

ECOLE DOCTORALE EEATS

Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal

SUJET DE THESE POUR CONTRAT DOCTORAL FLECHE EEATS

Laboratoire : GIPSA-lab

Directeur de thèse :

Steeve Zozor (CR, CNRS, HDR EEATS, laboratoire GIPSA-lab, équipe CICS)

steeve.zozor@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, tel 33 (0)4 76 82 71 04

Co-encadrants :

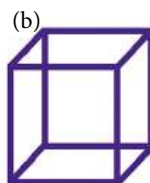
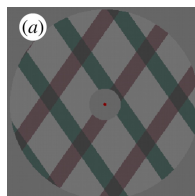
Ronald Phlypo (MCF Grenoble-INP, laboratoire GIPSA-lab, équipe ViBS), Alan Chauvin (MCF UGA, laboratoire LPNC, équipe Perception et Sensori-Motricité)

Sujet (titre) :

**Modélisation par résonance stochastique des phénomènes de perception multi-stable:
Apport du bruit d'origine oculomotrice, Etude en oculométrie et
électroencéphalographie.**

Description du projet :

Certains stimuli, comme des réseaux sinusoïdaux (a) en mouvement, ou comme le cube de Necker (b) sont des stimulations visuelles simples générant des interprétations de formes ou de mouvements instables et oscillatoires, en étant mutuellement exclusives [Schwartz, Grimault, Hupé, Moore, & Pressnitzer, 2012].



Actuellement, les modèles explicatifs de ces phénomènes de perception reposent sur des mécanismes d'adaptation et d'apprentissage ainsi que sur l'importance de l'ajout de bruit dans le système perceptif ou de décision [Kim, Grabowecy & Suzuki, 2006 ; Moreno-Bote, Rinzel, & Rubin, 2007 ; Huguet, Rinzel & Hupé, 2014]. Or ces modèles de résonance stochastique permettent également de prédire des améliorations dans la prise de décision et la prise d'information par un système sensoriel immergé dans un environnement bruité [Zozor, Amblard & Duchêne, 2009]. En particulier, le rôle des micro-mouvements oculaires (micro-saccades durant les fixations oculaires) comme "bruit" facilitateur de la prise de décision a été identifié dans les systèmes perceptifs [Zozor, et al., 2009 ; Hicheur, Zozor, Campagne & Chauvin, 2013]. Le regroupement de ces différents arguments montre que le paradigme de la perception multi-stable est un paradigme de choix pour l'étude des mécanismes de résonance stochastique.

ECOLE DOCTORALE EEATS

Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal

Dans ce contexte, le bruit d'origine oculomotrice est une source de bruit de toute première importance. En effet, outre l'importance des micromouvements oculaires comme source de bruit, l'impact de ces mouvements lors des changements d'interprétation des stimuli a été (est encore) très étudié. Cette problématique est légitime puisque de façon évidente, les mouvements oculaires provoquent des changements de stimulation sur la rétine conjointement au report de l'attention à la position fixée. Plus précisément, la problématique est de savoir si les changements d'interprétation sont provoqués par le déplacement de l'attention, l'exécution de la saccade, ou bien provoqués par le changement de l'image rétinienne. La synthèse des études montrent que la saccade n'est pas déterminante pour le changement de percept, mais que les micro-saccades oculaires sont un facteur important modulant ces altérations perceptives [Sabrin & Kertesz, 1980 ; van Dam & van Ee, 2005, 2006a, 2006b ; Rolfs, 2009].

Classiquement durant les expérimentations réalisées, le report du changement de percept par le sujet, s'effectue par une réponse motrice introspective (appui sur une touche du clavier). Outre les biais théoriques soulevés par ce type de réponse, il a été montré qu'un geste moteur pouvait biaiser les altérations à suivre, à cause d'une part, d'un changement attentionnel [Mamassian & Goutcher, 2005] et d'autre part, d'une recrudescence des clignements des yeux suite à l'appui sur la touche [van Dam & van Ee, 2005]. Or, il a été maintes fois montré qu'il existe les corrélats neuronaux robustes liés aux changements de percept, pouvant être extraits à partir du signal EEG [Ehm, Bach & Kornmeier, 2011 ; Kornmeier & Bach, 2011, 2014]. Ainsi pour permettre de résoudre ces questions théoriques et méthodologiques, l'idée est alors de prédire, suite à un apprentissage automatique, les changements de perception par l'extraction des corrélats neuronaux.

En résumé, l'objectif de cette thèse sera d'une part d'unifier les modèles fondés sur des phénomènes de résonance stochastique, puis d'évaluer expérimentalement l'apport du bruit d'origine oculomotrice dans la perception multi-stable. Pour ce faire des développements théoriques, méthodologiques et expérimentaux devront être réalisés. Cette thèse aura donc trois facettes, d'une part (1) le développement de modèle à résonance stochastique en les confrontant aux modèles bayésiens actuels issus de [Moreno-Bote, Knill & Pouget, 2011], d'autre part, (2) le développement méthodologique de traitement du signal EEG, nécessitant des techniques avancées en traitement du signal et apprentissage automatique, et enfin (3) le développement d'expérimentations de perception multi-stable, en oculométrie seule, mais aussi jointe à l'enregistrement des signaux EEG.

Contexte collaboratif :

Ce sujet est au croisement de plusieurs expertises complémentaires et essentielles pour le déroulement de la thèse :

- Modèle de résonance stochastique : GIPSA-lab/CICS
- Modèle de rétine : GIPSA-lab/ViBS, LPNC
- Etude des micro-saccades : LPNC, GIPSA-lab/CICS
- Expérimentation en oculométrie : GIPSA-lab/ViBS, LPNC
- Expérimentation en oculométrie et EEG conjointement : GIPSA-lab/ViBS
- Analyse du signal EEG : GIPSA-lab/ViBS.

Références bibliographiques :

ECOLE DOCTORALE EEATS

Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal

- Ehm, W., Bach, M., & Kornmeier, J. (2011). Ambiguous figures and binding: EEG frequency modulations during multistable perception. *Psychophysiology*, 48, pp.547-558.
- Hicheur, H., Zozor, S., Campagne, A., & Chauvin, A., (2013). Microsaccades are modulated by both attentional demands of a visual discrimination task and background noise. *Journal of Vision*, 13(13):18, pp.1-20.
- Huguet, G., Rinzel, J., & Hupé, J.M. (2014). Noise and adaptation in multistable perception: noise drives when to switch, adaptation determines percept choice. *Journal of Vision* 14(3):19, pp.1-24.
- Kim, Y.J., Grabowecky, M., Suzuki, S. (2006). Stochastic resonance in binocular rivalry. *Vision Research* 46, pp.392-406.
- Kornmeier, J., & Bach, M. (2011). Ambiguous figures - what happens in the brain when perception changes but not the stimulus. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(51), pp.1-23.
- Kornmeier, J., & Bach, M. (2014). EEG correlates of perceptual reversals in Boring's ambiguous old/young woman stimulus. *Perception*, 43, pp.950-962;
- Mamassian P., & Goutcher R., (2005). Temporal dynamics in bistable perception; *Journal of Vision*, 5, pp.361-375.
- Moreno-Bote R., Rinzel, J., & Rubin, R. (2007). Noise-Induced Alternations in an Attractor Network Model of Perceptual Bistability. *Journal of Neurophysiology*, 98 (3) pp.1125-1139.
- Moreno-Bote, R., Knill, D.D., & Pouget, A. (2011). Bayesian sampling in visual perception. *PNAS*, 108(30), 12491-6, pp. 1-6.
- Rolfs, M. (2009). Microsaccades: Small steps on a long way. *Vision Research*, 49, pp.2415-2441.
- Sabrin, H.W., & Kertesz A.E. (1980). Microsaccadic eye movements and binocular rivalry. *Perception & Psychophysics*, 28, pp.150-154.
- Schwartz, J.-L., Grimault, N., Hupé, J.-M., Moore, B. C., & Pressnitzer, D. (2012). Multistability in perception: Binding sensory modalities, an overview. *Philosophical Transactions B: Biological Sciences*, 367, pp.896-905.
- van Dam, L.C., & van Ee, R. (2005). The role of (micro) saccades and blinks in perceptual bistability from slant rivalry. *Vision Research*, 45(18), pp.2417-2435.
- van Dam, L.C., van Ee, R. (2006). The role of saccades in exerting voluntary control in perceptual and binocular rivalry; *Vision Research*, 46(6-7), pp.787-799.
- van Dam, L.C., van Ee, R. (2006). Retinal image shifts, but not eye movements per se, cause alternations in awareness during binocular rivalry. *Journal of Vision*, 6, pp.1172-1179.
- Zozor, S., Amblard P.O. & Duchêne, C. (2009). Does the eye tremor provide the hyperacuity phenomenon?. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (special issue on Unsolved Problems on Noise), IOP Science, pp. P01015.

Argumentaire :

Ce sujet de thèse est à la croisée de plusieurs expertises qui doivent s'exprimer à part égale pour le succès des travaux envisagés. Ces expertises parfaitement identifiées (modèles théoriques de résonance stochastique, traitement statistique du signal appliqué à l'EEG, apprentissage statistique, traitement des données oculaires, mises en œuvre expérimentales en oculométrie et EEG conjoint) sont toutes présentes dans l'équipe d'encadrement.

Ces recherches telles qu'elles sont ainsi décrites, prennent leurs sources dans des travaux de longues haleines sur les modèles de rétines, l'étude des mouvements oculomoteurs et

ECOLE DOCTORALE EEATS

Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal

l'étude de la résonance stochastique, ou plus globalement du rôle potentiellement bénéfique du bruit dans le traitement de l'information. Depuis la thèse de Cédric Duchêne (Thèse EEATS, 2007), cette thématique a pu se poursuivre par des travaux de stagiaires et un post-doc d'un an (Halim Hicheur, encadrement Steeve Zozor et Alan Chauvin) à l'occasion d'une ANR (2009 - 2013) sur le traitement conjoint de signaux oculométriques et EEG (coordination Anne Guérin, GIPSA-lab/ViBS). Mais devant la difficulté à trouver un bon candidat capable d'approfondir les différents aspects du sujet, il n'a pas été possible, depuis, de poursuivre en thèse.

Le recrutement de Ronald Phlypo, en 2014, comme maître de conférences à Grenoble-INP a été un nouvel élément structurant pour le projet. En effet Ronald Phlypo est spécialiste de traitement statistique du signal et plus particulièrement en multi-modalité. L'extraction et l'apprentissage de signatures neuronales sont au cœur de son projet de recherche.

Enfin, avec la volonté de toujours poursuivre ces travaux sur la résonance stochastique et les micro-mouvements oculaires, ce thème de recherche a été identifié, comme étant un thème périphérique de l'Equipe-Action « Oculo-Nimbus » du labex Persyval-lab (Oculo Nimbus: Vers de nouveaux modèles statistiques pour interpréter les traces oculométriques et EEG au cœur de notre cognition). Deux stagiaires de M2R (motivés pour poursuivre en thèse) ont ainsi pu être financés en 2016, sur cette thématique.

Ainsi s'agissant d'un sujet complexe et particulièrement stimulant, nous pensons avoir maintenant tous les éléments favorables pour engager un travail de thèse, raisons pour lesquelles nous sollicitons de la part l'ED EEATS, l'obtention d'une allocation de recherche.