

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Rôle de mécanismes de préparation et inhibition motrice dans la capture attentionnelle

Référence : **TIS-DTIS-2026-04**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2026

Date limite de candidature : juillet 2026

Mots clés : Neurosciences cognitives, stimulation non invasive, TMS, EMG, interface humain-machine, Go/NoGo, Contrôle cognitif, attention, mouvements oculaires

Profil et compétences recherchées : Une familiarisation avec Matlab et/ou Python est requise. Expérience avec recueil et analyse de mouvements oculaire et d'électromyographie est apprécié mais pas nécessaire. Expérience avec la stimulation cérébrale non-invasive est apprécié mais pas nécessaire.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Afin de produire un comportement adapté, le pilote doit sans cesse traiter les informations présentes dans son environnement. Dans le même temps, les évolutions technologiques introduites dans les cockpits modernes ont généré une multiplication des informations à traiter par l'opérateur humain. Face à la complexité et la quantité des informations qu'il reçoit, le pilote doit alors être capable de se focaliser sur les informations pertinentes à la sécurité du vol, tout en inhibant les informations non pertinentes, dites distractives. En d'autres termes, le pilote doit être capable d'optimiser l'utilisation de ses ressources cognitives, capacité qui repose sur des fonctions cognitives regroupées sous le terme de contrôle cognitif.

Nous savons aujourd'hui que les informations distractives qui capturent l'attention visuelle ralentissent la réponse aux stimuli environnementaux et sont potentiellement source d'erreur. D'autre part, la saillance des distracteurs présents dans l'environnement détermine l'impact de la capture attentionnelle sur la performance. Des études sur la relation entre contrôle moteur et contrôle attentionnel dans la capture de l'attention de la part de stimuli saillants et non pertinents à la tâche (distracteurs) ont été réalisées dans le cadre de la thèse de Eva Massé (co-financement ONERA-DGA), terminée en Mars 2025. Lors de cette thèse (co-supervision de Stefania Ficarella et Anna Montagnini, INT & CNRS), nous avons démontré un impact relativement durable dans le temps des associations visuo-motrices apprises sur une tâche de recherche visuelle (Massé et al., under review). En particulier, l'utilisation de la stimulation cérébrale non-invasive (TMS), couplée avec l'enregistrement non-invasif de l'activité musculaires (EMG), a permis de montrer une modulation de l'excitabilité cortico-spinales (CSE) dans les muscles précédemment associés à des stimuli saillants, en présence des mêmes stimuli désormais devenus non pertinents (distracteurs) dans une tâche de recherche visuelle.

Les résultats de cette thèse montrent un potentiel impact négatif des associations visuo-motrices préalablement apprises sur une tâche en cours et suggèrent l'existence de mécanismes de préparation/inhibition motrice subliminaux qui peuvent altérer la performance de recherche visuelle, même lorsque ces muscles ne sont plus impliqués dans la tâche. Cette thèse vise à i) **explorer ces mécanismes subliminaux moteurs non pertinents à la tâche en cours et d'évaluer dans quelle mesure ils peuvent négativement impacter la performance de recherche visuelle** et ii) **étudier le niveau de généralisation de ces effets au domaine des mouvements oculaires**.

A cette fin, des manipulations expérimentales seront réalisées en adaptant le paradigme expérimental (phases d'entraînement et test) déjà utilisé dans la thèse de Eva Massé. L'objectif de la phase d'entraînement étant de faire apprendre aux participants (volontaires sains) des associations visuo-motrices arbitraires, nous allons, lors d'une première expérimentation, utiliser une tâche de Go/NoGo afin d'associer parfois une réponse à un stimulus saillant, parfois l'inhibition de la même réponse. Le paradigme Go/NoGo est classiquement utilisé pour susciter des mécanismes d'inhibition de l'action, dans lequel une caractéristique de la cible (par exemple, la couleur) permet de discriminer les essais Go, nécessitant une réponse manuelle, des essais NoGo, dans lesquels les participants ne doivent pas répondre.

Des études antérieures ont montré que, lorsque la couleur NoGo d'entraînement est présentée comme cible dans un essai de test, les TR sont plus lents que lorsque cette même couleur est utilisée comme distracteur (Weidler & Abrams, 2014), ce qui suggère une influence des inhibitions d'action apprises sur les performances de recherche visuelle. Toutefois, ces études ne distinguaient pas clairement les phases

d'entraînement et de test, et ne testaient pas les effets spécifiques aux effecteurs moteurs (comme dans la thèse de Eva Massé).

Ainsi, en demandant aux participants d'effectuer une phase d'entraînement Go/NoGo suivie d'une tâche de recherche visuelle dans laquelle les distracteurs sont colorés selon les cibles Go ou NoGo précédentes, il serait possible de tester les effets à long terme des mécanismes d'inhibition de l'action sur la sélection de l'action durant la phase de test. La mesure de CSE obtenue grâce à la TMS et à l'EMG permettra de quantifier l'impact des mécanismes de préparation et inhibition motrices sur la performance à la tâche de test (recherche visuelle).

Lors d'une deuxième manipulation expérimentale, une interface humain-machine (e.g. l'appareil haptique omega3 qui offre des capacités de translation, de rotation et de préhension) sera utilisé pour évaluer l'impact des mouvements volontaires en phase d'entraînement en présence/absence d'altération extérieure qui module la trajectoire des mouvements souhaités pour sélectionner la cible sur la performance en phase de test. Ces résultats nous permettront d'étudier, en condition de rapport signal/bruit moteur dégradé, à quel point la cohérence entre mouvement manuel et direction du regard lors de l'apprentissage visuo-moteur impacte la performance en phase de test.

Finalement, une troisième manipulation expérimentale sera réalisée pour tester l'impact d'une phase d'entraînement entièrement réalisée avec les mouvements oculaires sur la phase de test qui demande des réponses motrices. Cette dernière expérimentation nous permettra d'étudier le niveau de généralisation des effets trouvées au domaine oculomoteur. Ces résultats montreront des potentiels conflits entre le comportement oculomoteur appris en présence d'indices visuels et le comportement manuel requis par une tâche.

Collaborations envisagées

Aix-Marseille Université, University of Birmingham

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Salon-de-Provence

Contact : S. Ficarella

Tél. : 04 90 17 01 24 Email : stefania.ficarella@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : S. Ficarella

Laboratoire : DTIS

Tél. : 04 90 17 01 24

Email : stefania.ficarella@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>