

# Etude en neuromusicologie des émotions générées à partir de significations portées par des séquences de musique de *maqām* et de musique baroque

Projet de recherche doctoral soumis à l'appel à projets 2026 - Collegium Musicae et s'inscrivant dans l'axe-programme Musique et Santé

Porteur principal : Pr. Nidaa Abou Mrad, Sorbonne Université, ED 433, IReMus

Co-encadrant : Pr. Hervé Platel, Université de Caen, NIMH

## 1. Contexte, positionnement et objectifs

La neuromusicologie est une approche transdisciplinaire récente qui entrecroise musicologie générale et neurosciences pour étudier le traitement neurocognitif de la perception et de la production de la musique, en fonction de la grammaire de celle-ci.

Or, la sémiose musicale *S*, autrement dit l'élaboration de significations à partir de cette grammaire, opère sur un mode introversif *SI*, lié à l'élaboration de significations intrinsèques, et sur un mode extroversif *SE*, lié à l'élaboration de significations extrinsèques ou référentielles mondaines (Agawu, 1991; Jakobson, 1971; Meeùs, 2021).

Plus particulièrement, la *SI* se décline en un processus global *SIG*, caractérisant l'ensemble d'un énoncé musical et dont la valence émotionnelle est associée à la structuration intervallique des échelles mélodiques et au tempo (Abou Mrad, Billiet, et al., 2022; Dalla Bella et al., 2001; Psychoyou, 2006) –de même qu'à d'autres facteurs, comme le timbre– et en un processus segmentaire *SIS*, caractérisant la syntaxe de cet énoncé, en termes d'attentes et de résolutions et de modalités sémantiques générées à partir de la structure sous-jacente hiérarchisée de l'énonciation musicale (Abou Mrad, 2024; Abou Mrad, Chouvel, et al., 2022; Bigand et al., 2005; Huron, 2006; Lalitte, 2021; Meyer, 1998).

Quant à la *SE*, elle intègre des significations extramusicales d'ordre culturel, inhérentes aux traces qu'impriment la métrique de la parole et du geste (rituel/chorégraphique) dans le rythme (la morphophonologie) de la musique (Abou Mrad, 2016; Cler, 1997; Lambert, 2012). Elle relève donc d'une neuromusicologie anthropologique, surtout lorsque, de par les émotions qu'elle génère, elle induit des états de conscience modifiés (ECM : trances ou extases) (During, 2023; Lambert, 2000; Rouget, 1980).

Certes ces trois processus ont été investigués en neurosciences, mais ce fut à chaque fois d'une manière partielle.

Ainsi la *SIG* a-t-elle été étudiée en neuroimagerie fonctionnelle, avec mise en exergue que l'écoute de musiques considérées plaisantes par les participants (et non pas en fonction d'analyses sémiotiques musicales) active le système dopaminergique de la récompense, notamment le striatum dorsal et ventral, le cortex orbitofrontal et frontal ventromédian, ainsi que le cortex auditif et l'insula (Mas-Herrero et al., 2021; Zatorre, 2024, Chapitre 7), tandis que l'écoute de musiques étiquetées tristes entraîne l'activation de l'amygdale et de l'hippocampe (Mitterschiffthaler et al., 2007).

De même les études en neuroimagerie de la *SIS* se sont-elles focalisées exclusivement sur la musique tonale, révélant un mécanisme d'encodage prédictif lié à la voie auditive ventrale connectant l'aire auditive associative antérieure avec le gyrus frontal inférieur, l'hippocampe et le gyrus parahippocampique en relation avec la mémoire de travail (Koelsch, 2005; Tillmann et al., 2003; Zatorre, 2024, Chapitre 3), l'attente et la surprise se traduisant par un renforcement de la connectivité entre cortex auditif et striatum (Salimpoor et al., 2013; Seger

et al., 2013), avec activation du noyau caudé, tandis que la résolution de cette attente donne lieu à l'activation du *nucleus accumbens*, lors du pic dopaminergique de la résolution de l'attente (Salimpoor et al., 2011).

Quant à la SE inductrice –par le biais de rythmes percutés– de transe chamanique, elle a bénéficié d'une étude électroencéphalographique qui a mis en évidence une altération de l'organisation neurophysiologique dans l'hémisphère droit associée à une modification de la connectivité interhémisphérique et à une augmentation générale des ondes bêta (Flor-Henry et al., 2017) et d'une étude en IRMf qui a montré une augmentation de la connectivité au sein des cortex cingulaires postérieur et antérieur et du cortex insulaire gauche, entraînant un mode de pensée plus étendu et une orientation vers l'intérieur, en même temps qu'une suppression des flux sensoriels non pertinents, s'agissant d'un découplage perceptif (Grégoire et al., 2021; Hove et al., 2016). De même en est-il des études des frissons générés par l'écoute musicale, qui ont mis en évidence l'activation du striatum ventral conséquemment à l'induction émotionnelle (Platel, 2017).

Ces résultats constituent un excellent point de départ pour étudier dans une perspective transdisciplinaire et transculturelle comment une musique modale, comme la tradition musicale du *maqām* d'Asie occidentale et d'Afrique septentrionale, et une musique tonale, comme la musique baroque, sont susceptibles d'activer des réseaux cérébraux similaires en fonction de la nature et de la valence émotionnelle de la sémiologie musicale.

Ainsi le présent projet doctoral vise-t-il à repositionner le questionnement neurocognitif des émotions systématiquement sur la grammaire musicale et sa sémiologie, en proposant comme hypothèses  $H_{SIG}$ ,  $H_{SIS}$  et  $H_{SE}$  la généralisation des résultats des investigations neurocognitives antérieures des trois types de sémiologie aux musiques modale et tonale.

Les résultats attendus sont de même appelés à renforcer et recalibrer l'usage de la musicothérapie fonctionnelle, dans son double versant sédatif (anxiolytique et analgésique) et stimulant, en lui fournissant une assise neuromusicologique tangible (Koelsch, S., 2025; Vrait, 2022).

## **2. Méthodologie**

Le dispositif méthodologique repose sur (1) une construction des stimuli à tester sur des bases théoriques grammaticales musicales ; (2) la réalisation d'études comportementales testant les trois hypothèses, en les monitorant par une électroencéphalographie ambulatoire (surtout pour l'étude de l'induction d'ECM par la musique) ; (3) la réalisation d'études en neuroimagerie intégrant les trois types de sémiologie.

## **3. Adéquation**

Ce PRD est en adéquation avec les attendus académiques du Collegium Musicae : (1) il s'inscrit dans l'axe-programme Musique et Santé du Collegium Musicae, en vertu de son caractère résolument transdisciplinaire articulant une approche musicologique générale sémiotique analytique aux neurosciences cognitives, avec des attendus en musicothérapie fonctionnelle ; (2) il est structurant, dans la mesure où il intéresse deux laboratoires de secteurs disciplinaires différents : l'Institut de Recherche en Musicologie (IReMus, UMR 8223) et le laboratoire Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire Humaine (NIMH, UMR-S 1077) ; (3) l'encadrement est en adéquation avec ces attendus, les encadrants ayant développé une expertise avérée dans les domaines couverts par le PRD.

#### 4. Références bibliographiques

- Abou Mrad, N. (2016). *Éléments de sémiotique modale : Essai d'une grammaire musicale pour les traditions monodiques*. Éditions Geuthner et Éditions de l'Université Antonine.
- Abou Mrad, N. (2024). *En quête du substrat neurocognitif de l'élaboration des échelles mélodiques*. Colloque international « Musique et neurosciences » de Tunis.
- Abou Mrad, N., Billiet, Chouvel, J.-M., Abou Jaoudé, N., Saadé, C., Moukarzel, G., & Dimachki, R. (2022). Évaluation émotionnelle neurocognitive des modes mélodiques du Mašriq. *Revue des Traditions Musicales*, 16.
- Abou Mrad, N., Chouvel, J.-M., Billiet, F., Saadé, C., Abou Jaoudé, N., & Yassine, H. (2022). Discrimination cognitive des modalités sémantiques des monodies modales. *Revue des Traditions Musicales*, 16.
- Agawu, K. (1991). *Playing with Signs. A Semiotic Interpretation of Classic Music*. Princeton University Press.
- Bigand, E., Filipic, S., & Lalitte, P. (2005). The time course of emotional response to music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 429-437.
- Cler, J. (1997). Aksak : Les catastrophes d'un modèle. *Cahiers de musiques traditionnelles*, (10 "Rythmes").
- Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, (80).
- During, J. (2023). *Musique et extase—L'audition mystique dans la tradition soufie*. Les Editions du Cerf.
- Flor-Henry, P., Shapiro, Y., & Sombrun, C. (2017). Brain changes during a shamanic trance : Altered modes of consciousness, hemispheric laterality, and systemic psychobiology. *Cogent Psychology*, 4(1).
- Grégoire, C., Sombrun, C., Gosseries, O., & Vanhaudenhuyse, A. (2021). La transe cognitive auto-induite : Caractéristiques et applications thérapeutiques potentielles. *Hegel*, 2(2), 192-201. <https://doi.org/10.3917/heg.112.0192>
- Hove, M. J., Stelzer, J., Nierhaus, T., Thiel, S. D., Gundlach, C., Margulies, D. S., Van Dijk, K. R. A., Turner, R., Keller, P. E., & Merker, B. (2016). Brain Network Reconfiguration and Perceptual Decoupling During an Absorptive State of Consciousness. *Cerebral Cortex*, 26(7), 3116-3124. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv137>
- Huron, D. (2006). *Sweet Anticipation : Music and the Psychology of Expectation*. The MIT Press.
- Jakobson, R. (1971). Language in Relation to Other Communication Systems. In *Selected Writings: Volume II Word and Language* (p. 697-708). De Gruyter Mouton. <https://archive.org/details/selectedwritings02jako/page/n5/mode/2up>
- Koelsch, S. (2005). Investigating emotion with music : Neuroscientific approaches. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1). <https://doi.org/10.1196/annals.1360.034>
- Koelsch, S. (2025). *Good Vibrations : Unlocking the Healing Power of Music*. Cambridge University Press.
- Lalitte, P. (2021). Conditions de possibilité des attentes musicales dans la Sequenza III de Luciano Berio. In *Sequenza III de Luciano Berio « Voglio le tue parole »* (Ferrari G., p. 93-117.). L'Harmattan.
- Lambert, J. (2000). *La Médecine de l'âme. Le chant de Sanaa dans la société yéménite*. Société d'ethnologie.
- Lambert, J. (2012). Le « quanto syllabique » : Métrique poétique arabe et rythmique bichrone au Yémen. *Revue des Traditions Musicales*, (6 "Rythmes").

- Mas-Herrero, E., Maini, L., Sescousse, G., & Zatorre, Robert J. (2021). Common and distinct neural correlates of music and food-induced pleasure : A coordinate-based meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 123, 61-71.
- Meeùs, N. (2021). Intrinsic and Extrinsic Meaning in Verbal Language and in Music. *Musical Analysis. Historia – Theoria – Praxis*, 6, 14-26.
- Meyer, L. (1998). A Universe of Universals. *The Journal of Musicology*, 16(1).
- Mitterschiffthaler, M. T., Fu, C. H. Y., Dalton, J. A., Andrew, C. M., & Williams, S. C. R. (2007). A functional MRI study of happy and sad affective states induced by classical music  
Cynthia H Y Fu, Jeffrey A Dalton, Christopher M Andrew, Steven C R Williams. *Human Brain Mapping*., 28, 1150-1162. <https://doi.org/10.1002/hbm.20337>
- Platel, H. (2017). Le frisson musical au coeur de notre cerveau. *Rainy Days*. Festival de musiques nouvelles. [https://www.researchgate.net/profile/Herve-Platel/publication/332980016\\_Le\\_frisson\\_musical\\_au\\_coeur\\_de\\_notre\\_cerveau/links/5cd54355299bf14d95877a73/Le-frisson-musical-au-coeur-de-notre-cerveau.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Herve-Platel/publication/332980016_Le_frisson_musical_au_coeur_de_notre_cerveau/links/5cd54355299bf14d95877a73/Le-frisson-musical-au-coeur-de-notre-cerveau.pdf)
- Psychoyou, T. (2006). Plaisirs de l'esprit, plaisirs de l'oreille : Anatomie et paradoxes d'un nouveau critère théorique. In *Le plaisir musical en France au XVIIe siècle* (Rome). Villa Médicis.
- Rouget, G. (1980). *La musique et la transe*. Gallimard.
- Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., & Zatorre, R. J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257-264.
- Salimpoor, V. N., Van Den Bosch, I., Kovacevic, N., McIntosh, A. R., Dagher, Alain, & Zatorre, Robert J. (2013). Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value. *Science*, 340(6129), 216-219.
- Seeger, C. A., Spiering, B. J., Sares, A. G., Quraini, S. I., Alpetter, C., David, J., & Thaut, M. H. (2013). Corticostriatal contributions to musical expectancy perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(7), 1062-1077.
- Tillmann, B., Janata, P., & Bharucha, J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. *Cognitive Brain Research*, 16, 145-161.
- Vrait, F.-X. (2022). *La musicothérapie*. PUF Que sais-je?
- Zatorre, R. J. (2024). *From perception to pleasure : The neuroscience of music and why we love it*. Oxford University Press.