

Discrimination cognitive des modalités sémantiques des monodies modales

Nidaa ABOU MRAD¹, Jean-Marc CHOUVEL², Frédéric BILLIET³, Carmen SAADÉ⁴, Nathalie ABOU JAOUDE⁵ & Hayaf YASSINE⁶

Résumé

Cet article étudie le traitement neurocognitif de la sémiose introversive segmentaire morphologique et syntaxique musicale des monodies modales, réalisée à partir de données phonologiques, morphologiques et syntaxiques génératives musicales qui sont porteuses de significations musicales intrinsèques, que l'analyse sémiotique modale met en exergue au sein des monodies traditionnelles du *Mašriq*. Au gré d'une modélisation qui se nourrit d'entrecroisements entre recherches neurocognitives et analyses sémiotiques de la musique, cet article propose l'hypothèse qu'un isomorphisme structural et fonctionnel articule les plans grammatical, sémiosique et neurocognitif sensoriel et émotionnel du déploiement du phénomène modal au sein de ces monodies. Les études expérimentales, élaborées en fonction de cette modélisation et réalisées en 2019 et 2021 auprès d'enfants et d'adolescents scolarisés au Liban, confirment l'existence d'un tel isomorphisme.

Mots-clés : Perception neurocognitive musicale - Sémiotique modale – Sémiose introversive – Émotion musicale – Modalités sémantiques musicales.

Abstract

This article studies the neurocognitive processing of morphological and musical syntactic segmental introversive semiosis of modal monodies, performed from phonological, morphological and syntactic musical generative data that carry intrinsic musical, which modal semiotic analysis highlights within the traditional monodies of *Mašriq*. Based on a model that feeds on the interweaving of neurocognitive research

¹ Professeur en musicologie, docteur en médecine, vice-recteur aux affaires académiques et à la recherche, doyen de la Faculté de musique et musicologie à l'Université Antonine ; nidaa.aboumrads@ua.edu.lb.

² Professeur de musicologie à Sorbonne Université, chercheur permanent à l'IReMus (UMR 8223), compositeur, cofondateur des revues *Filigrane* et *Musimediane* ; jean-marc.chouvel@sorbonne-universite.fr.

³ Professeur en musique médiévale, vice-doyen vie étudiante et de campus – Faculté des lettres – Sorbonne Université, Institut de recherche en musicologie (IReMus UMR 8223 ; frederic.billiet@sorbonne-universite.fr.

⁴ Doctorante à Sorbonne Université, affiliée à l'IReMus et au CRTM (Université Antonine), chargée de cours à la Lebanese International University (Liban) ; carmensaad83@gmail.com.

⁵ Doctorante à Sorbonne Université, affiliée à l'IReMus et au CRTM-UA, enseignante à temps plein à l'Université Antonine ; nathalie.aboujaoude@ua.edu.lb.

⁶ Professeur associé en musique et musicologie à la Faculté de musique et musicologie de l'Université Antonine, chercheur au CRTM-UA ; hayaf.yassine@ua.edu.lb.

and semiotic analyzes of music, this article proposes the hypothesis that a structural and functional isomorphism articulates the grammatical, semiotic and (sensory and emotional) neurocognitive levels of the modal phenomenon's deployment within these monodies. The experimental studies developed on the basis of this modeling and carried out in 2019 and 2021 on children and adolescents attending schools in Lebanon, confirm the existence of such an isomorphism.

Keywords: Neurocognitive perception of music - Modal semiotics – Introversive semiosis - Musical emotion - Musical semantic modalities.

Remerciements

Cet article fait partie du projet de recherche « Perception neurocognitive des monodies modales du *Mašriq* », porté par le CRTM-UA et qui a reçu le soutien scientifique et financier du Conseil National de la Recherche Scientifique au Liban (CNRS-L) et de l'Université Antoinine (UA), dans le cadre du *Joint Grant Research Program* CNRS-L-UA (2017-2021).

Les auteurs tiennent également à remercier Mme Viviane Naimy (NDU, Liban) pour sa contribution à l'analyse statistique des résultats, Mmes Bouchra Béchéalany et Lina Riachy, pour leur contribution à l'élaboration du protocole expérimental, et Mme May Chédid, pour sa contribution à la réalisation de l'étude, de même que tous les participants à l'étude expérimentale.

1. Introduction

La théorie sémiotique modale fait reposer une part importante de la signification intrinsèque véhiculée par les monodies modales traditionnelles du *Mašriq* sur l'agencement temporel syntaxique des traits phonologiques mélodiques génératifs des notes saillantes de ces monodies. Or, cet agencement prend la forme de vecteurs sous-jacents porteurs de modalités sémantiques questionnantes et responsives. Cet article s'intéresse au pendant cognitif de ces structures sémiotiques mélodiques, en étudiant la capacité qu'ont les enfants et les adolescents de discriminer à l'audition (et d'une manière comparative) les traits phonologiques mélodiques et les modalités sémantiques que l'analyse grammaticale générative musicale des monodies met en exergue, et d'en dénoter la signification intrinsèque, et ce, par le biais d'une étude expérimentale (non encore publiée) réalisée en milieu scolaire au Liban en 2019 (pour les enfants) et 2021 (pour les adolescents).

2. Sémiose musicale introversive des monodies modales

La sémiose musicale s'identifie aux processus d'élaboration de significations à partir des unités significatives de l'énonciation musicale et se décline en (1) une sémiose introversive, axée sur des significations intrinsèques qui font référence à des données internes à la grammaire musicale, et (2) une sémiose extroversive, axée sur des significations extrinsèques qui font référence à des données conceptuelles/mondaines d'ordre lexical/référentiel (Jakobson, 1971 ; Meeùs, 2021). Or, cet article s'intéresse strictement au traitement neurocognitif du pendant introversif de cette sémiose, dans son application aux traditions musicales monodiques modales. Aussi cette sémiose introversive modale se décompose-t-elle en une sémiose globale et en une sémiose segmentaire. La sémiose

globale mélogénique repose sur la couleur émotionnelle qui se dégage de la monodie et que représente la notion d'éthos modal. Cette connotation dépend de la structure scalaire intervallique (modalité scalaire) et du positionnement de la finale modale (modalité poilaire) que met en exergue l'étude de la phonologie mélodique structurale de la monodie. Un autre article de ce numéro de la *Revue des traditions musicales* (Abou Mrad et al., 2022) est consacré à la perception neurocognitive de cette connotation émotionnelle éthique modale. Quant à la sémiose introversive segmentaire, elle consiste en l'élaboration de significations endosémiotiques à partir des unités signifiantes de l'énonciation monodique que sont les unités morphologiques musicales et les unités phrastiques musicales. L'étude de cette sémiose segmentaire requiert un rappel des principales considérations sur la grammaire musicale et la double articulation des monodies modales et le surgissement de la signification de cette articulation.

2.1. *Grammaticalité musicale et double articulation des monodies*

La grammaire générative théorisée par la sémiotique modale s'identifie à un nombre limité de règles pour réécrire et transformer toute monodie relevant d'un mode donné, à partir d'une catégorisation sous-jacente des données mélodiques de ce mode. Cette catégorisation prend une forme matricielle algébrique (à base de deux noyaux modaux concurrentiels) pour les composants phonologique et morphologique, tandis qu'elle prend une forme vectorielle pour le composant syntaxique. Ce procès génératif se combine avec des données métriques, rythmiques, stylistiques et formelles, relevant de la tradition musicale contextuelle pour finaliser la surface monodique et produire des significations musicales.

Cependant, l'élaboration du sens diffère entre grammaire musicale et grammaire verbale. Celle-ci présente en effet un important hiatus, en termes de nature du matériau, entre unités distinctives (sonores) et unités significatives (lexicales). En revanche, la grammaire et la sémiose musicales reposent sur la notion d'arborescence organique⁷, qui fait engendrer les unités de tous les composants grammaticaux de l'énonciation musicale à partir d'un seul matériau qui est de nature mélodique. De cette matière mélodique surgit en effet le *quale* (pl. *qualia*) musical, un caractère phénoménal ou qualité sensible distinctive (Dennett, 1988, p. 381) qui attire l'attention lorsqu'il est porté par une unité temporelle (du niveau d'articulation considéré) qui lui tient lieu d'écrin. Aussi est-ce à partir de l'articulation temporelle de ces *qualia* que s'élaborent les unités phonologiques musicales, morphologiques (non-lexicales) musicales et phrastiques (et propositionnelles) musicales et que naissent les significations intrinsèques portées par ces unités (Abou Mrad, 2021, p. 21).

En fait, et dans la mesure où la musique, comme le langage verbal, apparaît comme une faculté universelle, inhérente (génétiquement⁸) à l'être humain, qui lui permet de s'exprimer et de communiquer au moyen d'unités sonores discrètes et organisées au double plan mélodique et temporel, il est logique d'assimiler la musique

⁷ Cette arborescence est théorisée dans les écrits des grammairiens arabes de la musique (XV^e-XIX^e siècles, Abou Mrad, 2016, ch. 5), préfigurant l'organicisme de Goethe et de Schenker (Meeùs, 1993).

⁸ Oliver Sacks (2007) affirme que « les humains sont une espèce musicale autant que linguistique ».

à un langage non-verbal. Celui-ci fonctionne (métaphoriquement) sous la forme de langues ou systèmes mélodiques culturellement différenciés, qui sont principalement : (1) la langue modale monodique ; (2) la langue pentatonique monodique (Picard, 2001) et (3) la langue tonale polyphonique.

Quant à l'énonciation musicale, la sémiotique modale lui applique la notion de double articulation du langage verbal (Martinet, 1960-1970-1971 ; Meeùs, 2012), ce qui permet d'envisager l'organisation de toute monodie (identifiée à une grande phrase complexe composée de plusieurs propositions) selon un schéma intriqué en gigogne, en trois niveaux, chacun étant doté de son organisation métrique, qui est une fonction de l'unité chronométrique de référence :

- (1) niveau phrastique, se déclinant en des propositions ;
- (2) niveau morphémique, référé à l'unité morphorythmique ;
- (3) niveau phonémique, référé à l'unité phonométrique.

À chaque niveau, un type particulier de *quale* d'ordre mélodique attire l'attention en étant porté par l'unité chronométrique de référence de ce niveau (Abou Mrad, 2021, p. 22).

2.2. *Phonologie musicale générative*

Le *quale* du niveau phonologique musical est identifié à la notion de neume ou formule mélodique minimale, ce neume étant centré sur une note focale qui représente un phonème doté de deux paramètres sémiotiques discrétisés : sa hauteur, qui est celle de la hauteur focale, et sa durée, qui est celle de l'unité phonométrique englobante.

La part mélodique de cette phonologie des monodies est centrée sur le système modal. En réinterprétant dans une perspective grammaticale la définition de la modalité élaborée par Tran Van Khé (1968), le mode se reconnaît par

- (1) sa modalité scalaire : alphabet/échelle, ensemble des hauteurs des phonèmes des monodies rapportées au mode ;
- (2) sa modalité polaire : ses pôles, la référence à la finale modale ouvrant la voie à la structuration phonologique générative sous-jacente de la monodie ;
- (3) sa modalité formulaire : ses formulations typiques ;
- (4) sa modalité sémiosique globale : son éthos ou contenu émotionnel.

Or, tandis que la phonologie mélodique structurale s'intéresse à la modalité scalaire, la phonologie musicale générative offre une catégorisation fonctionnelle mélodique et métrique sous-jacente qualitative des phonèmes musicaux, en réduisant leurs paramètres sémiotiques. Aussi l'apport fondamental de la sémiotique modale est-il de proposer une description générative sous-jacente des *qualia* de la surface monodique. Cette description consiste à substituer dans l'énonciation musicale aux hauteurs focales des phonèmes musicaux des indicateurs dits nucléaires (IN) qui constituent les caractères génératifs sous-jacents de ces hauteurs. Ces indicateurs s'identifient à l'appartenance à l'un des deux sous-ensembles complémentaires/concurrents de l'alphabet du mode de la monodie :

- noyau primaire ou IN α des degrés impairs associés à la finale modale (chaîne de tierces qui passe par cette finale) et
- noyau secondaire ou IN β des autres degrés ou degrés pairs (chaîne de tierces qui ne passe pas par la finale).

2.3. Morphologie rythmique musicale

Le *quale* du niveau morphologique s'identifie à la notion de *morphème musical* ou unité musicale minimale significative, qui s'articule en deux (parfois en un seul *phonème*) *phonèmes musicaux* (*qualia phonémiques*) ou unités distinctives minimales musicales, l'avènement du rythme étant lié à l'introduction de signes distinctifs dans le continuum des unités métriques.

Ainsi l'émergence du sens n'est-elle pas liée ici à l'introduction d'une référentialité lexicale, relative à la sémiose extroversive, comme celle du langage verbal, mais à la naissance du rythme, transcendant la métrique et générant une sémiose introversive. Or, la morphologie musicale générative offre une catégorisation fonctionnelle mélodique et rythmique sous-jacente qualitative des morphèmes musicaux. Cette catégorisation fonde la signification portée par le *quale* de cette unité, tandis que cette signification dépend de l'assignation de l'indicateur nucléaire sous-jacent du morphème en tant que est celui de l'unité phonométrique prédominante dans l'unité morphorythmique, qui est la plus longue ou la plus accentuée en son sein.

C'est donc sur cette dominance morphophonologique que repose la capacité morphologique à signifier, dans la mesure où elle dote l'articulation morphophonologique des deux *qualia* du niveau phonologique d'une fonction sémiosique qui consiste précisément dans l'arbitrage qui opère entre ces deux *qualia* et qui aboutit à élire le *quale* distinctif du phonème dominant comme *quale* significatif du morphème (Abou Mrad, 2016, ch. 4).

2.4. Syntaxe musicale

L'autre apport important de la sémiotique modale est de proposer une réécriture syntaxique transformationnelle de la phrase monodique complexe, identifiée au texte monodique musical, et ce, par le biais de vecteurs. Elle consiste à substituer au bipoint mélodique de deux morphèmes musicaux successifs une caractérisation générative sous-jacente qui est vectorielle, à partir de laquelle il est possible à la fois de décrire et de prédire l'élaboration syntaxique modale de la phrase (Abou Mrad, 2021, p. 39).

Le *quale* du composant syntaxique est identifié à la notion de vecteur sémiophonique génératif ou VSG, qui relie les *qualia* nucléaires de deux morphèmes musicaux (ou de deux propositions musicales) successifs, concaténés en bipoints dans le cadre d'un syntagme dynamique musical. Quatre VSG ressortent du transcodage nucléaire-vectoriel :

- $\overrightarrow{\alpha(M)\beta(M)} = \vec{q}$ ou *vecteur-question*
- $\overrightarrow{\beta(M)\alpha(M)} = \vec{r}$ ou *vecteur-réponse*
- $\overrightarrow{\alpha(M)\alpha(M)} = \vec{p}$ ou *vecteur-prolongation primordiale*
- $\overrightarrow{\beta(M)\beta(M)} = \vec{s}$ ou *vecteur-prolongation secondaire suspensive*

Ces VSG entrent en jeu dans des opérations additives de décomposition qui permettent une réécriture transformationnelle/générative à partir de la dichotomie primordiale (transformation obligatoire), analogue à l'*Ursatz* schenkerienne :

$$\{\vec{p}\} \rightarrow \Phi \rightarrow \{[\vec{q}] + [\vec{r}]\}$$

Des dérivations successives permettent ensuite de décrire l'élaboration du texte musical à partir de processus récursifs et de transformations obligatoires et facultatives (Abou Mrad, 2016, ch. 3).

2.5. *Sémiose musicale introversive*

Élaborée en réaction aux conceptions expressives et affectives de la musique, l'esthétique formaliste d'Eduard Hanslick ramène la musique à un mode de signifiante intrinsèque⁹. « Pour lui, les affects sont un effet du stimulus musical, une résultante, non pas un contenu » (Nattiez, 2004b, p. 263-266). Cette perspective formaliste donne lieu à sa formulation sémiotique par Roman Jakobson (1971, p. 20) : « Plutôt que de viser quelque objet extrinsèque, la musique se présente comme un langage qui se signifie soi-même ». Elle est, pour Jacques Chailley (1996, p. 13), « un langage au même titre que les langages verbaux, mais elle diffère d'eux en ce qu'au lieu d'évoquer par convention des objets ou des idées, les sons y sont utilisés pour eux-mêmes. La musique possède un pouvoir d'expression qui lui est propre ».

Or, c'est en ce sens que la sémiologie tripartite s'attache à la description de la structure immanente du message musical (analyse du niveau neutre) et des processus inhérents à la production de celui-ci (analyse du niveau poïétique) et à sa réception (analyse du niveau esthétique). Elle évite, par conséquent, la problématique de la genèse de la signification (Molino, 1975), tout en assignant le sens au niveau esthétique par le récepteur (Nattiez, 1987, p. 32-40). Toujours est-il que Jean-Jacques Nattiez (2004a, p. 24) admet que le sonore musical est certes « porteur de connotations sémantiques et affectives, mais sa syntaxe n'est pas organisée, comme dans le langage, au niveau d'unités liées à des significations lexicales, mais au niveau d'unités sonores minimales et discrètes ». Cet auteur (Nattiez, 2004b, p. 265-269) reconnaît ainsi l'existence de significations musicales intrinsèques, mais il réduit celles-ci à leur dimension taxinomique en recourant à la méthode d'analyse paradigmatique de Nicolas Ruwet, mâtinée de renvois internes, en termes de tension/détente (angoisse vs satisfaction), en référence à la technique d'analyse mélodique d'inspiration gestaltiste de Leonard Meyer (1956 ; 1973). Pourtant, Jean-Jacques Nattiez (2004b, p. 274-275) ne se prive pas de décrire « les capacités de renvoi extrinsèque de la musique » que révèlent les verbalisations d'ordre psychologique, en référence aux travaux de Robert Francès (1958, p. 259-260). Cependant, pour Nattiez la musique serait monoplane, dotée d'une *phonosyntaxe* musicale simplement articulée et productrice d'une signification strictement immanente (presque asémantique), tandis que la production

⁹ « Que contient donc la musique ? Pas autre chose que des *formes sonores en mouvement* [...] Il existe dans la musique un sens et une logique, mais de nature musicale ; elle est une langue que nous comprenons et parlons, mais qu'il nous est impossible de traduire [...] Établissons une bonne fois la différence capitale suivante : dans le langage, le son n'est qu'un signe, c'est-à-dire un moyen employé pour exprimer une chose tout à fait étrangère à ce moyen ; dans la musique, le son est une chose réelle et il est à lui-même son propre but » (Hanslick, 1854-1986, p. 94, 97, 112).

musicale renverrait à un univers sémantique réel, extérieur à la musique, en vertu de processus psychosociaux d'ordre esthétique, mais ancrés dans une combinaison de paramètres musicaux.

Or, une sémiotique pour être proprement musicale doit prendre en compte la compétence à la fois poïétique et signifiante du phénomène modal ou tonal, et ce, par-delà une description strictement taxinomique au niveau neutre. Aussi une sémiotique des monodies modales doit-elle s'affranchir du double joug de la référence mondaine et de la prédestination communicationnelle, pour s'inscrire de plain-pied dans une logique processive interne au système signifiant, ce qui la rend proche (de la *sémanalyse* préconisée par Julia Kristeva (2005) et surtout) et de la sémiose introversive (endosémiotique) musicale théorisée par Nicolas Meeùs (1992, p. 58 ; 2021), dans le sillage de Roman Jakobson (1971). Ce type d'analyse, en visant à la délimitation d'unités musicales porteuses de significations, ramène à l'étude du fonctionnement interne du système signifiant, autrement dit à celle de sa cohérence et de ses articulations. Cette sémiose introversive est, selon cet auteur, du ressort, en première instance, de l'analyse sémiologique musicale de niveau neutre, tout en se situant, un degré plus haut, au « niveau linguistique » de la typologie conceptuelle de François Rastier (1991, p. 125-126), c'est-à-dire à l'interface entre signe et concept. L'affirmation de la validité d'un tel niveau d'analyse du fait musical, tout en discriminant le procès de la signifiante musicale du mode référentiel lexical, confère à l'analyse sémiotique la compétence de déterminer au sein de l'énonciation musicale des fonctionnalités relationnelles, surtout grammaticales, susceptibles d'être traduites en termes de signifiante, comme le propose également Umberto Eco (1975), presque en contrepoint de Claude Lévi-Strauss (1964) :

Que la musique soit un langage, à la fois intelligible et intraduisible, fait de la musique elle-même le suprême mystère des sciences de l'homme, celui contre lequel elles butent et qui garde la clé de leur progrès.

Non seulement ces éléments successifs seraient adaptables à l'expression de signifiés, comme ceux des topiques musicaux, mais dans une sémiotique proprement musicale modale, c'est de l'élaboration grammaticale de ces éléments qu'est supposée jaillir la signification. Dépasant l'ambiguïté saussurienne relative à une sémiologie générale modélisée *a priori* à partir du langage verbal et échappant « au modèle élémentaire du couple signifiant/signifié au profit d'une conception tabulaire du sens du message », la signifiante de tout signe relève bien de cette sémiotique générale que Nicolas Meeùs fonde sur les principes d'une sémiotique des arts et pour laquelle il propose la musique en tant que modèle préférentiel (Meeùs, 2021) :

C'est évidemment la signification endosémiotique qui se rapproche le plus d'une conception logique du système sémiotique. Parce qu'elle est largement indépendante d'une quelconque signification référentielle, la syntaxe musicale, comme celle de la plupart des systèmes sémiotiques non linguistiques, jouit d'une liberté plus grande que celle du langage [verbal] au niveau des enchaînements de couples signifiants (Meeùs, 1992, p. 59).

En somme, la signification de base d'une phrase P d'une langue verbale L se construit à partir de l'articulation morphologique des phonèmes de L en unités significatives et à partir de l'articulation syntaxique de ces unités qui donne lieu à P. De même en est-il pour

la sémiose musicale introversive qui se base sur l'articulation temporelle/rythmique des traits phonologiques mélodiques distinctifs de la langue musicale (qui sont portés par les unités métriques minimales) en des unités morphophonologiques musicales, qui s'articulent à leur tour syntaxiquement en des vecteurs syntaxiques (modaux monodiques ou tonals harmoniques). Tandis que le sens verbal de P s'élabore à partir de la mise en rapport de la structure syntaxique profonde de P avec les lexèmes issus de l'articulation des traits phonologiques génératifs verbaux et inscrits dans des réseaux sémantiques référentiels, c'est de la double articulation des traits phonologiques génératifs musicaux des unités segmentaires des différents niveaux articulatoires que surgit la signification primaire musicale, celle qui construit la sémiose introversive segmentaire musicale (Abou Mrad, 2016).

Ainsi la sémiose introversive segmentaire morphologique fait-elle reposer la signification intrinsèque sur le degré de congruence entre le *quale* génératif sous-jacent (noyau modal) de chaque morphème examiné et celui de la finale modale. Ce processus assigne à chaque IN sa fonction découlant de sa relation aux IN environnants dans l'ordre de succession, en vertu du principe de transitivité de relation « qui unit des idées qui, sans être nécessairement incomplètes en elles-mêmes, perdent leur autonomie par le fait même de leur mise en relation » (Meeùs, 1992-2008, p. 26-29 ; Séchehay, 1926, p. 80). La référence générique des IN à la finale modale instaure en outre une perspective téléologique¹⁰ compatible avec la loi gestaltiste *de bonne continuité* et son corollaire le modèle cognitif de l'attente/implication, élaboré par Leonard Meyer (1956, ch. III).

Cette sémiose morphologique est complémentée par une sémiose introversive segmentaire syntaxique qui est assignée aux syntagmes, aux propositions et aux phrases musicales et qui se rapporte aux modalités sémantiques (MS) des *qualia* du niveau syntaxique de l'articulation monodique, ces modalités s'exprimant explicitement par les vecteurs sémiophoniques : questionnement, responsivité, prolongation et suspension (Abou Mrad, 2021, p. 43). Cette sémiose, axée sur les MS ne dépend pas de la réalisation temporelle de signes précis, mais de relations (systémiques et fonctionnelles) intersémiques, qui sont essentiellement d'ordre logique (Meeùs, 1993), à l'instar de l'élaboration de la signification du récit, telle qu'elle est décrite par John Sloboda (1985-1988, p. 37) ou par Jean-Pierre Bartoli (2010) qui recourt au paradigme de la « néo-rhétorique structurale », développé par le Groupe μ dans le sens d'une « rhétorique générale » trans-sémiotique.

¹⁰ « La modalité (ou la tonalité) ajoute aux degrés de l'échelle des hiérarchies. La modalité se caractérise par une téléologie, une force centripète qui pointe vers la finale. Schoenberg écrit : « Une *progression* a la fonction d'établir ou de contredire une tonalité. [...] La fonction centripète des progressions est employée pour stopper les tendances centrifuges, c'est-à-dire, en établissant une tonalité par la conquête de ses éléments contradictoires » (Schoenberg, 2017, p. 7-9). Les fonctions tonales ou modales apparaissent en effet dans un conflit de hiérarchies, les notes visées par les forces centripètes prenant finalement le dessus sur les notes centrifuges » (Meeùs, 2021, p.14).

3. Substrat neurocognitif de la sémiose introversive segmentaire modale

Qu'il s'agisse des IN ou des MS, cet article avance que non seulement la structuration sémiosique introversive segmentaire mise en exergue dans la sous-jacence des monodies modales est perceptible, mais que cette sémiose modale est configurée à l'image de l'assise neurocognitive de sa perception, étant donné que « l'objet "musique" ne peut se révéler que dans son rapport à un sujet — un "auditeur" — qui lui prête sa conscience » (Chouvel, 2006).

3.1. Perception cognitive

Ainsi John Sloboda considère-t-il (dans le sillage des propositions analytiques musicales de Leonard Meyer (1956)) que le groupement perceptif musical se fonde à la base sur les principes gestaltistes de la perception, comme les lois de bonne forme, de proximité, de similarité, de continuité ou de symétrie, tout en étant assujéti à des modulations en fonction de facteurs cognitifs comme l'attention, la mémoire et diverses données personnelles de l'auditeur (Sloboda, 1985, p. 212).

Or, les études psychologiques expérimentales que Bouchra Béchéalany a menées depuis 2006 auprès d'enfants libanais ont permis de vérifier plusieurs des « intuitions cognitives » inférées de la sémiotique modale, en termes (1) de perception de l'identité structurale profonde d'énoncés musicaux monodiques modaux différant entre eux par leur habillage de surface¹¹, (2) de reconnaissance du changement de finale en tant que donnée pertinente et (3) d'appréciation des lignes grammaticales modales profondes (Béchéalany, 2012).

3.2. Substrat neurosensoriel

Il reste que le point essentiel de l'isomorphisme supposément existant entre la grammaire musicale, sa sémiose introversive segmentaire et sa perception réside dans la centralité de l'intervalle de tierce. En effet : la structuration phonologique générative des monodies¹² à base de noyaux regroupant les degrés de rangs impairs versus pairs de l'échelle modale met en exergue une organisation à base de chaînes concurrentes de tierces, présuppose l'existence d'une prédilection perceptive dont l'intervalle de tierce ferait l'objet en lui conférant un tel statut structurant pour l'énonciation musicale.

Aussi et par-delà l'assise musicologique¹³ qui justifie cette organisation celle-ci repose-t-elle sur un donné neurosensoriel observable. Il s'agit de la préamplification sélective de la tierce qu'assument les cellules ciliées externes de l'organe de Corti (cochlée, oreille interne, figure 1) à l'égard des cellules ciliées internes (qui assurent la

¹¹ Cette autrice a notamment mis en exergue la capacité qu'ont les enfants (libanais de 8 à 10 ans) de percevoir des variations de certaines hauteurs mélodiques en tant que variations allophoniques s'inscrivant dans le cadre d'échelles modales fondamentales (Béchéalany, 2017).

¹² Comparable à plus d'un égard à celle des polyphonies tonales. Voir Curt Sachs (1943).

¹³ Cette assise musicologique de l'analyse structurante à base de tierces va de la théorie des *phthores* de la musique ecclésiastique *rīm* dite byzantine (Giannelos, 1996, p. 107) à l'analyse des monodies médiévales européennes occidentales, proposée par Joseph Smits van Waesberghe (1955, p. 38), en passant par la théorie des chaînes de tierces concurrentes, formulée par Curt Sachs (1943) dans une perspective universaliste (Abou Mrad, 2016, ch. 1).

perception sensorielle des hauteurs mélodiques) et qui se traduit par le phénomène de maximisation des otoémissions acoustiques (OEA) lors de l'audition de deux sons sinusoïdaux (en faisant varier leurs fréquences) placés à un intervalle de rapport fréquentiel optimal qui est égal à 1,22 (350 cents en valeur logarithmique), ce qui correspond très précisément à l'intervalle de tierce moyenne (Bonfils et al., 1986 ; Avan et Bonfils, 2005 ; Chouard, 2001 ; Abou Mrad, 2016, Annexe). Il existe donc une hiérarchisation sélective au sein du système neurosensoriel auditif qui favorise la transduction de l'intervalle de tierce, et ce, d'une manière innée. Cela conduit à considérer l'intervalle de tierce en tant qu'« entrée » psychoacoustique ou stimulus mélodique optimum qui maximise sa « sortie » perceptive, c'est-à-dire son corrélat en termes d'excitation neurosensorielle.

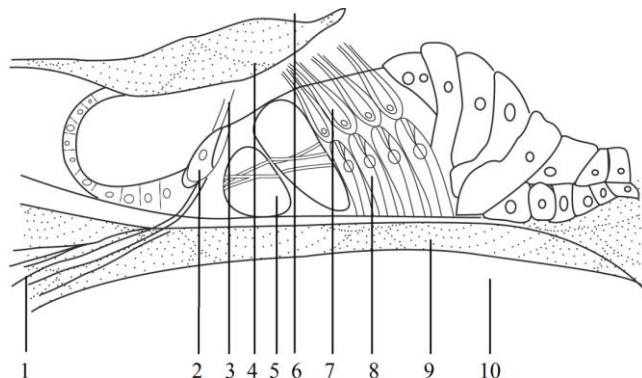


Figure 1 : Organe de Corti : (1) fibres du nerf auditif ; (2) cellules ciliées internes ; (3) stéréocils ; (4) membrane tectoriale ; (5) tunnel de Corti ; (6) canal cochléaire (endolymphe) ; (7) cellules ciliées externes ; (8) cellules de Deiters ; (9) membrane basilaire ; (10) rampe vestibulaire (périlymphe, cortilymphe) (croquis réalisé par Youmna Saba, Abou Mrad, 2016, p. 501)

3.3. Évaluation émotionnelle

Par ailleurs, le corrélat perceptif des significations musicales intrinsèques, tel qu'il est théorisé par Leonard Meyer, en référence aux principes gestaltistes, s'identifie aux « phénomènes d'attente induits chez l'auditeur par l'agencement des éléments musicaux produits par le compositeur. La notion, venue de la *Gestalttheorie*, d'« implication-réalisation » et les ruptures de ce principe au sein de données contextuelles bien précises s'approchent singulièrement de la description de la figure rhétorique telle qu'elle est décrite par le Groupe μ , avec les notions sémiotiques d'isotopie et de rupture allotopique provoquant un phénomène d'impertinence » (Bartoli, 2010). Pour Jean-Pierre Bartoli, l'analyste est appelé à repérer « la production de figures à nature rhétorique qui articulent, sur le plan de la surface sonore, la perception de l'éloquence de l'œuvre et induisent une signification que l'on peut considérer comme proprement musicale dans la mesure où elle produit une sorte de narration. Cette dernière est pourtant dépourvue de sens linguistique, de sémantisme ou de référence à la réalité mondaine ».

L'évaluation de ces états d'attente et de réalisation, qualifiables d'émotionnels, transcende donc le paradigme de type catégoriel d'appariement entre des données musicales précises et des labels linguistiques discrétisés, méthode qui évalue la recon-

naissance d'une émotion spécifique, mais ne rend pas compte des expériences diversifiées et nuancées susceptibles d'être ressenties tout au long de l'écoute d'une œuvre musicale (Samson et Dellacherie, 2010). Il s'agit d'états assujettis à des variations d'ordre quantitatif qui relèvent plutôt du paradigme dimensionnel d'évaluation (sur un mode continu) des émotions. Ce type d'évaluation recourt à des dimensions spécifiques et à des échelles de mesure différentes (Bigand, Vieillard, Madurell, Marozeau & Dacquet, 2005). Si la valence émotionnelle sied en tant qu'échelle assignable à l'évaluation de l'éthos d'un mode (en termes de gradation allant de la tristesse à la gaieté, évaluation réalisée dans Abou Mrad et al., 2022), c'est en revanche le dimensionnement relatif à l'intensité de l'excitation (*arousal*) émotionnelle à l'écoute des séquences musicales qui répond le mieux à la modélisation de la perception/signification de la musique, en termes d'attentes/implications et de résolutions (graduelles et nuancées), proposée par Leonard Meyer et qui se trouve à l'origine de la notion de modalité sémantique musicale. Il reste que ces modulations émotionnelles au gré de l'énonciation musicale sont corrélables à des processus neurochimiques. Ainsi l'augmentation de l'intensité excitatrice (« tension ») serait-elle liée, selon cette logique, à l'activité du système nerveux autonome orthosympathique (adrénergique), objectivable en périphérie par l'élévation du taux de la cortisolémie ou du cortisol salivaire (Miluk-Kolasa et al., 1994 ; Khalfa et al., 2003). Quant à la « détente », elle est probablement en relation à la fois avec une baisse de l'activité du système orthosympathique et avec une activation du circuit cérébral dopaminergique du plaisir et de la récompense (Zatorre & Salimpoor, 2013), ces hypothèses étant appelées à être vérifiées dans des études ultérieures.

3.4. *Mémoire et codage prédictif*

Cependant, ce schéma composite, alliant préamplification perceptive de la tierce et excitation émotionnelle variable en fonction des modalités sémantiques, requiert un troisième composant fondamental : la mémorisation de l'empreinte émotionnelle de la structuration modale (ou tonale) et son intégration dans le processus du codage prédictif.

La reconnaissance de l'IN d'une note focale repose en effet sur une connaissance préalable donc mémorielle des données modales de l'énoncé englobant cette focale, principalement la finale modale. Les cheminements formulaires réels/virtuels qui mènent à cette station musico-perceptive sont mémorisés en tant que cheminements (en *pensée émotionnelle musicale*) vers une maximisation émotionnelle de la stabilité/détente, en fait, vers une minimisation de l'intensité excitative tensionnelle, à l'instar de la conclusion d'un récit (Sloboda, 1985-1988), mais sans requérir en aucun cas une verbalisation narratologique de cette formulation cadentielle conclusive (Bartoli, 2010). Et c'est précisément ce type de cheminement qui permet de mémoriser à la fois la place de cette finale dans le flux mélodique et sa fonction structurante musico-émotionnelle (modale/tonale). À cette fonction se raccorde la perception de la proximité fonctionnelle relative des autres hauteurs du mode, et ce raccordement repose sur la structuration associative/dissociative mélodique à base de tierces et dont le substrat est neurosensoriel (OEA). Et c'est sur la mémorisation (à la double dimension émotionnelle et neurosensorielle) de ces rapports associatifs/dissociatifs que s'établit la ségrégation cognitive des hauteurs sur les deux noyaux modaux qui fonde perceptivement la notion d'IN antécédemment construite au décours de l'analyse. Il

en est de même de la perception des MS (d'essence syntaxique), qui est tributaire de la catégorisation phonologique sous-jacente et qui ramène à la mémorisation (également émotionnelle) de la structuration phonologique mélodique modale sous-jacente.

Ce processus mnésique relève probablement de cette mémoire musicale implicite et épisodique¹⁴ qui, tout en se distinguant de la mémoire sémantique verbale, alimente la mémorisation du « lexique musical », selon les termes d'Isabelle Peretz¹⁵, et la constitution de la « mémoire sémantique musicale », telle que la définissent Hervé Platel et Mathilde Groussard¹⁶.

Quant à Mondher Ayari et Stephen Mcadams, dans leur étude de l'élaboration par l'auditeur familiarisé à l'écoute modale de schémas de reconnaissance et d'attente perceptives appropriés au développement des mélodies modales (en groupant des structures mélodico-rythmiques types), ils soulignent que l'acquisition de ces schémas permet la reconnaissance de l'origine modale et la représentation auditive des progressions temporelles et du rapport hiérarchique des unités musicales (Ayari et Mcadams, 2002).

Il est également possible d'expliquer ce processus à partir du codage prédictif, théorie computationnelle en neurosciences élaborée par David Mumford (1992) et Rajesh Rao & Dana Ballard (1999). Cette théorie propose un modèle hiérarchique cérébral susceptible d'interagir activement avec les stimuli externes, chaque niveau prédisant l'activation du niveau inférieur, « le niveau le plus bas représentant le monde extérieur ; tandis que le niveau prédit pourrait calculer la différence entre la stimulation réelle et la prédiction et l'envoyer vers le haut pour mettre à jour le modèle pour une meilleure prédiction à l'avenir » (Zhaoyang, 2022). Or, Gebauer et al. (2012) proposent d'articuler ce modèle avec le circuit dopaminergique de la récompense et du plaisir, les neurones dopaminergiques du mésencéphale représentant les attentes et les violations des attentes (erreurs de prédiction) en réponse aux « récompenses » et aux « signaux de saillance d'alerte/d'incitation ». Aussi ces auteurs soutiennent-ils que le cerveau traite la musique comme un signal de saillance

¹⁴ Cette mémorisation épisodique se traduit en neuroimagerie fonctionnelle par l'activation des régions frontales inférieures droites et moyennes bilatérales ainsi que des aires auditives associatives au niveau du gyrus temporal supérieur droit (Halpern & Zatorre, 1999).

¹⁵ Le « lexique musical » (« pur », indépendant des connaissances linguistiques) correspond ici à la liste des représentations perceptives de toutes les pièces musicales entendues par le sujet depuis le début de son existence (Peretz et al., 2009). Cette notion correspond à la définition restreinte de la « mémoire sémantique musicale » chez Platel & Groussard (2010).

¹⁶ « Nous faisons la distinction entre la mémoire sémantique musicale, contenant tout le matériel musical préalablement mémorisé sans accès au contexte d'acquisition, et la mémoire épisodique musicale correspondant aux extraits dont nous sommes capables de nous remémorer le contexte précis d'acquisition ». En outre, les explorations en neuroimagerie fonctionnelle ont permis à ces auteurs de constater que la « tâche épisodique produit des activations bilatérales des régions frontales moyennes et supérieures alors que la tâche sémantique implique la partie médiane des régions frontales ainsi que les régions temporales moyennes et supérieures gauches ». Mais ces auteurs observent que « la spécificité fonctionnelle de la mémoire sémantique musicale ne tient pas tant à l'activité isolée d'une région déterminée, qu'à la conjonction de l'activité de deux grands réseaux neuraux droit et gauche, correspondant aux différentes facettes de la mémoire sémantique musicale [...] les connaissances perceptives et structurales seraient majoritairement sous la dépendance des régions temporales et préfrontales droites, alors que les connaissances « associatives » (linguistiques et autobiographiques) seraient majoritairement sous la dominance des régions homologues gauches » (Platel & Groussard, 2010).

d'alerte/incitation, et suggèrent que l'activité des neurones dopaminergiques représente des aspects des phases d'attente musicale et d'apprentissage musical, qui seraient intégrés dans le processus du codage prédictif (Gebauer et al., 2012).

3.5. *Modèle neurocognitif des monodies modales*

Comment cela peut-il se traduire effectivement dans l'élaboration et l'audition de séquences musicales monodiques modales ou harmoniques tonales ? L'auditeur, de même que le compositeur/improvisateur expert, repère dans le flux mélodique une hauteur fondamentale vers laquelle convergent les notes de ce flux : la finale pour une monodie modale ou la tonique pour une polyphonie tonale. À cette hauteur est assignée une minimisation de l'intensité émotionnelle excitative tensionnelle musicale. En vertu de la prédilection neurosensorielle inhérente à la tierce, l'auditeur, de même que le musicien, regrouperait implicitement les hauteurs du flux mélodique selon des chaînes concurrentes de tierces, envisageables en succession temporelle (formulation modale/tonale) ou en agrégation verticale (harmonie). Ainsi l'appartenance à la chaîne α (équivalente à l'accord de tonique) partant de la fondamentale confère-t-elle aux hauteurs un statut de plus grande stabilité émotionnelle par rapport à l'appartenance à l'autre chaîne β (équivalente à l'accord de dominante¹⁷) qui exclut la finale. Et c'est cette structuration émotionnelle mémorisée des hauteurs qui est susceptible d'être considérée comme un fondement du point de vue neurocognitif du phénomène modal (et peut-être de son homologue tonal). Si ce fondement concerne strictement le niveau esthétique, lorsque seul l'auditeur est envisagé, il peut déterminer toutefois le niveau poétique lorsqu'il s'agit de considérer non seulement le compositeur/improvisateur mais l'ensemble de la tradition musicale de référence, en ce sens que l'isomorphisme qui existerait entre la perception et la signification musicale perçue aurait vocation à s'étendre à la grammaire musicale pour participer à sa paramétrisation ainsi assujettie à des déterminants neurocognitifs.

3.6. *Hypothèses*

Cependant, le volet expérimental de cet article est consacré au seul versant perceptif, étudié du point de vue de l'auditeur. Son propos est de vérifier la validité du modèle neurocognitif des monodies modales dans son pendant perceptif et plus précisément chez des enfants et des adolescents. En décortiquant ce modèle il apparaît que ce qu'il s'agit de vérifier concerne (1) la discrimination auditive de la finale modale, (2) le regroupement auditif des hauteurs d'une monodie en deux noyaux modaux associatifs et complémentaires, (3) le repérage des notes focales d'une monodie, (4) l'assignation des notes focales à leurs noyaux respectifs, (5) la discrimination des cheminements mélodiques sur la base de l'identité ou de la différenciation des noyaux des points de départ et d'arrivée, (6) la perception de détente ou de tension en fonction du noyau du point d'arrivée, (7) la discrimination des MS.

¹⁷ L'*Ursatz* schenkérienne se contente de la dualité des accords de tonique et de dominante.

Étant donné qu'une étude antécédente réalisée par Bouchra Béchéalany (2012) a permis de confirmer que les enfants de plus de 8 ans discriminent bien la finale modale d'une monodie (point (1)), il nous reste à vérifier les cinq hypothèses suivantes :

- H1 que les enfants et les adolescents sont capables de discriminer le noyau modal prépondérant (statistiquement ou mis en exergue par une clausule) d'un fragment musical monodique, par rapport au noyau concurrent, pourvu que ces noyaux leur soient présentés auditivement au préalable, en les associant à des symboles familiers ;
- H2 que les enfants et les adolescents sont capables d'associer, à l'audition, des notes focales (bien mises en exergue dans une monodie) à l'un des deux noyaux du mode mélodique de cette monodie, pourvu que ce noyau leur soit présenté auditivement au préalable en l'associant à un symbole familier ;
- H3 que les enfants et les adolescents sont capables d'évaluer l'état émotionnel de la conclusion d'une phrase monodique, en termes d'instabilité ou de tension perceptible, versus stabilité ou détente perceptible, en fonction de la concordance (stabilité relative) ou non (instabilité relative) de la note focale, qui conclut la phrase, avec le noyau principal α de référence (axé sur la finale modale) de l'ensemble de la monodie, pourvu que ce noyau leur soit présenté clairement au début en tant que référence mélodique de la stabilité ;
- H4 que les enfants et les adolescents sont capables de percevoir les mouvements d'aller-retour et d'aller simple entre des notes relevant des deux noyaux concurrentiels, comme tels, en recourant à des symboles de représentation appropriés ;
- H5 que les enfants et les adolescents sont capables de repérer la modalité sémantique questionnante, marquée par l'évolution du noyau α vers le noyau β ($\overrightarrow{\alpha(M)\beta(M)}$), et la modalité responsive, marquée par l'évolution réciproque ($\overrightarrow{\beta(M)\alpha(M)}$), à l'écoute de fragments monodiques brefs et simples, pourvu que le noyau principal α leur soit présenté clairement en tant que référence mélodique.

4. Méthodologie des épreuves adressées aux enfants

La méthodologie repose sur trois épreuves $EE_{i(1 \leq i \leq 3)}$ (précédées de deux pré-épreuves) adressées à des enfants et dédiées à la validation des hypothèses susdites, hormis la quatrième. Ces épreuves emploient un matériau mélodique restreint, avec une minimisation des paramètres musicaux mis en jeu. Le parti pris méthodologique est d'associer dans la première épreuve les données phonologiques modales à des symboles imagés, pour pouvoir passer dans les épreuves suivantes à des questions directes sur la stabilité et les modalités sémantiques mélodiques : « questions musicales » versus « réponses musicales ». La première épreuve recourt à une symbolique familière imagée faisant appel essentiellement à deux catégories de fleurs que les participants sont appelés à associer aux données mélodiques sous-jacentes. L'ensemble est présenté sous la forme d'un diaporama Powerpoint qui raconte l'histoire d'une petite fille, Nour, qui invite les enfants à l'accompagner dans une promenade et à l'aider à résoudre les différentes épreuves rencontrées sur son chemin.

4.1. Pré-épreuves

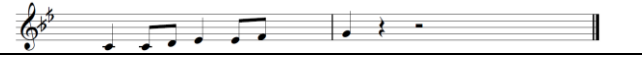
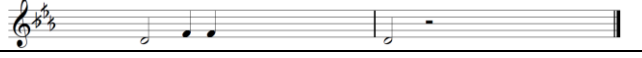
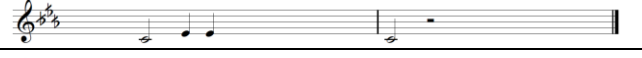
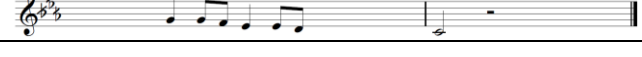
Deux pré-épreuves sont destinées à familiariser les participants avec le cadre du travail et à vérifier l’hypothèse H1 : les enfants sont appelés à repérer dans les fragments mélodiques écoutés un noyau prépondérant par rapport à son concurrent. La métaphore employée est florale.

1^e pré-épreuve : le noyau formé des hauteurs C, E et G est associé à un jardin de marguerites. Les fragments entendus doivent être rapportés au jardin des marguerites (« cueillir une marguerite ») ou être considérés comme lui étant étrangers (« ne pas cueillir de marguerite »).

Groupe de fragments 1 : 1^e pré-épreuve

Séquence de référence	
-----------------------	--

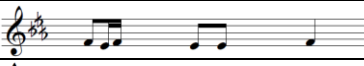
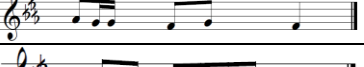
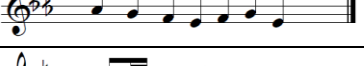
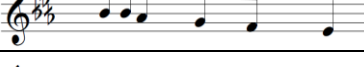
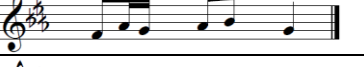
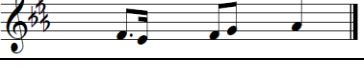
Groupe de fragments 2 : 2^e pré-épreuve

Séquence de référence	
Exemple de fragment « cueillir une tulipe »	
Exemple de fragment « ne pas cueillir de tulipe »	
Fragment à reconnaître 1 (tulipe)	
Fragment à reconnaître 2 (non-tulipe)	
Fragment à reconnaître 3 (tulipe)	
Fragment à reconnaître 4 (non-tulipe)	

4.2. Épreuve EE_1 : Reconnaissance de fragments mélodiques relevant des deux noyaux

L'épreuve EE_1 cherche à valider l'hypothèse H1. Elle consiste à faire écouter deux séquences musicales de référence, l'une mettant en exergue le noyau α , associé au jardin des marguerites, l'autre mettant en exergue le noyau β , associé au jardin des tulipes, puis à faire écouter huit fragments extraits de ces deux séquences de référence et à interroger les enfants sur l'appartenance de chaque fragment avec l'une des deux séquences, en sollicitant l'une des deux réponses suivantes : « cueillir une marguerite » (le noyau du fragment est α) versus « cueillir une tulipe » (le noyau du fragment est β).

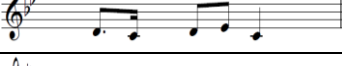
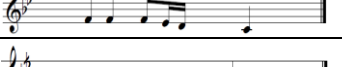
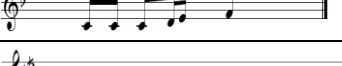
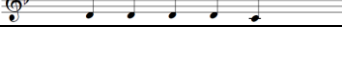
Groupe de fragments 4 : Épreuve EE₂

Séquence de référence « un pied »	
Séquence de référence « deux pieds »	
Fragment à reconnaître 1 (un pied)	
Fragment à reconnaître 2 (un pied)	
Fragment à reconnaître 3 (un pied)	
Fragment à reconnaître 4 (deux pieds)	
Fragment à reconnaître 5 (deux pieds)	
Fragment à reconnaître 6 (deux pieds)	
Fragment à reconnaître 7 (un pied)	
Fragment à reconnaître 8 (deux pieds)	

4.4. Épreuve EE₃ : Repérage de modalités sémantiques

EE₃ cherche à vérifier l'hypothèse H5, inhérente directement aux modalités sémantiques. Elle n'emploie plus de métaphore, mais interroge directement l'enfant sur la perception qu'il peut avoir des questionnements et des réponses qui sont sous-jacents aux fragments monodiques entendus.

Groupe de fragments 5 : Épreuve EE₃

Séquence de référence « question »	
Séquence de référence « réponse »	
Fragment à reconnaître 1 (réponse)	
Fragment à reconnaître 2 (réponse)	
Fragment à reconnaître 3 (question)	
Fragment à reconnaître 4 (réponse)	

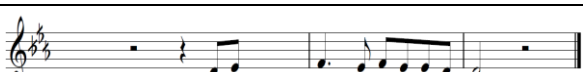
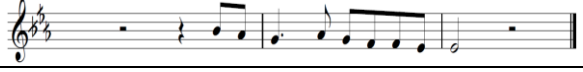
5. Méthodologie des épreuves adressées aux adolescents

La méthodologie employée dans les épreuves adressées aux adolescents $EA_{i(1 \leq i \leq 3)}$ repose sur cinq épreuves expérimentales dédiées à la validation des hypothèses susdécrites. À l'instar des épreuves adressées aux enfants ces épreuves emploient un matériau mélodique restreint. Tandis que la première épreuve recourt à une métaphore familiale associant les fragments de prépondérance α à la famille d'une fille prénommée Alia, les épreuves suivantes interrogent directement sur les pérégrinations entre les noyaux et surtout sur les modalités sémantiques perçues.

5.1. Épreuve EA_1 : Reconnaissance d'une affiliation nucléaire

La première épreuve EA_1 cherche à valider l'hypothèse H1. Elle consiste à faire écouter aux adolescents une séquence musicale de référence de prépondérance α , associée à la fille Alia, en tant que « famille d'Alia », puis de les interroger sur l'appartenance ou non à cette famille de quatre fragments entendus qui se caractérisent par la prépondérance de l'un des deux noyaux α et β .

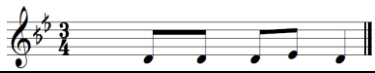
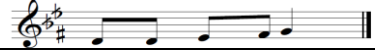
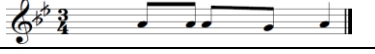
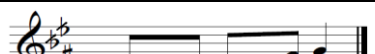
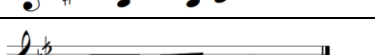
Groupe de fragments 6 : EA_1

Séquence de référence « Alia »	
Exemple de fragment associé à la famille d'Alia	
Exemple de fragment étranger à la famille d'Alia	
Fragment à reconnaître 1 (« famille d'Alia »)	
Fragment à reconnaître 2 (« étranger à la famille d'Alia »)	
Fragment à reconnaître 3 (« étranger à la famille d'Alia »)	
Fragment à reconnaître 4 (« famille d'Alia »)	

5.2. Épreuve EA_2 : repérage des pérégrinations mélodiques sous-jacentes

L' EA_2 tente de valider l'hypothèse H4 relative à la perception que peuvent avoir les adolescents des pérégrinations mélodiques sous-jacentes, qu'il s'agisse d'aller-retour (visite $\alpha\beta\alpha$) ou d'aller simple (migration $\alpha\beta$) entre des notes relevant des deux noyaux concurrentiels. Le premier mouvement est associé métaphoriquement au déplacement d'une fille dénommée Maha vers un endroit où elle s'installe (migration), le second (visite) étant identifié à un va-et-vient. En concentrant l'attention sur les noyaux des notes focales, cette épreuve cherche également à valider l'hypothèse H2.

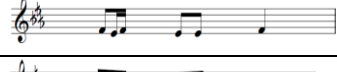
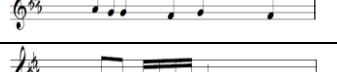
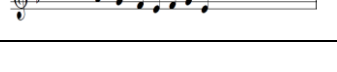
Groupe de fragments 7 : EA₂

Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller-retour	
Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller simple	
Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller-retour	
Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller-retour	
Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller simple	
Fragment à reconnaître 1 en tant qu'aller-retour	

5.3. Épreuve EA₃ : repérage des modalités sémantiques

L'EA₃ tente de valider la cinquième hypothèse, en interrogeant directement les adolescents sur leur perception des modalités sémantiques, autrement dit : s'ils perçoivent une formulation mélodique comme une question ou comme une réponse.

Groupe de fragments 8 : EA₃

Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	
Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	
Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	
Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	
Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	
Fragment à reconnaître 1 en tant que questionnant	

6. Résultats

Les épreuves expérimentales ont été réalisées après l'octroi de son approbation préalable par le Comité d'éthique de l'Université Antonine, en date du 18 janvier 2019.

6.1. Épreuves adressées aux enfants

Cette étude expérimentale (non encore publiée) a été réalisée en 2019 auprès d'un échantillon de 250 enfants de 8 à 12 ans, élus dans des établissements scolaires relevant de l'Ordre Antonin Maronite au Liban.

6.1.1. Description de la population-cible

Les enfants ont été sélectionnés au hasard, avec une représentation équilibrée en termes de sexe et d'âge, selon la répartition figurant au tableau 1.

Tableau 3 : Répartition sur les tranches d'âges et les genres

Variable	N	%	N	%
Âge	Filles		Garçons	
8	19	7	31	10
9	23	8	27	9
10	24	8	26	9
11	19	7	39	10
12	34	11	16	5

Notons qu'aucune différence significative (Pearson, Test χ^2) n'est observée pour toutes les épreuves eu égard au paramètre du genre fille/garçon.

6.1.2. Épreuve EE₁

L'épreuve EE₁ se rapporte à la capacité des 250 enfants de reconnaître (par le biais d'une symbolique florale) les noyaux modaux de huit fragments mélodiques entendus (hypothèse H2). Un score de 1 versus 0 est attribué à chaque enfant selon qu'il reconnaît ou ne reconnaît pas le noyau d'un fragment. Et c'est le score cumulatif (rapporté sur 100) de chaque enfant qui est analysé. La moyenne de ce score est de 70/100 sur l'ensemble de l'échantillon, ce qui valide globalement l'hypothèse H2. De plus, une analyse diachronique affinée à l'aide du *Mann-Whitney U test* montre une amélioration significative de ce score avec l'âge, qui passe (en moyenne) de 65/100 à 8 ans à 75/100 à 12 ans (*two-tailed* $p = 0.002$).

6.1.3. Épreuve EE₂

L'épreuve EE₂ sonde la capacité des enfants à percevoir des états de tension versus détente au décours de l'écoute d'un fragment musical, et ce, en fonction du noyau de la note saillante conclusive β (tension) versus α (détente) (hypothèses H2 et H3). Les résultats sont globalement probants avec un score moyen de 59/100 sur l'ensemble de la population. De surcroît, l'implémentation du *Mann-Whitney U test* montre une amélioration significative de ce score lorsque l'on passe de la tranche des 10 ans (51) à celle des 11 ans (61) (*two-tailed* $p = 0.000$) et surtout pour le passage de la tranche des 8 ans (51) vers celle des 12 ans (69) (*two-tailed* $p = 0.002$).

6.1.4. Épreuve EE₃

L'épreuve EE₃ vérifie la capacité des enfants à percevoir les modalités sémantiques question/réponse qui sont sous-jacentes aux fragments musicaux écoutés (hypothèse H5). Les résultats sont probants, avec un score moyen de 69/100 sur l'ensemble de l'échantillon, lequel s'accroît significativement (à l'aune du *Mann-Whitney U test*) avec l'âge, ce score étant de 64/100 à 8 ans et devenant 76/100 à 12 ans (*two-tailed* $p = 0.000$).

6.2. Épreuves adressées aux adolescents

L'étude adressée aux adolescents a été réalisée en 2020-2021 auprès d'un échantillon de 120 participants âgés de 12 à 16 ans, élus dans des établissements scolaires privés au Liban.

6.2.1. Description de la population-cible

Les adolescents ont été sélectionnés au hasard, avec une représentation équilibrée en termes de sexe et d'âge, selon la répartition figurant au tableau 2.

Tableau 4 : Répartition sur les tranches d'âges et les genres

Variable	N	%	N	%
Âge	Fille		Garçon	
12	11	9	13	11
13	14	12	10	8
14	10	8	14	12
15	14	12	10	8
16	18	15	6	5

Notons qu'aucune différence significative (Pearson, Test χ^2) n'est observée pour toutes les épreuves eu égard au paramètre du genre fille/garçon.

6.2.2. Épreuve EA₁

L'épreuve EA₁ se rapporte à la capacité qu'ont 120 adolescents à reconnaître (par le biais d'une symbolique familiale) les noyaux modaux de quatre fragments mélodiques entendus. Un score de 1 versus 0 est attribué à chaque adolescent selon qu'il reconnaît ou ne reconnaît pas le noyau d'un fragment. Et c'est le score cumulatif (rapporté sur 100) de chaque adolescent qui est analysé. La moyenne de ce score est de 68/100 sur l'ensemble de l'échantillon, ce qui valide globalement l'hypothèse H2. De plus, une analyse diachronique affinée à l'aide du *Mann-Whitney U test* montre une culmination de la performance auditive des adolescents à 76/100 pour la tranche d'âge des 15 ans, en comparaison non seulement avec les tranches antécédentes, mais avec leurs aînés (régression à 66/100 pour les 16 ans, avec : *two-tailed p* = 0.037).

6.2.3. Épreuve EA₂

L'EA₂ étudie la capacité des 120 adolescents de suivre les pérégrinations mélodiques sous-jacentes : visite $\alpha\beta\alpha$ versus migration $\alpha\beta$ entre des notes relevant des deux noyaux concurrentiels. L'obtention d'un score moyen global égal à 65/100 permet de valider à la fois l'hypothèse H4 et l'hypothèse H2. Une lecture diachronique affinée met en exergue une culmination de la performance à l'âge de 14 ans, avec un score de 72/100.

6.2.4. Épreuve EA₃

L'EA₃ étudie la capacité des 120 adolescents à percevoir les questionnements et les réponses sous-jacents aux fragments musicaux entendus. L'obtention d'un score

moyen global égal à 66/100 permet de valider l'hypothèse H5. Quant à la lecture diachronique affinée des résultats, elle met en exergue une culmination de la performance à l'âge de 12 ans, avec un score de 72/100, les tranches d'âges suivantes présentant des scores inférieurs.

7. Discussion

Les scores obtenus aux trois épreuves adressées aux enfants et aux trois épreuves adressées aux adolescents permettent de valider les hypothèses soutenues par cet article. En d'autres termes : ces résultats confirment d'abord que, lorsque des enfants et des adolescents écoutent des monodies modales, ils sont en mesure de regrouper perceptivement entre elles les hauteurs des notes saillantes en deux noyaux, dont l'un est perçu émotionnellement comme plus stable et générateur de détente que l'autre. Ils sont également capables d'assimiler à un questionnement musical un mouvement mélodique se portant du noyau associé à la finale vers l'autre noyau et à une réponse musicale le mouvement mélodique inverse. En outre, les analyses diachroniques ont mis en exergue un affinement de cette perception avec l'âge entre 8 ans et 12 ans pour les enfants, tandis que cette amélioration avec l'âge n'est plus vraiment observée chez les adolescents, comme si la perception des modalités sémantiques était une compétence pleinement développée entre treize et quatorze ans.

8. Conclusion

Cet article avance l'hypothèse de l'existence d'un isomorphisme structural et fonctionnel entre les plans grammatical, sémiotique et neurocognitif du déploiement du phénomène modal dans les monodies. En d'autres termes, le donné neurosensoriel relatif à la préamplification du signal sonore afférant (maximisée pour les intervalles de tierce et manifestée par la maximisation des otoémisions acoustiques), allié au donné émotionnel conférant à la mise en exergue auditive de la finale modale la faculté de minimiser l'intensité excitative tensionnelle, établit une ségrégation des hauteurs du mode en deux chaînes concurrentes de tierces. Ainsi la chaîne qui comprend la finale est-elle associée à une minimisation tensionnelle, mais à des intensités variables pour chaque hauteur, ce qui fournit une assise neurocognitive à la phonologie mélodique modale générative à base de noyaux α et β . Il en résulte que les cheminements mélodiques qui mènent de α vers β sont perçus comme autant de questionnements dotés d'intensités excitatives variables, tandis que les cheminements réciproques deviennent des réponses, ce qui confère une assise neurocognitive à la syntaxe modale générative des monodies. Les résultats encourageants, en termes de confirmation partielle des hypothèses, obtenus au décours des épreuves perceptives musicales expérimentales adressées à des enfants et à des adolescents scolarisés au Liban, appellent d'abord à étendre ces investigations à des populations de tranches d'âges différentes et de contextes socioculturels différents, tout en testant (dans une perspective analogue) des séquences musicales relevant d'autres traditions monodiques modales (Maghreb, musique médiévale européenne, etc.), voire d'autres systèmes mélodiques (harmonique tonal, pentatonique, etc.). Cela appelle également à chercher à objectiver l'empreinte neurocognitive émotionnelle par le biais d'études en neuroimagerie fonctionnelle et de l'investigation des variations des taux des neurohormones impliquées dans la modulation de la tension excitatrice liée aux modalités sémantiques de l'énonciation musicale.

Références

- ABOU MRAD, Nidaa, 2016, *Éléments de sémiotique modale. Essai d'une grammaire musicale pour les traditions monodiques*, Paris et Hadat, Geuthner et Éditions de l'Université Antonine.
- ABOU MRAD, Nidaa, 2021, « Réécriture grammaticale musicale du répons de l'*Alleluia Ave Maria* grégorien », *Revue des Traditions Musicales* n° 15 « Monodies modales et recherches cognitives (1) : Grammaire musicale », Hadat et Paris, Éditions de l'Université Antonine et Éditions Geuthner, p. 19-45.
- ABOU MRAD, Nidaa, BILLIET, Frédéric, CHOUVEL, Jean-Marc, ABOU JAOUDE, Nathalie, SAADÉ, Carmen, MOUKARZEL, Gaby & EL DIMACHKI, Rawane, 2022, « Évaluation émotionnelle neurocognitive des modes mélodiques du *Mašriq* », *Revue des Traditions Musicales*, n° 16 « Monodies modales et recherches cognitives (2) : Sémiose et perception des monodies », Hadat et Paris, Éditions de l'Université Antonine et Éditions Geuthner, p. 31-66.
- AVAN, Paul, BONFILS, Pierre, 2005, « Otoémissions acoustiques », *Encyclopædia Universalis*.
- AYARI, Mondher, MCADAMS, Stephen, 2002, « Le schéma cognitif culturel de l'improvisation : forme musicale et analyse perceptive (Psychologie expérimentale et problème d'universalisation de données) », in Lévy, F., Chouvel, J.-M. (éd.), *Observation, analyse, modèle : Peut-on parler d'art avec les outils de la science ?* Actes du 2^e colloque international d'épistémologie musicale, colloque organisé par la SFAM, l'IRCAM et l'Université Paris X, Paris, L'Harmattan-IRCAM, p. 395-418.
- BARTOLI, Jean-Pierre, 2010, « Analyse rhétorique », in MEEÛS, Nicolas et BARTOLI, Jean-Pierre, 2010, « Sémiotique et rhétorique musicales : la Fantaisie en ré mineur de Mozart », *Protée*, vol. 38, n° 1 (2010), p. 55-64.
- BÉCHÉALANY, Bouchra, 2012, « La perception des unités sémiotiques modales chez des enfants libanais de 8 à 12 ans », *Revue des traditions musicales des mondes arabe et méditerranéen*, n° 6 « Sémiotique et psychocognition des monodies modales (1) », Baabda (Liban) et Paris, Éditions de l'Université Antonine et Éditions Geuthner, p. 81-102.
- BÉCHÉALANY, Bouchra, 2017, « La perception catégorielle des différences intéressant les échelles modales par des enfants libanais de 6 à 12 ans », *Revue des traditions musicales des mondes arabe et méditerranéen*, n° 11 « Perception et apprentissage des traditions musicales », Baabda (Liban) et Paris, Éditions de l'Université Antonine et Éditions Geuthner, p. 11-38.
- BIGAND E., VIEILLARD S., MADURELL F., MAROZEAU J. & DACQUET A., 2005, "Multidimensional scaling of emotional responses to music: The effect of musical expertise and excerpts' duration", *Cognition and Emotion*, 8, p. 1113-1139.
- BONFILS, Pierre., RÉMOND, Marie-Claude and PUJOL, Rémy, 1986, "Efferent tracts and cochlear frequency selectivity", *Hearing research*, 24.
- CHAILLEY, Jacques, 1996, *La musique et son langage*, Paris, Éditions Aug. Zurfluh.

- CHOMSKY, Noam, 1957, *Syntactic Structures*, Mouton, The Hague, trad. fr. *Structures syntaxiques*, 1969, Paris, Seuil.
- CHOUARD, Claude-Henri, 2001, *L'Oreille Musicienne : Les chemins de la musique de l'oreille au cerveau*, Paris, Gallimard.
- CHOUVEL, Jean-Marc, 2006, *Analyse musicale ; sémiologie et cognition des formes temporelles*, Paris, L'Harmattan.
- DENNETT, Daniel, 1988, "Quining Qualia", *Consciousness in Modern Science*, A. Marcel and E. Bisiach, eds, Oxford University Press 1988, p. 42-77.
- ECO, Umberto, 1975 (13^e édition, 1993), *Trattato di semiotica generale*, Milano, Bompiani; tr.: 1976, *A Theory of Semiotics*, Bloomington, Indiana University Press.
- FRANCÈS, Robert, 1958-1972, *La Perception de la musique*, Paris, J. Vrin.
- GEBAUER, L., KRINGELBACH, M. L., & VUUST, P., 2012, "Ever-changing cycles of musical pleasure: The role of dopamine and anticipation", *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 22(2), p. 152-167.
- GIANNELOS, Dimitri, 1996, *La Musique byzantine*, Paris, L'Harmattan.
- HALPERN, AR & ZATORRE, RJ, 1999, "When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies" *Cereb Cortex* 1999 9, p. 697-704.
- HANSLICK, Eduard (Edouard), 1854 (1986), *Vom Musikalisch-Schönen*, Leipzig, trad. fr. *Du Beau dans la musique. Essai de réforme de l'esthétique musicale*, avec une introd. de J.-J. Nattiez, Paris, Christian Bourgois, 1986.
- JAKOBSON, Roman, 1971, "Language in Relation to Other Communication Systems", *Roman Jakobson, Selected Writings*, vol. 2: *Word and Language*, The Hague-Paris, Mouton, p. 697- 708.
- KRISTEVA, Julia, 2005, « Sémiologie », *Encyclopædia Universalis*.
- LÉVI-STRAUSS, Claude, 1964, *Le Cru et le Cuit*, Paris, Pion.
- MEEÛS, Nicolas, 1992, « À propos de logique et de signification musicales », *Analyse musicale* (juin 1992), p. 57-59.
- MEEÛS, Nicolas, 1992-2008, « Transitivité, rection, fonctions tonales. Une approche cognitive de la tonalité », *Analyse musicale* 26 (février 1992), p. 26-29.
- MEEÛS, Nicolas, 2012, « Dans quelle mesure les monodies modales sont-elles redevables d'une sémiotique ? », *Revue des Traditions Musicales*, n° 6 (2012), Hadat, Éditions de l'Université Antonine, p. 11-18.
- MEEÛS, Nicolas, 2021, "Intrinsic and Extrinsic Meaning in Verbal Language and in Music", *Musical Analysis. Historia, Theoria, Praxis*, vol. VI, Anna Granat-Janki e. a. éd. Wrocław, The Karol Lipiński Academy of Music, p. 14-26.
- MEYER, Leonard B., 1956, *Emotion and Meaning in Music*, University of Chicago Press, Chicago, 2011, *Émotion et signification en musique*, traduit de l'anglais par Catherine Delaruelle, préface de Jean-Jacques Nattiez, Arles (France), Actes Sud.

- MEYER, Leonard B., 1973, *Explaining Music*, Berkeley-Los-Angeles-Londres, University of California Press.
- MOLINO, Jean, 1975, « Fait musical et sémiologie de la musique », *Musique en jeu* 17 (1975), p. 46-49.
- NATTIEZ, Jean-Jacques, 1987, *Musicologie générale et sémiologie*, Paris, Bourgois.
- NATTIEZ, Jean-Jacques, 2004a, « Pluralité et diversité du savoir musical », *Une encyclopédie pour le XXI^e siècle*, vol. II, « Les savoirs musicaux », Jean-Jacques Nattiez éd., Arles, Actes Sud, p. 17-46.
- NATTIEZ, Jean-Jacques, 2004b, « La signification comme paramètre musical », *Musiques une encyclopédie pour le XXI^e siècle*, vol. II, « Les savoirs musicaux », Jean-Jacques Nattiez éd., Arles, Actes Sud, p. 255-289.
- PERETZ I, GOSSELIN N, BELIN P, et al., 2009, “Music lexical networks: the cortical organization of music recognition”, *Ann NY Acad Sci* 2009; 1169, p. 256-65.
- PICARD, François, 2001, « Modalité et pentatonisme : deux univers musicaux à ne pas confondre », *L'Analyse musicale*, 39, 01/05/2001, mai 2001, p. 37-46.
- PLATEL, Hervé & GROUSSARD, Mathilde, 2010, « La mémoire sémantique musicale : apport des données de la neuropsychologie clinique et de la neuro-imagerie fonctionnelle », *Revue de neuropsychologie* 2010/1 (Volume 2), p. 61-69.
- RASTIER, François, 1991-2010-2012, *Sémantique et recherches cognitives*, Paris, PUF.
- SACHS, Curt, 1943a, “The Road to Major”, *The Musical Quarterly*, Vol. 29, No. 3 (Jul., 1943), Oxford University Press, p. 381-404.
- SACKS, Oliver, 2007, *Musicophilia, Tales of Music and the Brain*, London, Picador.
- SAMSON, Séverine, DELLACHERIE, Delphine, 2010, « La neuropsychologie des émotions musicales », *Musique, langage, émotion : Approche neuro-cognitive* [en ligne], Rennes, Presses universitaires de Rennes (généré le 13 avril 2021).
- SAUSSURE, Ferdinand de, 1906-1911-1972, *Cours de linguistique générale*, publié par Ch. Bailly et A. Séchehayé, édition critique préparée par T. Mauro, Paris, Payot.
- SÉCHEHAYE, Charles-Albert, 1926, *Essai sur la structure logique de la phrase*, Paris, Champion.
- SLOBODA, John A., 1985, *The Musical Mind: The Cognitive Psychology of Music*, Oxford University Press, *L'esprit musicien : La psychologie cognitive de la musique*, 1988, traduit par Marie-Isabelle Collart, Liège-Bruxelles, Pierre Mardaga.
- TRAN Van Khé, 1968, « Modes musicaux », *Encyclopædia Universalis*, Paris, vol. XI, p. 148-153.
- WAESBERGHE, Joseph Smits van, 1955, *Textbook of Melody: A Course in Functional Melodic Analysis*, American Institute of Musicology.
- ZATORRE, Robert J., SALIMPOOR, Valorie N., 2013, “From perception to pleasure: Music and its neural substrates”, *PNAS*, June 18, 2013, vol. 110, suppl. 2, 10430-10437.
- ZHAOYANG Pang, 2022, « Codage prédictif dans le cerveau et les réseaux de neurones profonds », thèse de doctorat en neurosciences, sous la direction de Rufin Van-Rullin, Université de Toulouse.