

**Résumé de la thèse :**

Les systèmes Brain-Computer Interface (BCI) sont parmi de plus anciens systèmes de l'ingénierie biomédicale et autrement expérimentés dans les divers problèmes en termes logiciels et matériels médicaux. Étant donné que les systèmes BCI sont importants pour l'analyse des maladies complexes spécialement liées au cerveau. Ces systèmes peuvent être aussi manipuler par certains patients à contrôler et à communiquer avec des appareils externes, pour cela la communauté scientifique cherche actuellement des solutions pour des problématiques liées aux signaux d'Électroencéphalogramme (EEG). En conséquence, ce mémoire présente certaines méthodologies et approches permettant d'augmenter la précision du système de prédiction des signaux EEG à plus de 90%. Tout d'abord, nos travaux abordent l'étape d'élaboration d'un dispositif d'acquisition des signaux EEG, ce dispositif est formé par des électrodes sèches placées aux positions bien précises dans le cuir chevelu, plus une partie d'amplification moins chère, et un microcontrôleur permet de numériser et envoyer les données vers un serveur externe créé sous langage Python. D'autre part, le serveur est composé par : Une phase de prétraitement qui permet de minimiser l'effet de la propriété de non-stationnarité des signaux EEG en créant une équation élastique, cette équation converge le chemin des variations du signal vers une origine référentielle dans le temps (normalisation des activités), cette solution uniquement permet d'augmenter la précision par environ de 40% (par rapport à l'utilisation des données brutes). De plus, nous avons réalisé un filtrage passe-bande auto-optimisé à l'aide des algorithmes d'optimisation automatique comme Sine Cosine Algorithm (SCA) et Harris Hawks Optimization (HHO). Ce filtre numérique supprime l'effet des signaux indésirables et accorde seulement les gammes de fréquences pleines de caractéristiques essentielles pour la classification. Puis, nous avons minimisé l'effet de toutes les corrélations éventuelles entre les canaux d'acquisition basés sur les propriétés du filtrage spatial en utilisant l'algorithme Common Spatial Pattern (CSP) sans perturber la qualité de prédiction. En outre, notre travail extrait autant de fonctionnalités que possible à partir des signaux EEG, afin d'augmenter l'information propre de chaque tâche mentale, ce qui contribue bien sûr à augmenter la valeur de la précision d'environ de 10%. Enfin, la qualité de classification des signaux a été améliorée en combinant un ou plusieurs optimiseurs avec chaque classificateur ou vice-versa pour sélectionner le modèle optimal de la prédiction, ce qui permet de reconnaître diverses tâches EEG avec un accroissement de la précision d'environ de 10%. Comme résultats, les valeurs de précision ont été augmentées de 50% et 25% à des valeurs plus que 90% et 80% lors des classifications binaires et multiconcaves, respectivement. Ces résultats montrent la robustesse des approches et des algorithmes élaborés pendant chaque étape du système pour résoudre chacune des problématiques liées aux signaux EEG.

**Mots clés :**

BCI, EEG, Extraction de fonctionnalités, Traitement du signal, Analyse de données, Apprentissage automatique, Algorithme d'optimisation, Ondes cérébrales.

**BP : 146 Mohammedia 20650 Maroc**

**Tél : 0523314705**

**0523314708**

**Fax : 0523315353**

**www.fstm.ac.ma**

2023

Électroencéphalographie et interface cerveau-machine : Embarquement d'une commande-contrôle des systèmes intelligents par la détection et la modélisation des activités cérébrales  
Said ABENNA

N° d'ordre :  
02/2023



**Université Hassan II de Casablanca**

**Thèse de Doctorat**

**Présentée par**

**Mr. Said ABENNA**

**Spécialité :**

**Électronique, Signal et Intelligence Artificielle**

**Sujet de la thèse :**

**Électroencéphalographie et interface cerveau-machine : Embarquement d'une commande-contrôle des systèmes intelligents par la détection et la modélisation des activités cérébrales**

**Thèse présentée et soutenue à FST de Mohammedia le 25/02/2023 devant le jury composé de :**

<b>Mr. Abdelhadi RAIHANI</b>	<b>PES</b>	<b>ENSET Mohammedia- Université Hassan II de Casablanca</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. Abdennaceur BAGHDAD</b>	<b>PES</b>	<b>FST Mohammedia- Université Hassan II de Casablanca</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mr. Ahmed ABOU</b>	<b>PES</b>	<b>EMI- Université Mohammed V de Rabat</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mr. Youssef FAKHRI</b>	<b>PES</b>	<b>FS Kenitra-Université Ibn Tofail</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mr. Abderrahim BAJIT</b>	<b>PH</b>	<b>ENSA Kenitra-Université Ibn Tofail</b>	<b>Examinateur</b>
<b>Mr. Hamid BOUYGHF</b>	<b>PA</b>	<b>FST Mohammedia- Université Hassan II de Casablanca</b>	<b>Co-encadrant</b>
<b>Mr. Mohammed NAHID</b>	<b>PH</b>	<b>FST Mohammedia- Université Hassan II de Casablanca</b>	<b>Directeur de thèse</b>

**Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques - Mohammedia**

**Laboratoire : Sciences de l'Ingénieur & Biosciences**