



**HAL**  
open science

## Conception et évaluation d'une interface cerveau-machine exploitant des stimuli auditifs spatialisés

Lénaïg Gueho, Cyril Plapous, Laurent Bougrain, Patrick Henaff, Rozenn Nicol

► **To cite this version:**

Lénaïg Gueho, Cyril Plapous, Laurent Bougrain, Patrick Henaff, Rozenn Nicol. Conception et évaluation d'une interface cerveau-machine exploitant des stimuli auditifs spatialisés. Journées Perception Sonore, Nov 2023, PARIS, France. hal-04287488

**HAL Id: hal-04287488**

**<https://hal.science/hal-04287488v1>**

Submitted on 23 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Conception et évaluation d'une interface cerveau-machine exploitant des stimuli auditifs spatialisés

Lénaïg GUEHO<sup>1,2</sup>, Cyril PLAPOUS<sup>1</sup>, Laurent BOUGRAIN<sup>2</sup>, Patrick HENAFF<sup>2</sup>, Rozenn NICOL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orange Innovation, Lannion, France

<sup>2</sup> Neurorhythms team, Université de Lorraine, CNRS, LORIA, F-54000 Nancy, France

En analysant l'activité cérébrale d'un individu, il est possible de savoir sur quoi il porte son attention et ainsi, déclencher une action correspondante [1]. Cette capacité est utilisée par des interfaces cerveau-machine (*Brain-Computer Interface* ou *BCI*). Lorsque l'utilisateur est soumis à des stimulations répétées, des potentiels évoqués stationnaires apparaissent dans les signaux cérébraux. Une *BCI* qui exploite la réponse cérébrale à ces stimuli particuliers est dite *réactive*. De nos jours, les *BCI* réactives sont principalement basées sur des stimuli visuels, mais elles ne sont pas adaptées à tous les utilisateurs [2]. Le but de ces travaux est de concevoir et d'évaluer une *BCI* exploitant des stimuli auditifs spatialisés. En effet, utiliser la modalité auditive permet de s'affranchir des écrans, un casque audio suffit. L'utilisateur peut contrôler la *BCI* sans que d'autres personnes ne le voient, de manière confidentielle. Enfin, le temps de réponse à un stimulus auditif étant plus court que pour un stimulus visuel, la *BCI* peut potentiellement être contrôlée plus efficacement [3].

Il existe plusieurs méthodes pour générer des stimuli auditifs donnant lieu à une modification de l'activité cérébrale observable dans les signaux ElectroEncéphaloGraphiques (EEG), parmi lesquelles, la modulation en amplitude sinusoïdale d'un son [4]. Une première étude a été réalisée en utilisant des sinusoïdes modulées en amplitude périodiquement. Les fréquences de stimulation ont pu être retrouvées dans les signaux EEG. Toutefois, les stimuli utilisés ne sont pas agréables à écouter au quotidien.

Nos travaux portent actuellement sur la conception de stimulations sonores qui soient, dans un même temps, confortables pour l'utilisateur, mais aussi identifiables dans son activité cérébrale. En complément, nous souhaitons évaluer l'apport de la spatialisation des stimuli. Le fait de spatialiser les stimuli à des positions différentes est susceptible de renforcer leur séparation dans les signaux EEG. Un second axe de recherche porte sur les méthodes de classification des signaux EEG pour extraire l'information associée aux stimuli. Les algorithmes basés sur l'analyse des corrélations canoniques [5] ou sur la géométrie Riemannienne [6] sont considérés.

[1] F. Lotte, « Les interfaces cerveau-ordinateur », *Médecine Sommeil*, vol. 18, déc. 2021.

[2] Do-Won Kim, Jae-Hyun Cho, Han-Jeong Hwang, Jeong-Hwan Lim, et Chang-Hwan Im, « A vision-free brain-computer interface (BCI) paradigm based on auditory selective attention », in *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, (Boston, MA), p. 3684-3687, IEEE, août 2011.

[3] J. Shelton et G. P. Kumar, « Comparison between auditory and visual simple reaction times », *Neuroscience & Medicine*, vol. 1, p. 30-32, 2010.

[4] J. Xie, Z. Ren, Y. Liu, P. Fang, G. Li, et M. Zhang, « A novel synchronous hybrid steady-state brain-computer interface based on visual and auditory integration », in *2021 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT (MetroInd4.0&IoT)*, (Rome, Italy), p. 615-619, IEEE, juin 2021.

[5] L. Talevi, V. Mondini, A. L. Mangia, M. Lannocca, et A. Cappello, « A ssvp bci based on canonical correlation analysis ».

[6] A. Barachant, S. Bonnet, M. Congedo, et C. Jutten, « Multiclass brain-computer interface classification by riemannian geometry », *IEEE Transactions on Biomedical Engineering.*, vol. 59, n° 4, p. 920-928, avr. 2011.