

Les équipes de recherche sur les Interactions Humain-Système de l'ONERA et de l'ISAE-SUPAERO ont obtenu un financement commun pour une thèse en neurosciences/neuroergonomie intitulée :

Mitiger les effets nocifs du stress sur la prise de décision : effets combinés de la stimulation cérébrale et vagale non invasives

Cadre général

Le stress peut être défini comme « une condition ou ressenti vécu lorsqu'une personne perçoit que les demandes excèdent les ressources personnelles et sociales que l'individu est capable de mobiliser » (traduit depuis American Institute of Stress, 2020). L'expérience de stress induit chez les individus des réponses similaires à celles vécues en condition d'urgence, telles que la recherche de solutions trop rapide (Edland & Svenson, 1993), un déficit dans l'évaluation des alternatives disponibles (Hogarth & Makridakis, 1981), l'utilisation de stratégies trop simplifiées (Van Bruggen et al., 1998) ou encore le rejet des évidences qui ne supportent pas le point de vue accepté (Wright, 1974). Les effets nocifs du stress sur les mécanismes de prise de décision dans le domaine du contrôle de systèmes complexes ont été largement étudiés (e.g. Hancock and Desmond, 2001; Martinussen & Hunter, 2010; Ursin & Eriksen, 2004 ; Starcke and Brand 2012). Des études utilisant un simulateur de vol ont montré par exemple que les situations stressantes, telles que l'apparition de conflits dans la gestion du vol (ex : conflits pilote/copilote, pilote/pilote automatique...), surtout dans des situations d'incertitude, peuvent provoquer des troubles du comportement proches du syndrome dysexécutif (Dehais et al., 2010) poussant les pilotes à prendre des décisions irrationnelles et à persister dans leurs choix incorrectes (Reynal et al., 2017).

La persévération dans un comportement erroné peut être aussi la résultante d'une focalisation de l'attention sur certaines informations, tout en ignorant les stimuli environnementaux qui nous signalent le caractère inadapté du comportement en cours d'action. Cette « tunnélisation attentionnelle » a notamment été opérationnalisée dans le contexte des facteurs humains par Wickens (Wickens, 2005 ; Thomas et Wickens, 2004). D'un point de vue cognitif, cette focalisation induit des biais dits de « confirmation », consistants en une recherche active des informations qui supportent une hypothèse formulée ou une décision prise, et de « continuation du plan », autrement dit, la persévération dans un comportement. Le stress et la pression temporelle présents dans une situation d'urgence peuvent alors réduire le nombre d'informations environnementales activement recherchées et traitées par les opérateurs (Ozel 2001) et accroître la tunnélisation de l'attention (Staal, 2004 ; Dehais, 2012). Les résultats de ces comportements altérés, dans un contexte opérationnel, peuvent entraîner des conséquences dangereuses et parfois mortelles.

Quatre facteurs semblent caractériser une situation stressante et pouvoir impacter négativement la qualité de la prise de décision : la surcharge d'information, la pression temporelle, la complexité décisionnelle et l'incertitude (pour une revue, voir Phillips-Wren & Adya, 2020).

Objectifs

Bien que la compréhension des effets nocifs du stress sur la cognition soit une étape nécessaire à la recherche de solutions possibles, le sujet de thèse présenté ici cherche à aller plus loin et prévoit *d'évaluer des solutions de réduction de ce dernier en situation écologique*.

Dans ce but, la situation de stress sera induite pendant une simulation de vol, grâce à des indices ambigus qui génèrent de l'incertitude, dans un contexte qui requiert une prise de décision rapide (e.g. phase d'atterrissage, panne...). Deux types de stimulation non invasives seront utilisées de façon indépendante et combinée pour obtenir des effets positifs cumulatifs sur les fonctions cognitives négativement impactées par le stress (Zao et al., 2022 ; Sun et al., 2021).

Spécifiquement, la stimulation cérébrale électrique non invasive (type tRNS - transcranial Random Noise Stimulation), sera ici appliquée dans le but de mitiger les effets nocifs du stress, notamment sur le contrôle attentionnel (Corbetta et Shulman, 2002 ; Hanna -Pladdy, 2007 ; Mayr , 2006 ; Milham , 2001). La tRNS sera utilisée pour stimuler des régions cérébrales impliquées dans l'orientation de l'attention visuelle (Corbetta et Shulman, 2002) ou encore l'inhibition et la sélection des informations selon la tâche à réaliser (Hanna -Pladdy, 2007 ; Mayr , 2006 ; Milham , 2001).

La stimulation trans-auriculaire du nerf vagal (tAVNS) induit une excitation du système parasympathique, sera utilisée pour réduire de façon globale le niveau de stress de participants (Badran et al., 2018).

Les résultats attendus seront donc une réduction du niveau de stress perçu par les participants (mesuré grâce à des échelles d'évaluation subjective, l'électrocardiogramme et le taux de cortisol salivaire), une amélioration des performances, et un meilleur contrôle de l'attention (détecté grâce aux mouvements oculaires). Des effets positifs cumulatifs de l'utilisation combinée de deux techniques de stimulation sur ces variables sont attendus.

Ces études sont innovatrices, visent à *utiliser des techniques de (neuro)modulation pour mitiger les effets nocifs du stress en condition écologique*. A partir de ces résultats, des études futures viseront la réduction du stress des pilotes en temps réel, grâce à la stimulation vagale trans-auriculaire, et l'amélioration de la gestion de leur stress sur le moyen/long terme, grâce à des séances répétées de stimulation électrique non invasive.

Encadrement, lieu de recherche et dates

La thèse sera réalisée à l'ONERA (Salon-de-Provence), sous la supervision de la co-directrice de thèse Stefania Ficarella, avec des échanges réguliers avec le directeur de thèse Sébastien Scannella et l'équipe de ISAE-SUPAERO à Toulouse.

La thèse se déroulera sur 3 ans entre le dernier trimestre 2023 et le dernier trimestre 2026 (date de démarrage à confirmer).

Le ou la candidat.e aura pour missions de réaliser une synthèse de la littérature proposée sur les effets nocifs du stress sur le contrôle attentionnel, construire les protocoles expérimentaux, acquérir et analyser les données psychophysologiques et participer à la rédaction des articles scientifiques associés.

Profil du ou de la candidat.e

- Master de Sciences Cognitives ou disciplines associées, école d'ingénieur.
- Une familiarisation avec Matlab et/ou Python est requise.
- Une expérience avec la stimulation cérébrale non-invasive est apprécié mais pas obligatoire.
- Motivation, rigueur et capacité à travailler en équipe

Contact : stefania.ficarella@onera.fr, s.scannella@isae.fr