

**Biofeedback & Neurofeedback appliqués
à la performance sportive et mentale.**

Titre : **La performance sportive assistée par Neurofeedback: un dopage cérébral ?**

Auteur : HUYGHE L.

Date 1ère publication : 29/04/2021

Date révision : 12/08/2022

[English version](#)



Cet article est sous licence Creative Commons BY-NC-SA. 3.0. Il peut être diffusé avec citation de l'auteur pour une utilisation non commerciale. Plus d'infos sur le site : <https://creativecommons.fr/licences/>

Pour citer cet article :

HUYGHE L (2022). **La performance sportive assistée par Neurofeedback : un dopage cérébral ?**

<https://institutneurosport.com/ins-neurofeedback-neurodopage-performance-sport.pdf>
publié le 12/08/2022.

Plan :

[Introduction](#)

[1. Définition du dopage](#)

[2. Neurosciences et performance sportive](#)

[3. Evolution des législations antidopages](#)

[4. Différences entre Neurofeedback et stimulation cérébrale](#)

[Conclusion](#)

La performance sportive assistée par Neurofeedback : un dopage cérébral ?

Introduction :

L'essor des neurosciences dans le monde du sport et de la performance est une évidence. Les applications concrètes de recherches universitaires sont de plus en plus nombreuses. L'application la plus connue est peut être l'entraînement cognitif par le Neurotracker® (poursuite visuelle d'objets multiples dans un environnement virtuel 3D). Ce logiciel utilisé à l'INSEP, à la FFR entraine les capacités visuelles et perceptives des athlètes.

D'autres techniques comme la stimulation magnétique cérébrale, la stimulation à courant continu, le biofeedback et le Neurofeedback sont de plus en plus proposées.

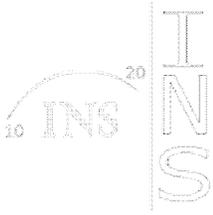
À l'approche des JO 2024, une question fondamentale se pose : le Neurofeedback doit-il être assimilé à du dopage ? Faut il mettre dans le même panier les techniques d'autorégulation (Biofeedback et Neurofeedback) et les techniques de stimulations cérébrales magnétiques ?

1. Définition du dopage :

Il y a dopage lorsqu'un sportif utilise des substances actives ou moyens artificiels interdits dans le but d'améliorer ses performances à l'entraînement et en compétition.

Les stimulants (amphétamines, caféine...) réduisent, par exemple, la sensation de fatigue physique et augmente la concentration. L'alcool, les bêta-bloquants réduisent le stress de la compétition.

Dans le prolongement des découvertes scientifiques et progrès technologiques, d'autres formes de dopage apparaissent : la thérapie génique, les prothèses de haute technologie etc...



2. Neurosciences et performance sportive :

Les récentes avancées en Neurosciences suggèrent que certaines technologies de stimulation cérébrale non-invasive (sans intervention chirurgicale) peuvent améliorer la performance athlétique.

Ainsi, modifiant l'activité cérébrale, la stimulation magnétique transcranienne (rTMS) ou la stimulation direct par courant continu (tDCS) apparaissent comme des moyens efficaces pour améliorer l'endurance et réduire la fatigue (*Kamali, 2019 ; Moisa, 2016 ; Holgado, 2019*).

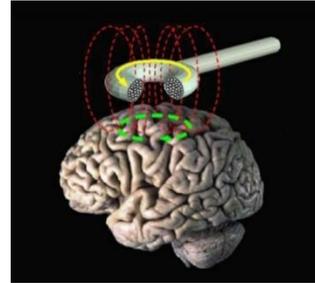


Illustration Stimulation Magnétique Transcranienne (rTMS)
<https://fr.wikipedia.org/>

L'étude de Angius et al. de 2018 montre, par exemple, une performance accrue de 23% après une stimulation continue du cortex moteur M1. Une sensation moindre de fatigue dans le groupe stimulé comparé à un groupe de stimulation placebo.

Autre articles :

Evaluation des habiletés mentales :

- HUYGHE L. (2022) Développement du questionnaire UMSAT-6 (Unified Mental Skills Assessment Tool)

institutneurosport.com/umsat6-developpement-notice.pdf publié le 05/08/2022.

Intégration des habiletés mentales dans le modèle du triple réseau fonctionnel (*Menon et al. 2010*)

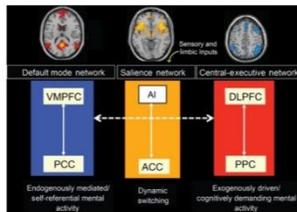
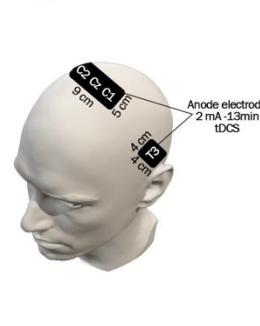
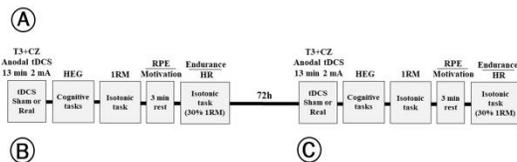


Figure 11 Dynamic salience network-mediated switching of large-scale brain networks. The salience network (SN) plays a crucial role in dynamic switching between the central executive and default-mode networks. The SN recruits the central executive and task control regions to maintain cognitive set and retrievable information in working memory while suppressing the default-mode network to keep attention focused on task-relevant goals. Adapted from Bressler, S. L., & Menon, V. (2010). Large-scale brain networks in cognition: Emerging methods and principles. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 277-286.



Kamali A-M et al. 2019

3. Evolution des législations antidopages

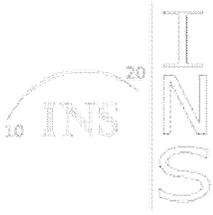
L'usage de techniques de stimulations cérébrales non-invasives pendant l'entraînement d'un athlète reste à ce jour indétectable.

La question du contrôle anti-dopage ne se pose donc pas en 2021. D'ailleurs, selon Nick Davis, ces techniques de neuro-stimulation ne doivent pas être considérées comme non éthiques dans le sport car ne faisant qu'optimiser des capacités innées... (*Nick Davis, 2013*)

Cependant, l'agence mondiale antidopage reste attentive aux moyens de dopage futurs (thérapie génique, prothèses...). Les néologismes "neuro-dopage", "neurodoping", "dopage cérébral" traduisent ces questionnements.

Autoquestionnaire sur les habiletés mentales : UMSAT-6 : Unified Mental Skills Assessment Tool

<https://institutneurosport.com/questionnaire-umsat6.html>



Malgré le discours rassurant de certains auteurs, on ne peut exclure, qu'un jour, ces stimulations externes (origine exogène) soient considérées comme dopantes. En effet, en fonction de la démocratisation des neurosciences dans le monde de la performance sportive, utiliser une stimulation électrique externe, pourrait être assimilée/apparentée dans l'avenir à une sorte d'ingestion/injection de substances actives et donc à terme prohibée.

DMN-	SMN+	SN+	DAN+
DEFAULT MODE NETWORK	SENSORI MOTOR NETWORK	SALIENCE NETWORK	DORSAL ATTENTION NETWORK

4. Différences entre Neurofeedback et stimulation cérébrale

Le biofeedback par cohérence cardiaque est déjà bien répandu et accepté dans la préparation mentale. Il n'est pas considéré comme dopage car assimilé à un apprentissage de l'autorégulation.

Le Neurofeedback (Biofeedback EEG) fait partie des techniques de biofeedback. Il permet de moduler volontairement l'activité cérébrale afin d'en optimiser le fonctionnement.

UMSAT-6 habiletés mentales		Attention	Perception	Apprentissage	Planification	Prise de décision	Prise de risque	Prise de contrôle	Prise de conscience
19. Dans mon sport, les encouragements, les récompenses ou l'absence de réactions négatives de la part des spectateurs...									
20. Je peux facilement adapter mes entraînements à je respire une fatigue particulière (l'été/hiver)...									
21. L'effort que dans ma discipline, la concentration est un élément clé de la performance...									
22. Je peux m'écouter (ou me regarder) et mesurer mes progrès...									
23. Je suis capable de me concentrer et mes périodes de repos sont le même jour...									
24. En général, je réagis à une situation pour faciliter l'entraînement (réaction des dômes, qualité des repas etc.)...									
25. Dans mon sport, mon entraînement personnel, je pense être plus sûr que les autres en plus par rapport à ma motivation...									
26. Je peux m'écouter (ou me regarder) et mesurer mes progrès à une situation et m'écouter (ou me regarder) à l'effort...									
27. Je dispose facilement pour sélectionner mes sensations ou voir les éléments extérieurs selon mes besoins du jour...									
28. Je n'ai aucune réaction négative au fait des visualisations mentales pour préparer une performance...									
29. Je n'ai aucune réaction négative au fait des visualisations mentales pour préparer une performance...									
30. L'absence de crainte de ne pas compléter ou de risquer de perdre mon entraînement ou compétition est un élément clé de la performance...									

NOM/ID : _____ Né(e) le : _____ Homme/Femme

Résultats (UMSAT-6) 100

Habiletés Cognitives (C) 100

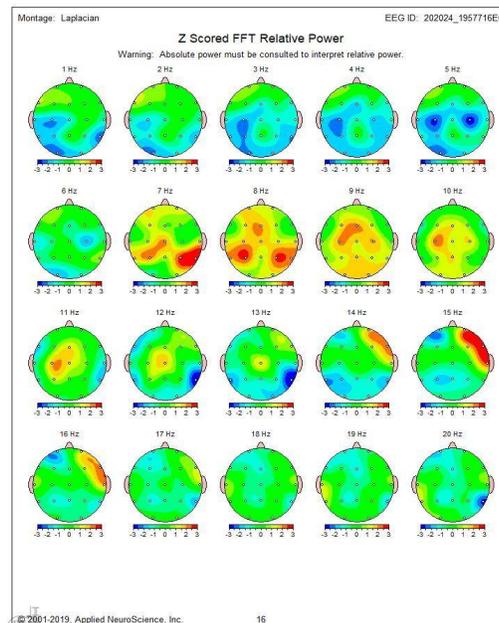
Habiletés Psychomotrices (P) 100

Habiletés de Motivation (M) 100

Habiletés de Régulation (R) 100

Autoquestionnaire sur les habiletés mentales :

UMSAT-6 :
Unified Mental Skills Assessment Tool
<https://institutneurosport.com/questionnaire-umsat6.html>

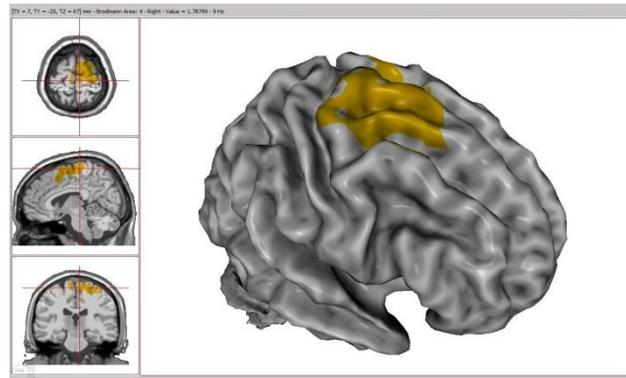


Cartographie cérébrale initiale en vue d'un entraînement cérébral par Neurofeedback
Institut Neurosport

L'entraînement cérébral par Neurofeedback et la stimulation cérébrale visent tous deux la modulation d'activités corticales. Ce point commun est susceptible de faire croire à une similarité d'action et en prolongement laisser craindre que comme la rTMS, le Neurofeedback soit considéré un jour comme une technique dopante.

"...assimiler l'autorégulation par Neurofeedback à du neurodopage reviendrait à considérer l'entraînement devant un miroir comme du dopage... !"

En dépit de ce point commun, ces deux approches sont très différentes au regard de la problématique du dopage.



Neurofeedback : exemple de ciblage de la zone cérébrale à renforcer.
Analyse inverse swLORETA et étude de connectivité intracérébrale.
Institut Neurosport

Le Neurofeedback mesure en continu l'activité cérébrale de l'athlète et l'en informe visuellement en temps réel (feedback). Il n'envoie aucune stimulation électrique exogène. Ce n'est donc en aucun cas l'appareil qui agit sur le corps mais bien la personne elle-même qui s'autorégule par les informations qu'elle reçoit du système.

Un peu comme le danseur optimise ses gestes en s'aidant du retour devant le miroir, l'athlète préparant sa compétition par le neurofeedback s'aide du feedback de l'ordinateur. Il module/ajuste ses propres paramètres neurophysiologiques par un **rétro-contrôle volontaire, actif (self-régulation)**. Cette boucle fermée de rétrocontrôle ne fait à aucun moment appel à l'application ou l'administration d'une substance ou d'un courant électrique d'origine exogène.

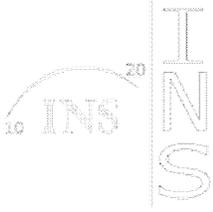
On considère fort heureusement comme normal d'optimiser son geste en se regardant dans le miroir. On pourrait discuter, par contre, les pratiques d'un danseur qui utilise intensivement la stimulation électrique pour mieux coordonner ses mouvements ou renforcer son capital musculaire. On retrouve ici une notion d'augmentation des performances dans un **contexte passif** avec administration exogène (stimulation électrique artificielle externe).

Ainsi quelque soit l'évolution des législations antidopages, **contrairement à la stimulation cérébrale non-invasive**, le NFB ne pourra pas être considéré dans un avenir plus ou moins proche comme une technique dopante. En effet, cela équivaldrait à considérer l'entraînement du danseur devant un miroir comme du dopage! Le regard affûté de l'entraîneur, un miroir ou des capteurs physiologiques ne sont pas des « stimulations électriques externes ».

Conclusion :

Le Neurofeedback appliqué à l'optimisation des performances sportives et mentales ne peut en aucune manière être assimilé à du dopage cérébral (neurodoping).

Les compétiteurs ou les athlètes préparant les JO 2024 peuvent utiliser les techniques de Biofeedback/Neurofeedback pour apprendre à s'autoréguler et optimiser ainsi leur préparation mentale.



BIBLIOGRAPHIE :

- **Kamali A-M** et al. 2019 Transcranial direct current stimulation to enhance athletic performance outcome in experienced bodybuilders. PLoS ONE 14(8): e0220363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220363>
- **Moisa M,** 2016 Brain Network Mechanisms Underlying Motor Enhancement by Transcranial Entrainment of Gamma Oscillations. J Neurosci. 2016 Nov 23;36(47):12053-12065. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6604912/>
- **Holgado D et al.** 2019 “Brain-Doping,” Is It a Real Threat? *Darías Front Physiol.* 2019; 10: 483. doi: 10.3389/fphys.2019.00483 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.00483/full>
- **Angius et al.** 2018 Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals. *Brain Stimulation,* 2018 11,1, Pages 108-117 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1935861X17309312>
- **Nick Davis,** 2013 Neurodoping: brain stimulation as a performance-enhancing measure. *Sports Med.* 2013 Aug;43(8):649-53. doi: 10.1007/s40279-013-0027-z. School of Psychology, Bangor University, Bangor, LL57 2AS, UK. n.davis@bangor.ac.uk https://www.researchgate.net/profile/Nick_Davis/publication/236056889_Neurodoping_Brain_Stimulation_as_a_Performance-Enhancing_Measure/links/09e41511dd58185461000000/Neurodoping-Brain-Stimulation-as-a-Performance-Enhancing-Measure.pdf
- **Huyghe L.(2022)** Développement du questionnaire UMSAT-6 (Unified Mental Skills Assessment Tool) institutneurosport.com/umsat6-developpement-notice.pdf publié le 05/08/2022.
- Autoquestionnaire sur les habiletés mentales : UMSAT-6 : Unified Mental Skills Assessment Tool** <https://institutneurosport.com/questionnaire-umsat6.html>
- **Menon, V., and Uddin, L. Q. (2010).** Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Struct. Funct.* 214, 655–667. doi: [10.1007/s00429-010-0262-0](https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0).
- **Smith et al. 2002.** Social Desirability Bias and Direction Modified Competitive State Anxiety Inventory–2. December 2002 *Perceptual and Motor Skills* 95(3 Pt 1):945-52 DOI: 10.2466/pms.2002.95.3.945
- **van der Linden D et al 2021.** Go with the flow: A neuroscientific view on being fully engaged. *Eur J Neurosci.* 2021;53: 947–963. <https://doi.org/10.1111/ejn.15014>
- **Bowman-Smart, Hilary, Savulescu, Julian.** The Ethics of Motivational Neuro-Doping in Sport: Praiseworthiness and Prizeworthiness. *Neuroethics.* 2021;14(Suppl 2):205-215. doi: [10.1007/s12152-020-09445-5](https://doi.org/10.1007/s12152-020-09445-5). Epub 2020 Jul 23. PMID: 34790275; PMCID: PMC8590656.
- **Pugh J, Pugh C.** Neurostimulation, doping, and the spirit of sport. *Neuroethics.* 2021;14(Suppl 2):141-158. doi: [10.1007/s12152-020-09435-7](https://doi.org/10.1007/s12152-020-09435-7). Epub 2020 May 16. PMID: 34824648; PMCID: PMC8590673.