) et d'avoir des données qui soient les plus exploitables possibles.

Dans cette optique, Monsieur Ron Angevin est venu le 25 octobre pour nous faire une démonstration du logiciel, son fonctionnement, ses paramétrages optimaux, etc... Nous devons aussi étudier tous les documents disponibles fournis par Monsieur Ron Angevin quant au logiciel.

Une fois un protocole établi et les premières expérimentations réalisées, il s'agira d'améliorer le protocole et/ou d'optimiser la récupération de données pour une utilisation plus sûre et plus facile. Nous réalisons nos expérimentations dans le bâtiment technologique (appelé forge), une salle nous est dédiée. Nous devons nous assurer du bon fonctionnement du matériel sur place. Nous disposons d'instructions précises indiquées sur une fiche de consignes. Avant la phase de test, nous devons nous assurer du bon fonctionnement des électrodes du casque, pour cela le dispositif de gel doit être appliqué avec précaution.

Avant de pouvoir commencer les expérimentations, une phase de calibrage est nécessaire pour chaque participant.

## **II.7 Contraintes**

Désignation : Utilisation du logiciel UMA-BCI Speller.

Description : Pour mener les expérimentations, le logiciel à utiliser et fourni par le client est UMA-BCI Speller. Celui-ci permet notamment de créer un



clavier et de le modifier.

Désignation : Pose du casque

Description : Afin de bien positionner le casque et donc les électrodes sur le crâne du sujet, il faut mesurer à l'aide d'un mètre la distance séparant la base de ses sourcils et sa nuque. L'électrode Cz doit être positionnée au milieu de cet axe. Puis, afin que les électrodes adhèrent au cuir chevelu et afin d'avoir un bon signal, il faut remplir de gel conducteur les trous positionnés devant chaque électrode à l'aide d'une seringue.

Désignation : Calibrage

Description : Pour le calibrage, le logiciel BCI Speller est utilisé. Celui-ci est réalisé à l'aide de trois mots de quatre lettres ("chat", "pure" et "feux"). Cette manœuvre permet de déterminer le nombre de séquences à utiliser pour la reconnaissance de lettre durant l'expérience, et aussi de vérifier le bon fonctionnement du système complet.

### **III. Exigences portant sur la conduite du projet**

Entretien avec le client toutes les 2 semaines pour évaluer l'avancement du projet.

#### ***III.1 Durée du projet***

Le projet complet a débuté le 5 octobre 2021. La première échéance se situe en janvier 2022, il s'agira d'une étude bibliographique et d'un protocole expérimental.

L'échéance finale se portera fin juin et aura pour but la rédaction d'un article scientifique.

#### ***III.2 Critères d'acceptation finale du produit***

Les critères d'acceptation sont le respect du protocole choisi et le rendu d'un cahier d'expérience.

Il n'y pas d'attentes particulières sur les résultats obtenus.

#### ***III.3 Structuration du projet, reporting clients***

25/10/2021 : Rencontre avec Ricardo Ron Angevin

09/11/2021 : Envoi de la première ébauche du Cahier des Charges

21/01/2022 : Soutenance

26/01/2022 : Rendu du livrable 1 et du cahier des charges mis à jour

31/01/2022 au 04/01/2022 : Premières expérimentations

09/02/2022 : Envoi des premiers résultats d'expérience à Ricardo Ron Angevin afin d'élaborer un article qui pourra être envoyé à la BrainInfo 2022 si les résultats sont concluants.

Des points d'avancement sont faits avec le client une fois toutes les deux semaines.

### **III.4 Gestion de l'avancement**

Avancement évolutif : Détermination des conditions d'expérimentation et d'analyse des résultats, puis collecte des résultats par l'expérimentation.

### **III.5 Conformité et système qualité du projet**

Consistance du livrable fourni : si l'étude est bien argumentée par des données quantifiables récupérées lors des tests alors les exigences ont été couvertes.

### **III.6 Risques**

Les différents risques que nous rencontrons sont les suivants :

- Perte de données via l'ordinateur
- Perturbations des tests par des artéfacts (gestes ou mouvements parasites)
- Mauvais calibrage ou dysfonctionnement du casque EEG
- Acquisitions faussées par une mauvaise installation du dispositif.

## **IV. Exécution du contrat**

- Appropriation du logiciel BCI-speller
- Élaboration des claviers virtuels
- Utilisation de l'interface cerveau-ordinateur
- Élaboration du protocole expérimental
- Réalisation de tests
- Exploitation des résultats : analyse, comparaison
- Rédaction d'un article scientifique : compte rendu de notre projet

## **Références**

Fernández-Rodríguez.A et al (2019). Evaluation of emotional and neutral pictures as flashing stimuli using a P300 brain-computer interface speller. *Journal of Neural Engineering*, 16.

Kaufmann.T et al. (2011). Flashing characters with famous faces improves ERP-based brain-computer interface performance. *Journal of Neural Engineering*, 8.

Velasco-Álvarez. F et al. (2019). UMA-BCI Speller: An easily configurable P300 speller tool for end users. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 172, 127-138.

Guger, C. et al. (2016, October). A comparison of face speller approaches for P300 BCIs. In *2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*.

Li, Q. et al. (2015). Use of a green familiar faces paradigm improves P300-speller brain-computer interface performance. *PloS one*.

Li, S.et al. (2020). Comparison of the ERP-based BCI performance among chromatic (RGB) semitransparent face patterns. *Frontiers in neuroscience*.

Zhang, X. et al. (2021). Evaluation of color modulation in visual P300-speller using new stimulus patterns. *Cognitive Neurodynamics*.