

Introduction

Les interfaces cerveau-machine (ICM) se sont progressivement démocratisées au cours des dernières décennies permettant à divers projets artistiques d'en faire usage.

Une ICM est un dispositif permettant de faire le lien entre une activité corticale et un ordinateur.

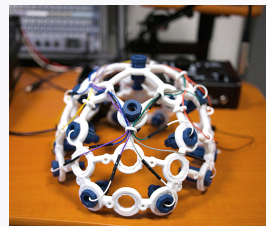
Le projet collaboratif *CAANEVA* est basé sur une ICM d'OpenBCI utilisant l'électroencéphalographie (EEG).

Il met en jeu des concepts de composition écosystémique et interactive.

Notre article résume les étapes de création et le développement technique du projet, de la conceptualisation des boucles de rétroactions à l'aspect esthétique de l'environnement et dresse un portrait des possibilités et limitations d'usage ayant été rencontrées avec les ICM.

Démarche

Afin d'identifier les différentes possibilités et limitations des ICM dans un contexte de composition, nous avons adopté une démarche de recherche-crédation.



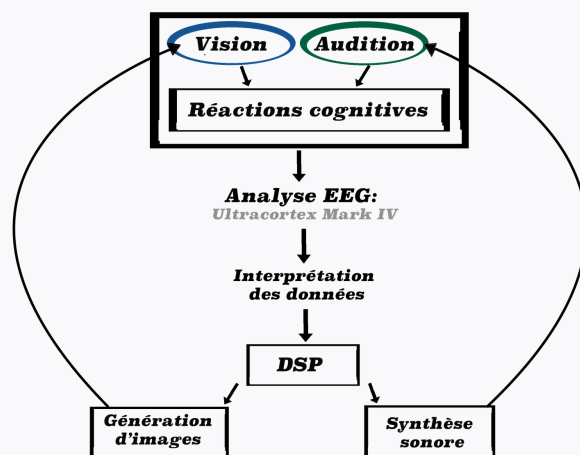
Nos expérimentations nous ont amenés à développer des protocoles dans le but de tester le casque EEG et d'évaluer ses possibilités en situation concrète de création électroacoustique.

Il en ressort qu'il est possible d'identifier des changements d'amplitude des ondes cérébrales du porteur du casque selon l'environnement dans lequel il se trouve.

De plus, des artefacts, créés notamment par le clignement des yeux, peuvent aussi servir de contrôle pour l'utilisateur du casque.

Concept

CAANEVA a été pensé comme un écosystème perceptif. Cette notion s'inspire des "écosystèmes audibles" du compositeur italien Agostino Di Scipio, qui construit des systèmes dynamiques basés sur des boucles de rétroactions sonores. Le son est à la fois la composante d'entrée et de sortie du dispositif et source de paramètres de modification du système. De ces interactions émerge alors une auto-organisation de la pièce. Dans un même ordre d'idée, *CAANEVA* est construit sur deux boucles de rétroaction, l'une visuelle et l'autre sonore. Le porteur du casque est ainsi spectateur et créateur de l'environnement. La composition, en induisant des réactions cognitives chez l'utilisateur, va s'auto-organiser.

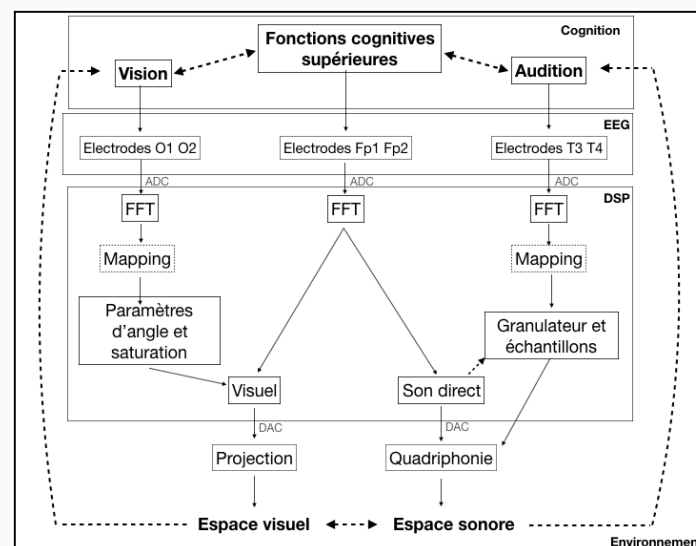


Analyse de l'activité corticale

Les données récupérées par le casque ont été analysées grâce à des transformées de Fourier (FFT) nous permettant d'isoler les différentes ondes cérébrales (α , β , γ). Afin de détecter et de classifier les réactions, nous avons effectué une batterie de tests avec des algorithmes d'apprentissage automatique de *clustering* de type K-moyennes. Cependant, les résultats n'étant pour le moment pas concluants, aucun algorithme n'a encore été implémenté dans la version présentée à ce colloque.

Dispositif

Les électrodes situées sur le cortex préfrontal (Fp1, Fp2) sont à l'origine de la production de l'environnement sonore et visuel. Les électrodes situées sur les lobes temporaux (T3, T4) servent à modifier l'environnement sonore alors que les électrodes placées sur les lobes occipitaux (O1, O2) servent à modifier l'environnement visuel. Le dispositif a été programmé sur le logiciel *Max/MSP*. L'ensemble du système est organisé comme suit:



Limitations techniques

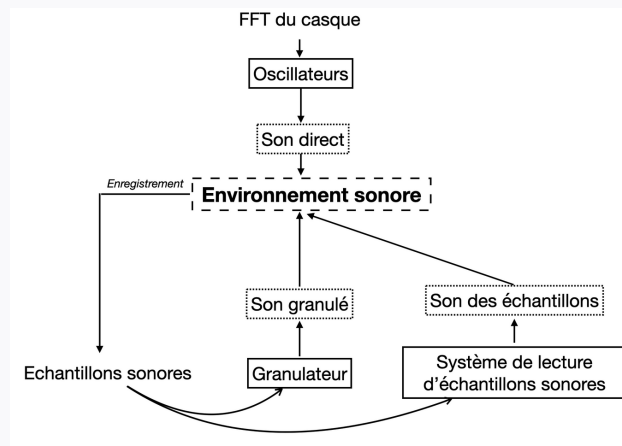
Une des limitations techniques les plus importantes réside dans le mauvais rapport signal/bruit du casque EEG, favorisant la sur-interprétation des données.

De plus, malgré une bonne résolution temporelle, le dispositif possède une résolution spatiale relativement mauvaise empêchant de cibler précisément les différentes zones d'activités cérébrales.

Enfin, un calibrage est nécessaire pour chaque individu afin que le dispositif puisse s'y adapter, ce qui limite son exportation.

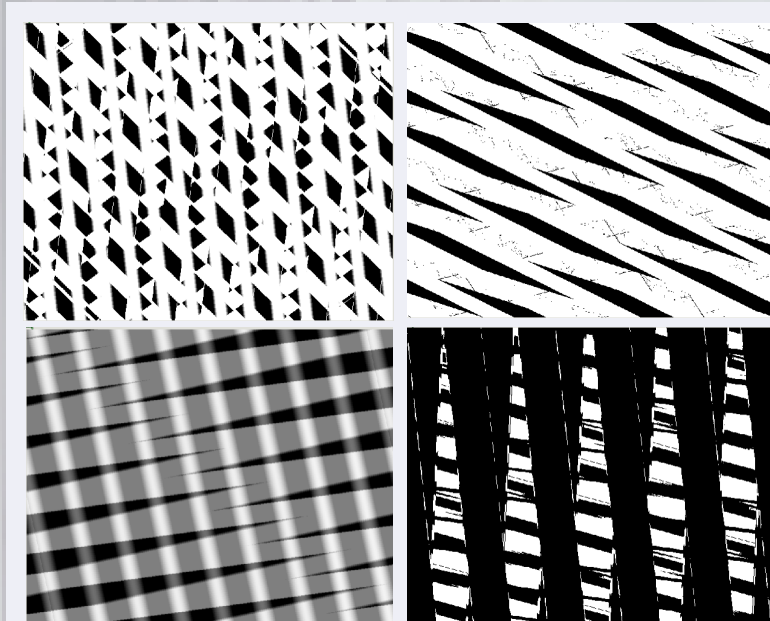
Esthétique

L'environnement sonore de *CAANEVA* est constitué de trois sources : les ondes cérébrales mises en son, la lecture d'échantillons sonores et la granulation de ces mêmes échantillons. Les échantillons, au nombre de trois, sont enregistrés directement à partir de l'environnement sonore. Cet ensemble d'interactions engendre une certaine inertie dans l'évolution de la composition.



Les ondes cérébrales du casque sont récupérées sous forme de FFT et mises en son grâce à des oscillateurs sinusoïdaux. Cela conduit à un battement grave avec des caractéristiques régulières, fournissant un point d'ancrage sonore au porteur du casque.

La recherche d'un dispositif avec une identité forte a débouché sur la sélection de deux configurations sonores extrêmes : la première est constituée de nappes homogènes et la seconde de brefs événements sonores rythmiques. Un gradient entre ces deux extrêmes est créé par les douze préréglages contrôlant la synthèse granulaire, les enveloppes dynamiques et les réverbérations appliquées aux échantillons sonores.



Quatre exemples de visuels résultants de la mise en image d'ondes cérébrales par le dispositif *CAANEVA*

Conclusion

Le projet *CAANEVA* est un exemple de l'utilisation des ICM dans un contexte compositionnel. Ces dernières permettent d'envisager des compositions interactives et des créations systémiques originales. Cependant, les ICM en plus d'avoir un impact fort sur l'imaginaire associé aux pièces les utilisant, possèdent plusieurs contraintes et biais limitant leur usage à des contrôles approximatifs.

CAANEVA se présente sous la forme d'un écosystème perceptif basé sur des boucles de rétroaction entre les ondes cérébrales du porteur d'un casque EEG et un environnement sonore et visuel créé par le dispositif. La possible auto-organisation de ce système dynamique, et donc de la composition qui en résulte, reste le questionnement majeur de ce projet toujours en cours de développement. L'intégration d'un système de suivi au sein du dispositif est la principale amélioration technique qu'il reste à apporter. Enfin, une fois le dispositif complet, l'esthétique de l'environnement sonore et visuel pourra être affinée.

Références

Alluri,V.,Toivianen, P., et al. "Large-scalebrainnet works emerge from dynamic processing of musical timbre, key and rhythm", *Neuroimage*, USA, 2012.
Grandchamp R. "Electroencéphalographie et Interfaces Cerveau-Machine : nouvelles méthodes pour étudier les états mentaux", Thèse en Neurosciences, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 2012.
Jasper, H. "Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography", *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, USA, 1958.

Miranda, E. et Brouse, A. " Interfacing the brain directly with musical systems : on developing systems for making music with brain signals", *Leonardo*, Cambridge, USA, 2005.
Meric, R. et Solomos, M. "Audible Ecosystems and emergent sound structures in Di Scipio's music. Music philosophy enhances musical analysis", *Fourth Conference for Interdisciplinary Musicology*, Thessaloniki, Greece, 2008.
Whitelaw, M. *Metacreation : art and artificial life*, MIT Press, Cambridge, USA, 2004.

Remerciements

Nous tenons à remercier Miguel Almiron, Kévin Dahan et Martin Laliberté pour leur aide durant la rédaction de l'article ainsi que Januibe Tejera pour son aide lors de la confection du patch *Max/MSP*.

En savoir plus

Le projet *CAANEVA* possède une chaine Youtube herbergant des vidéos d'expérimentations aussi bien pour l'environnement sonore que visuel ainsi que des vidéos de présentation des paramètres du dispositif.

Lien : www.youtube.com/channel/UCw_GlIZmRJMgTe6nq9DXzKg