

---

# L'imagerie motrice combinée à l'électrostimulation neuromusculaire : perspectives d'optimisation

Sidney Grospretre\*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>EA4660-C3S Laboratory -Culture, Sport, Health and Society, Université Bourgogne Franche-Comté, 25000 Besançon – Université Bourgogne Franche-Comté, Besançon – France

<sup>2</sup>Institut Universitaire de France – Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche – France

## Résumé

L'imagerie motrice (IM) se définit comme la simulation mentale d'une action motrice en l'absence d'exécution neuromusculaire manifeste. Depuis plusieurs décennies, de nombreux travaux ont mis en évidence un recouplement important entre les activations cérébrales observées lors de mouvements réels et celles survenant durant l'IM. De plus, des protocoles de stimulo-détection, incluant la stimulation transcrânienne magnétique ou électrique à divers niveaux de la voie cortico-spinale, ont révélé que l'IM entraîne une facilitation de l'excitabilité neuronale, tant au niveau cortical que spinal (Grospretre et al., 2015). Cela indique une activation partielle mais tangible du système neuromusculaire, bien qu'en-deçà du seuil de déclenchement du mouvement volontaire.

Fonctionnellement, cette capacité de l'IM à solliciter le système moteur a ouvert la voie à son usage en entraînement et en réhabilitation. De manière robuste, les données montrent que l'IM peut améliorer significativement la performance motrice, notamment en termes de force musculaire, par des phénomènes de plasticité neuronale affectant les niveaux corticaux et spinaux. Toutefois, ces adaptations demeurent inférieures à celles obtenues par l'entraînement physique classique, soulignant les limites de l'activation induite par l'IM (Paravlic et al., 2018). Une explication avancée réside dans la nature descendante (top-down) de l'activation motrice générée par l'IM, initiée au niveau cortical et déclinant vers les structures périphériques, limitant l'engagement effectif spinal et musculaire. En outre, l'amplitude de l'activation corticale pendant l'IM est généralement inférieure à celle observée lors d'un mouvement réel (Ehrsson et al., 2003).

Dans cette optique, des recherches ont visé à optimiser les effets de l'IM par sa combinaison avec des modalités ascendantes (bottom-up), destinées à activer la périphérie musculaire. Parmi elles, l'électrostimulation neuromusculaire (NMES) est couramment utilisée pour stimuler directement les unités motrices par une stimulation électrique transcutanée des muscles. Tandis que l'IM induit une activation principalement centrale sans contraction musculaire effective, la NMES sollicite préférentiellement la périphérie neuromusculaire, tout en activant

---

\*Intervenant

également de manière modérée certaines aires cérébrales motrices (Carson & Buick, 2019).

La combinaison de l'IM et de la NMES, agissant selon des gradients d'activation opposés (top-down pour l'IM et bottom-up pour la NMES), permettrait un recrutement plus large du système neuromusculaire. Cette complémentarité pourrait produire un effet synergique, favorisant l'intégration fonctionnelle des signaux moteurs centraux et périphériques (Eon et al., 2025). Toutefois, certaines études rapportent aussi des effets concurrents selon les modalités de combinaison de l'IM et de la NMES (Bouguetoch et al., 2021).

En utilisant une combinaison adéquate, l'entraînement IM–NMES a montré son potentiel pour limiter les pertes de force musculaire fonctionnelle durant les phases initiales d'immobilisation locale. Il permet de maintenir une activité neurofonctionnelle suffisante pour freiner la désadaptation. De plus, cette approche pourrait contribuer à atténuer la fatigue neuromusculaire, en modulant favorablement l'excitabilité des circuits moteurs, tout en préservant l'intégrité des représentations corticales.

Ainsi, l'intégration simultanée de l'IM et de la NMES apparaît comme une stratégie prometteuse pour renforcer l'engagement du système moteur, en surmontant les limitations spécifiques de chacune lorsqu'elles sont utilisées isolément. Cette synergie ouvre de nouvelles perspectives pour la rééducation motrice, la prévention de la désadaptation neuromusculaire et l'optimisation des protocoles d'entraînement en contexte contraint.

#### Références :

Bouguetoch, A., Martin, A., & Grosprêtre, S. (2021). *Insights into the combination of neuromuscular electrical stimulation and motor imagery in a training-based approach*. European Journal of Applied Physiology, 121(3), 941–955.

Carson, R. G., & Buick, A. R. (2019). *Neuromuscular electrical stimulation-promoted plasticity of the human brain*. Journal of Physiology. Blackwell Publishing Ltd.

Ehrsson, H. H., Geyer, S., & Naito, E. (2003). *Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part-specific motor representations*. Journal of Neurophysiology, 90(5).

Eon, P., Grosprêtre, S., & Martin, A. (2025). *Neuromuscular electrical stimulation at sub-maximal intensity combined with motor imagery increases corticospinal excitability*. European Journal of Applied Physiology, 125(2).

Grosprêtre, S., Ruffino, C., & Lebon, F. (2015). *Motor imagery and cortico-spinal excitability: A review*. European Journal of Sport Science, 1–8.

Paravlic, A. H., Slimani, M., Tod, D., Marusic, U., Milanovic, Z., & Pisot, R. (2018). *Effects and Dose–Response Relationships of Motor Imagery Practice on Strength Development in Healthy Adult Populations: a Systematic Review and Meta-analysis*. Sports Medicine, 48(5), 1165–1187