

# THÈSE

## POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE MEDECINE SPECIALISEE CLINIQUE

Présentée et soutenue  
publiquement par

**Chloé NAÏLI**

Le 27 octobre 2023

**APPRENTISSAGE MUSICAL COMME REMÉDIATION  
COGNITIVE DANS LES SCHIZOPHRÉNIES.  
D'UNE THÉORIE INCARNÉE DE LA COGNITION À UNE  
RECHERCHE EMPIRIQUE.**

Directeur de thèse : Dr Tudi GOZE  
Co-directeur de thèse : Docteur Etienne BALLY

### JURY :

**Monsieur le Professeur Christophe ARBUS**  
**Monsieur le Professeur Jean-Philippe RAYNAUD**  
**Monsieur le Docteur Tudi GOZE**  
**Monsieur le Docteur Etienne BALLY**  
**Madame le Docteur Charlotte HEDOUX**

**Président**  
**Assesseur**  
**Assesseur**  
**Assesseur**  
**Suppléant**

FACULTÉ DE SANTÉ  
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux  
Tableau des personnels HU de médecine  
Mars 2022

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GRAND Alain
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ABGAL Michel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Françoise
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ADJOU Daniel	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUALI Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MALECAZE François
Professeur Honoraire	M. BLANCHER Antoinette	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MARCHOU Bruno
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patricia
Professeur Honoraire	M. BONNEVILLE Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. BROS Bernard	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire Associé	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire associé	M. NICODEME Robert
Professeur Honoraire	M. GARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. PARINAUD Jean
Professeur Honoraire	M. CARON Philippe	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PERRET Bertrand
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. GLANET Michel	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RAUHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHWEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. RISCHMANN Pascal
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROCHE Hervé
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. RODUES-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SERRE Guy
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. FABRE Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles		

Professeurs Emérites

Professeur ARLET Philippe  
 Professeur BOUTAULT Franck  
 Professeur CARON Philippe  
 Professeur CHAMONTIN Bernard  
 Professeur CHAP Hugues  
 Professeur GRAND Alain  
 Professeur LAGARRIGUE Jacques  
 Professeur LAURENT Guy  
 Professeur LAZORTHES Yves  
 Professeur MAGNAVAL Jean-François  
 Professeur MARCHOU Bruno  
 Professeur PERRET Bertrand  
 Professeur RISCHMANN Pascal  
 Professeur RIVIERE Daniel  
 Professeur ROUGE Daniel

**FACULTE DE SANTÉ**  
**Département Médecine Maternité et Paramédicaux**

**P.U. - P.H.**  
**Classe Exceptionnelle et 1ère classe**

M. ACAR Philippe	Pédiatrie	Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique
M. ACCADBLED Franck (C.E)	Chirurgie Infantile	M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	Mme LARRIE Anne	Radiothérapie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. LARRUE Vincent	Neurologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie, Santé publique	M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'Urgence
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie	M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale
M. ARNAL Jean-François (C.E)	Physiologie	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. BERRY Antoine	Parasitologie	M. MALAVALD Bernard	Urologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. MAURY Jean-Philippe (C.E)	Cardiologie
M. BRASSAT David	Neurologie	Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul.	M. MAZIERES Julien (C.E)	Pneumologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. BUJAN Louis (C.E)	Urologie-Andrologie	M. MOLINIER Laurent (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
Mme BURA-RIVIERE Assaadoua (C.E)	Médecine Vasculaire	M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
M. BUREAU Christophe	Hépatite-Gastro-Entérologie	Mme MOYAL Elisabeth (C.E)	Gynécologie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatite-Gastro-Entérologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. CALVAS Patrick (C.E)	Généraliste	Mme NOURHACHEMI Fatemah (C.E)	Gériatrie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. PAUL Carlo (C.E)	Dermatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence	M. PAYOUX Pierre (C.E)	Biophysique
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. PERON Jean-Marie (C.E)	Hépatite-Gastro-Entérologie
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chir. Orthopédique et Traumatologie	Mme RAUZY Odile	Médecine Interne
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. RECHER Christian(C.E)	Hématologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique	M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
Mme COURTADE SAIDI Monique (C.E)	Histologie Embryologie	M. ROLLAND Yves (C.E)	Généraliste
M. DAMBRIN Camille	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Forc.	M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses	M. SAILLÉ Laurent (C.E)	Médecine Interne
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie	M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme DULY-BOUHARECK Beatrice (C.E)	Thérapeutique	M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	Mme SELVES Janick (C.E)	Anatomie et cytologie pathologiques
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique	M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. SERRANO Eke (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	M. SIZUN Jacques (C.E)	Pédiatrie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. GAME Xavier	Urologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugenia	Généraliste et biologie du vieillissement
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie, Santé publique	M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique	M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
M. GOURDY Pierre (C.E)	Endocrinologie	Mme TAUBER Miria-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique	M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
Mme GUMBAUD Rosine	Cancérologie	Mme TREMOLLIERES Florence	Biologie du développement
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	Mme URO-COSTE Emmanuelle (C.E)	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie	M. VAYSSIERE Christophe (C.E)	Gynécologie Obstétrique
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. VELLAS Bruno (C.E)	Généraliste
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
<b>P.U. Médecine générale</b>			
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)			



**FACULTE DE SANTÉ**  
**Département Médecine Maternité et Paramédicaux**

<b>P.U. - P.H.</b> <b>2ème classe</b>		<b>Professeurs Associés</b>
M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile	<b>Professeur Associé de Médecine Générale</b>
M. AUSSEL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire	M. ABITTEBOUL Yves
Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie, Santé publique	Mme BOURGEOIS Colie
M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique	M. BOYER Pierre
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence	M. CHICOULAA Bruno
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie	Mme IRI-DELAHAYE Moïko
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie	M. PIPONNIER David
M. CAVIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie	M. POUTRAIN Jean-Christophe
M. CHAPUT Benoît	Chirurgie plastique	M. STILLMUNKES André
M. COGNARD Christophe	Radiologie	
Mme CORRE Jil	Hématologie	
Mme DALENG Florine	Cancérologie	<b>Professeur Associé de Bactériologie-Hygiène</b>
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie	Mme MALAVALD Sandra
M. DECRAMER Stéphanie	Pédiatrie	
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie	
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie	
Mme FARUCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale	
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie	
M. GARRIDO-STÜWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique	
M. GUBERT Nicolas	Pneumologie	
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie	
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail	
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire	
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie	
Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique	
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique	
M. LEANDRI Roger	Biologie du développement et de la reproduction	
M. LOPEZ Raphaël	Anatomie	
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire	
M. MARTIN-BONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales	
Mme MARTINEZ Alejandra	Gynécologie	
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie	
M. MEYER Nicolas	Dermatologie	
M. PAGES Jean-Christophe	Biologie cellulaire	
Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie	
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive	
M. PUGNET Grégoire	Médecine interne	
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique	
M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie	
Mme RUYSSSEN-WITHAMO Adeline	Rhumatologie	
Mme SÄVÄGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire	
M. SAVALL Frédéric	Médecine légale	
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation	
M. SOLER Vincent	Ophthalmologie	
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie	
M. TACK Fran	Physiologie	
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie	
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie	
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie	
M. YSEBAERT Loïc	Hématologie	
<b>P.U. Médecine générale</b>		
M. MESTHE Pierre		
Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve		

FACULTE DE SANTÉ  
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux

MCU - PH

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène	Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	Mme GENDUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie	M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie	Mme GUILLEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme BELLIERES-FABRE Julie	Néphrologie	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. HAMDJ Safouane	Biochimie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme HITZEL Anne	Biophysique
Mme BREHN Carole	Pneumologie	Mme INGUENEAU Cecile	Biochimie
M. BUSCAIL Eberine	Chirurgie viscérale et digestive	M. IRJART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire	Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie	M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie	Mme LAPEVRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie	M. LEPAGE Benoit	Bioéthiques et informatique médicale
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique	Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	Mme MONTASTIER Emille	Nutrition
M. CHASSAING Nicolas	Génétique	M. MONTASTRUC François	Pharmacologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire	Mme MOREAU Jesolka	Biologie du dév. Et de la reproduction
Mme COCOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques	Mme MOREAU Marion	Physiologie
M. CONGY Nicolas	Immunologie	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. CURROT Jonathan	Neurologie	Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme DAMASE Christèle	Pharmacologie	Mme PERROT Aurore	Hématologie
Mme DE GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie	M. PILLARD Fabien	Physiologie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale	Mme PLAISANCIE Julie	Génétique
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie	Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
M. DELMAS Clément	Cardiologie	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et médecine nucléaire
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale	Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie	M. REVET Aïwa	Pédo-psychiatrie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
Mme ESQUIROL Yolanda	Médecine du travail	Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie	Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie	M. TAFANI Jean-André	Biophysique
Mme GALINIER Anne	Nutrition	M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie	Mme VALLET Marion	Physiologie
M. GANTET Pierre	Biophysique	M. VERGEZ François	Hématologie
M. GASQ David	Physiologie	Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction		
<b>M.C.U. Médecine générale</b>			
M. BISMUTH Michel			
M. BRILLAC Thierry			
Mme DUPOUY Julie			
M. ESCOURROU Emile			

Maitres de Conférence Associés

**M.C.A. Médecine Générale**

M. BIREBENT Jordan
Mme BOUSSIER Nathalie
Mme FREYENS Anne
Mme LATROUS Leila
Mme PUECH Mariele

*A la Mémoire de Jaja.*

*Ce n'est sûrement pas un hasard si aujourd'hui je soutiens une thèse qui parle de musique.*

*Merci pour chacun des moments qu'on a partagé.*

*Merci de m'avoir élevée.*

*Merci de m'avoir transmis ta passion.*

*Merci pour tous tes repas préparés avec coeur, à la maison comme pendant la première année de médecine.*

*Merci pour la papeterie.*

*Merci de nous avoir permis de garder la maison.*

*Merci pour notre vie de famille.*

*Merci pour tous ces trajets.*

*Merci pour la pureté de ton amour.*

*Merci d'avoir été une figure aussi inspirante.*

*Merci pour mon enfance.*

*Merci pour le violon.*

*Merci pour ta fiabilité.*

*Merci pour ta patience.*

*Merci pour ton soutien inconditionnel.*

*Merci d'avoir fait de moi ta fille.*

*Ton départ t'as rendu éternel et omniscient à mes yeux.*

*Jamais ton trou dans l'eau ne se refermera.*

*Ta fille jusqu'au bout de la musique.*

## Remerciements

### Aux membres du Jury

#### **Monsieur le Professeur Christophe ARBUS**

Cher Professeur, je vous remercie de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse. Je tiens à vous exprimer ma plus profonde gratitude pour votre implication bienveillante auprès des internes. Je vous remercie pour votre pédagogie, en cours comme en stage. Merci de m'avoir permis de travailler sur un sujet qui me tenait tant à cœur. Je vous prie de recevoir le témoignage de mon profond respect et de ma reconnaissance.

#### **Monsieur le Professeur Jean-Philippe RAYNAUD**

Cher Professeur, je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail. Je vous remercie également pour votre enseignement de la pédopsychiatrie auprès des externes comme des internes.

#### **Monsieur le Docteur Tudi GOZE**

Je te remercie d'avoir accepté la direction de mon travail de thèse et de l'avoir nourri de ton expertise philosophique. Merci du précieux temps que tu as su m'accorder. Merci pour ta bienveillance et merci pour tes encouragements.

#### **Monsieur le Docteur Etienne BALLY**

Je te remercie pour tes enseignements, dans le cadre du stage comme dans le cadre de la co-direction de ma thèse. Merci pour ta disponibilité. Merci pour ton accessibilité. Merci pour tes conseils réguliers et avisés.

#### **Madame le Docteur Charlotte HEDOUX**

Je te remercie d'avoir accepté de me faire l'honneur de juger mon travail. J'aspire à devenir une psychiatre qui se rapproche de tes valeurs, qui ont été déterminantes au cours de ma formation. Je te remercie pour la quantité et la qualité des enseignements cliniques et humains que tu as su me transmettre au cours de mon stage. Merci pour ta bienveillance.

## Aux personnes ayant rendu ce projet de recherche possible

### **Madame le Docteur Pauline PLASSARD**

Je vous remercie d'avoir permis à ce projet d'exister. Merci pour votre bienveillance. Merci d'avoir pris le temps de me recevoir et de me conseiller. Merci pour ces précieux échanges qui m'ont permis de débiter la rédaction de ma thèse.

### **A l'équipe du projet ARCoS**

A Florent, pour ton enseignement musical, pour ta passion et ta curiosité si contagieuses. Merci d'avoir fait de cette étude empirique une expérience humaine et musicale inoubliable. Tu es doué, ton sens de la pédagogie m'a subjuguée et je te remercie de m'en avoir fait bénéficier. Merci pour nos échanges, ton implication sans faille et ton humanité qui a peut-être été le catalyseur le plus puissant de cette expérience. Merci pour ta bienveillance et pour ta disponibilité. Ce fut un honneur et un plaisir immense de travailler à tes côtés.

A Anya, pour ton travail fondamental pour cette étude. Merci pour tes explications claires et limpides. Ce fut un plaisir d'échanger avec toi autour de ce projet.

A Soukaïna, pour ta fiabilité et ton efficacité. Ta patience et ta bienveillance étaient systématiquement au rendez-vous, merci pour ça.

A Baptiste Bonneau, pour ton travail statistique. Merci pour ta gentillesse, pour ta disponibilité et pour tes précieux conseils concernant l'interprétation de résultats de l'étude.

A Agnès Sommet, à Alexandrine Salis et aux autres membres de l'équipe de recherche qui ont permis à ce projet de voir le jour.

---

Merci également à Nicolas Letailleur, pour avoir pris le temps de me faire part de votre expérience et de vos connaissances concernant ce domaine recherche. Merci pour votre disponibilité et pour votre amabilité.



## A ceux qui m'ont accompagnée au cours de ma formation

### A mes maîtres de stage

Au Docteur Sarah HUGOT, pour m'avoir permis de débiter mon internat dans des conditions idéales. Merci de m'avoir fait découvrir et aimer la gérontopsychiatrie. Merci pour ta supervision et merci pour ta bienveillance.

Au Docteur Jean OLIVIER, pour m'avoir pris sous ton aile et avoir pris le temps de me transmettre des bases solides qui m'ont permis d'avancer avec plus de sérénité au cours de mon internat. Merci pour ta bienveillance.

Au Docteur Clara LETAMENDIA, pour m'avoir fait découvrir les fondamentaux de la psychiatrie dans un cadre fiable et sécurisant. Merci d'avoir eu l'attention et la flexibilité de me permettre de continuer l'orchestre malgré les impératifs du service. Ta rigueur juste, éthique et loyale est pour moi une source d'inspiration. Ta pratique clinique l'est également. Merci.

Au Docteur Nicolas VELUT, pour m'avoir fait découvrir un aspect de la psychiatrie qui a été pour moi riche de sens. Merci de ton accessibilité et du temps que tu as toujours pris pour me transmettre des enseignements cliniques, littéraires et historiques.

Au Docteur Amalia FEBRER, pour m'avoir permis de découvrir la pédopsychiatrie dans un cadre bienveillant. Merci pour vos conseils et pour votre précieuse aide concernant mon projet de stage à Séville.

Au Docteur Kathy PARERA, pour tes enseignements, ta bienveillance et tes conseils. Merci de m'avoir fait découvrir une branche de la psychiatrie dont je ne soupçonnais même pas l'existence. Merci pour ton énergie solaire. C'était un plaisir d'apprendre à tes côtés.

Au Docteur Christophe PERRAULT, pour ton encadrement qui a su être fiable, solide et souple à la fois. Je te remercie pour ta bienveillance qui m'a permis de m'épanouir durant les mois de stage sous ta supervision. Merci pour ton investissement et les temps théoriques et pédagogiques que tu as dégagé pour ma formation dans ton service. L'authenticité de ta pratique clinique est pour moi source d'inspiration. Merci pour ce stage.

Au Docteur Philippe MARTY, pour tes enseignements et pour ta bienveillance. Merci pour toutes tes phrases mémorables, dont celle qui dit que pour soigner les autres on doit d'abord se soigner entre nous. Merci pour ces mots et surtout merci pour tes actes, qui ont été l'exacte illustration de cette phrase. Merci pour tes précieux conseils.

A l'équipe du CTB, pour la richesse de vos pratiques cliniques, qui ont été très instructives. J'ai beaucoup appris à vos côtés. Merci pour votre bienveillance et votre préoccupation durant ces derniers mois qui ont représenté une période intensément délicate de ma vie.

### Aux équipes soignantes

Merci à tous les infirmiers, aides-soignants et secrétaires que j'ai eu l'occasion de rencontrer au cours de ma formation. Merci pour la transmission de vos connaissances et de votre expertise. Merci pour le précieux soutien lors des moments de solitude et pour tous ces temps informels qui, surtout quand les temps sont durs, redonnent du sens à la pratique hospitalière. Petite dédicace aux pépites que sont Morgane, Clémence et Manu le Coq.

## A mes proches

### A mes amies

A Laura, Margot et Alma. Merci de m'avoir fait le cadeau de l'Amitié, que le temps ne cesse de renforcer. Merci d'avoir été ma base sécurisée, le tuteur qui m'a permis de grandir. Merci de m'avoir toujours soutenue et d'avoir toujours cru en moi. Merci pour les rires, les débats et pour les discussions infinies. Merci pour tous les beaux souvenirs que chacun des moments ensemble continuent de créer.

A Cyrielle, pour ta loyauté sans faille, ton authenticité époustouflante et tes conseils avisés. Merci pour la sécurité que tu apportes à ma vie. Merci d'être toi. Mon Amie, depuis toujours et pour toujours.

A Léa. Je suis heureuse de te connaître depuis qu'on nées. Toujours dans les parages, un fil conducteur. Merci pour le rire que ton apparition dans mon champ de vision déclenche systématiquement depuis 26 années. Et surtout, merci à mes gars sûrs, mes collègues de rédaction, Rocket et Eclair.

A Aliya. Merci pour ton soutien inconditionnel. Merci d'avoir toujours répondu présente. Merci pour avoir été mon tuteur sur cette fin de thèse. Merci pour les moments de soleil que tu m'as offert au cours de l'externat. Merci d'être qui tu es. Merci d'être mon amie. Parfois, tout ce dont on a besoin, c'est de faire soirée avec Beyonce. Merci de rendre ça possible.

A Lucie, pour avoir été un amour de coloc. Merci de toujours m'avoir acceptée comme j'étais. Merci pour ton soutien, tes attentions et ta bienveillance. Merci En Faite.

### A ma famille

A ma mère. Merci d'avoir soulevé des montagnes pour me permettre d'atteindre mes rêves. Merci de m'avoir permis de faire du violon, merci de m'en avoir offert un. Merci de m'avoir permis d'avoir mon propre toit au-dessus de la tête. Merci de ta générosité. Merci pour tes rires. Merci de m'avoir transmis le soleil et ton amour de la vie. Merci de m'avoir aimée et chérie. Merci de m'avoir inspirée par ta force et ta résilience.

A ma sœur, Nadège, cadeau tombé du ciel. Merci d'être un exemple inspirant. Merci pour les repas pendant mes révisions. Merci pour tes soins, tes coupes, tes conseils avisés, ta sagesse et ta fiabilité. Merci d'être là pour moi. Merci de me comprendre. Merci d'être ma sœur.

A ma Mamie Marie-Thérèse. La seule, l'unique, l'épique. Ton rire résonne encore dans mon cœur. L'eau et le poisson. Mon inspiration. Merci d'avoir été ma grand-mère.

A ma grand-mère Ayé. Merci d'être toi, mère d'une si vaste famille. Ta sagesse, ta bienveillance et ta force sont un enseignement quotidien.

A Tata Saïda, Tata Dabia et Tonton Muhend. De ma fête de naissance à ma thèse, vous avez toujours été là. Je vous admire et je me sens chanceuse de vous avoir pour famille. Merci de me faire sentir qu'il me reste des racines même quand j'ai l'impression qu'il n'en n'est rien.

A Mahieddine, pour ta sincère considération. Merci de me faire sentir que je peux compter sur toi. Merci de m'avoir tant aidée cette année.

A toutes les pépites de ma si grande famille, merci d'être vous.

### **A celles qui m'ont aidée à atteindre l'internat**

A Mathilde et Zelda, pour m'avoir soutenue durant la première année de médecine, celle qui a conditionné toutes les suivantes. Merci de votre patience et de votre bienveillance.

A Coco, pour avoir égayé mon externat. Merci pour ta positivité. Merci pour tes topos. Merci pour ton énergie. Merci pour tes conseils. Merci pour ton amour de la vie si contagieux. Merci de rester fidèle à la bombe que tu es.

### **Aux copains de l'internat**

A Julien, pour ta vitalité et ta bienveillance. Merci pour ta magie blanche. Merci pour ton authenticité. Merci pour les rires. Merci pour les discussions. Merci pour les débats. Merci pour ton soutien. Merci pour tes conseils. Merci d'être mon ami.

A Andris, pour avoir presque réussi à transformer les pires gardes en bon souvenir. Merci d'être apparu à Toulouse. Merci pour ton soutien et ton amitié. Merci pour ta légèreté, qui saurait presque égaler celle d'un doux rot. Pruneau cru, pruneau cut.

A Malena, Lise, Adélaïde et Isabelle pour votre bienveillance. Merci de m'avoir toujours écoutée sans jamais me juger. Merci d'être vous. Merci pour la positivité que vous apportez à ma vie. Merci pour votre douceur. Merci pour tous les moments qu'on a partagés, et tous ceux à venir.

A Marie et Paul, pour le partage de ces moments de légèreté. Merci pour votre écoute et vos conseils. Merci pour votre créativité inspirante. Merci de m'avoir accueillie dans votre groupe et merci au groupe de m'avoir accueillie.

### **A l'illustrateur de cette thèse**

A John, mon amour, ma surprise, mon évidence. Merci d'être la pépite que tu es. Merci de m'aimer pour mon tout. Merci de croire en moi. Merci pour ton soutien. Merci d'exister et merci de partager cette existence avec la mienne.

## Aux patients

Merci aux participants à l'étude. Merci pour votre implication, votre bonne humeur et votre bienveillance. Vous avez fait de cette expérience un souvenir précieux. Vous avez donné du sens à mes vendredis durant 6 mois. Merci d'avoir rendu tout cela possible. Merci de nous avoir fait confiance. Merci d'être vous.

Merci aux patients de tous les jours. Merci pour vos phrases inégalables. Merci de partager avec nous votre vision du monde. Merci d'être indulgents. Merci pour votre patience. Merci pour votre gratitude. Merci de nous offrir l'enseignement le plus riche : celui du retour sur votre expérience.

Merci.

## Table des matières

Introduction .....	16
I. Cadre théorique .....	17
1. Remédiation cognitive et pratique musicale dans les schizophrénies .....	17
1.1. Revue de la littérature par Pauline Plassard en 2018 .....	17
1.2. Actualisation de cette revue de la littérature: revue narrative.....	24
Conclusion : un domaine de recherche émergent en quête de robustesse .....	28
2. La cognition incarnée comme outil de compréhension des effets cognitifs de la musique chez les personnes atteintes de schizophrénie .....	29
2.1. La cognition incarnée.....	29
2.2. Cognition incarnée et schizophrénie, revue narrative .....	40
2.3. Cognition incarnée et musique, revue narrative.....	48
Résumé des revues narratives : la pratique musicale comme outil de réincarnation des processus cognitifs dans les schizophrénies.....	59
II. Recherche empirique : Étude ARCoS.....	62
1. Introduction.....	62
1.1. Hypothèses de la recherche et résultats attendus.....	62
1.2. Objectifs.....	63
2. Protocole .....	63
2.1. Critère de jugement principal.....	63
2.2. Critères de jugement secondaires .....	64
2.3. Critères d'inclusion.....	65
2.4. Critères de non inclusion.....	66
2.5. Taille de l'étude et Recrutement.....	66
2.6. Schéma de la recherche.....	66
2.7. Traitements/Stratégies/procédures de la recherche .....	69
2.8. Rapport bénéfice/risque.....	72
2.9. Aspects statistiques.....	73
3. Résultats .....	75
3.1. Caractéristiques de la population d'étude.....	75
3.2. Critère de jugement principal.....	76
3.3. Critères de jugement secondaires .....	77



III. Discussion.....	90
1. Objectifs de l'étude.....	90
1.1. Objectif principal.....	90
1.2. Objectifs secondaires .....	90
2. Limites .....	91
3. Perspectives .....	91
Conclusion.....	93
Annexes .....	94
Annexe 1 : Plan d'une séance type .....	94
Annexe 2 : Progression musicale attendue .....	95
Annexe 3 : Grille d'évaluation pédagogique.....	96
Bibliographie .....	97

## **Introduction**

Musique. Art de combiner des sons d'après des règles (variables selon les lieux et les époques), d'organiser une durée avec des éléments sonores (Le Robert, 2021). Elle réunit. Elle est étroitement liée à l'histoire de l'humanité. « Si l'on veut connaître un peuple, il faut écouter sa musique » aurait dit Platon. La création et l'écoute de musique ont souvent été associées à la médecine et au bien-être au cours des trois derniers millénaires (Horden, 2000; MacDonald, 2012). En effet, la musique a diverses fonctions dans la vie quotidienne, dans l'éducation et dans les activités sociales (DeNora, 2000; Monteiro, 2005). Des interventions thérapeutiques utilisant la musique de manière plus codifiée ont émergé après la Seconde Guerre mondiale (Bunt, 1994; Thayer Gaston, 1968). Par la suite, les recherches scientifiques réalisées auprès de musiciens ont confirmé ses particularités cognitives manifestes. Elles ont été l'objet de l'intérêt de chercheurs ayant ainsi permis de l'utiliser en sa qualité de soin dans diverses pathologies neurologiques et psychiatriques. La pratique musicale pourrait-elle également être efficace dans les troubles cognitifs rencontrés chez les personnes vivant avec une schizophrénie ? De quelle façon ?

Pour explorer ces questions, nous procéderons d'abord à une étude de la littérature scientifique, en prenant pour base la thèse de médecine que Pauline Plassard a soutenue dans notre université en 2018. Notre première partie reviendra sur les résultats de cette revue de la littérature et prolongera l'étude jusqu'à 2023. Dans une deuxième partie, prenant acte des forces et des limites des recherches de notre collègue, nous ferons l'hypothèse que l'engagement corporel serait le substrat de l'effet cognitif de la musique. Pour explorer cette hypothèse, nous élargirons la revue de la littérature au champ innovant de la cognition incarnée. Ainsi, nous étudierons les enjeux théoriques et pratiques de la cognition incarnée dans le cadre spécifique de la compréhension des difficultés cognitives relatives à la schizophrénie puis dans celui de l'apprentissage cognitif de la musique. Enfin, nous exposerons la méthodologie et les résultats d'un protocole de recherche évaluant la faisabilité et les effets préliminaires d'une méthode d'apprentissage musical chez des personnes schizophrènes.

# **I. Cadre théorique**

## **1. Remédiation cognitive et pratique musicale dans les schizophrénies**

La schizophrénie est un trouble persistant et invalidant, caractérisé par une constellation hétérogène de symptômes positifs, négatifs et de désorganisation affectant 1 % de la population (Kahn et al., 2015). Les troubles cognitifs sont fréquents dans cette pathologie. La cognition désigne l'ensemble des processus mentaux dont la fonction est la connaissance (Larousse, 2020). Il s'agit ainsi des processus quantifiables du fonctionnement mental, que l'on peut observer scientifiquement. La remédiation cognitive est une approche thérapeutique visant à restaurer, renforcer ou compenser les fonctions cognitives altérées. Elle implique des éléments fondamentaux tels que la présence d'un thérapeute actif et formé, une pratique répétée d'exercices cognitifs, le développement structuré de stratégies cognitives et l'utilisation de techniques améliorant le transfert des gains cognitifs dans le monde réel. Ces éléments prédisent les résultats potentiels de ce traitement dans les interventions psychosociales et, en général, dans le processus de réadaptation. C'est la raison pour laquelle les recherches récentes sur la remédiation cognitive s'intéressent de plus en plus aux différents facteurs qui favorisent l'acceptabilité des thérapies de remédiation cognitive par les patients (Altman, Tan et Rossell 2023; Vita et al. 2023).

Le point de départ de notre travail de thèse est celui réalisé par Pauline Plassard en 2018 (Plassard, 2018). Elle s'était appliquée, dans sa revue de la littérature, à caractériser les troubles cognitifs dans la schizophrénie, en questionnant l'intérêt de la pratique musicale comme outil de remédiation cognitive dans cette indication. Dans une première partie, nous allons exposer les résultats de cette revue de la littérature, ainsi que son actualisation de 2018 à 2023.

### **1.1. Revue de la littérature par Pauline Plassard en 2018**

#### **1.1.1. Troubles cognitifs dans la schizophrénie**

##### **a) Leur impact et leurs caractéristiques**

- **Un impact majeur**

Les troubles cognitifs ont un impact majeur chez les personnes atteintes de schizophrénie. En effet, plus de 80% de ces personnes présenteraient des troubles cognitifs (Gély-Nargeot et al., 2009) et ce avec une nette variabilité inter-individuelle (Péneau & Franck, 2015). Par ailleurs, ces symptômes engendreraient davantage de handicap que des symptômes à expression plus bruyante comme les délires ou les hallucinations. En effet, ils représentent à ce jour le meilleur prédicteur du fonctionnement psychosocial des personnes schizophrènes, devant les symptômes négatifs

(Prouteau & Verdoux, 2011), positifs (Gély-Nargeot et al., 2009; Paquin et al., 2014) et résiduels (Péneau & Franck, 2015).

- Leurs caractéristiques

L'identification et la classification des symptômes négatifs et des troubles cognitifs dans la schizophrénie a historiquement fait l'objet de débats intenses (Carpenter, Heinrichs et Alphs 1985). Le projet NIMH-MATRICES de l'Institut National Américain de la Santé mentale visait à établir un consensus pour faciliter le développement d'agents pharmacologiques afin d'améliorer la neurocognition chez les patients atteints de schizophrénie (Marder, 2006). Ce projet a identifié sept fonctions cognitives comme étant altérées dans la schizophrénie : l'attention soutenue (les troubles attentionnels étant centraux dans la schizophrénie), trois types de mémoire (de travail, verbale et visuelle), le raisonnement et la résolution de problèmes, la vitesse de traitement et enfin la cognition sociale.

En effet, la majorité des fonctions neurocognitives seraient altérées dans la schizophrénie. C'est le cas de la vitesse de traitement de l'information (Prouteau, 2011), du langage (DeLisi, 2001) et du contrôle des fonctions exécutives (Posada et al., 2001; Prouteau, 2011). L'attention (Le Roy, 2011, 2011), la mémoire sémantique, épisodique et procédurale (Le Roy, 2011) ainsi que les capacités visuo-spatiales (Franck, 2014; Longevialle-Hénin et al., 2005) seraient également altérées. De plus, on retrouve un déficit de la perception (Butler, Silverstein et Dakin 2008; Le Roy 2011) et de l'intégration multisensorielle (Gröhn, Norgren et Eriksson 2022) chez une grande partie de ces patients. Enfin on retrouve également chez ces personnes une perturbation de la perception temporelle et du traitement du temps (*timing*) (Lalanne et al. 2012; Lalanne, van Assche et Giersch 2012; B. Martin et al. 2014, 2017; de Montalembert et al. 2015; Sánchez et Moskalewicz 2022; Thoenes et Oberfeld 2017) ainsi qu'un déficit dans le traitement du rythme (Honda et al., 2023).

Du côté de la cognition sociale, les personnes souffrant de schizophrénie présentent un déficit de la théorie de l'esprit (Brüne, 2005; Keefe & Harvey, 2012), de la reconnaissance et de l'expression des émotions (Bozikas et al., 2006; Franck, 2011) ainsi que de la perception et de la connaissance sociale (Keefe & Harvey, 2012). Enfin, le style attributionnel est également perturbé, avec notamment un biais d'attribution externe, c'est-à-dire un excès d'attribution à autrui des événements, négatifs le plus souvent (Green, Kern et Heaton 2004; Peyroux, Gaudelus et Franck 2013). Par ailleurs, il existe une interaction complexe entre les troubles cognitifs et les différents symptômes caractérisant le syndrome schizophrénique, à tel point que certains auteurs sont allés jusqu'à considérer les troubles cognitifs comme étant le socle psychopathologique de la schizophrénie (Frith, 2015; Tschacher et al., 2017).

b) Leur traitement : la remédiation cognitive

A ce jour, les traitements médicamenteux et psychothérapeutiques n'ont jamais apporté la preuve de leur efficacité sur l'évolution des troubles cognitifs (Erhart, Marder et Carpenter 2006). Les traitements pharmacologiques pourraient même s'avérer péjoratifs à leur égard. Cela peut être le cas par exemple le cas des neuroleptiques à forte dose, de l'effet antihistaminergique sédatif ou encore de l'association à des benzodiazépines ou à des correcteurs aux effets anticholinergiques

(Charfi et al., 2021; Pierre, 2013). Si les traitements médicamenteux peuvent s'avérer délétères sur ces troubles, il est par contre recommandé de proposer aux patients souffrant de troubles cognitifs de bénéficier d'un accompagnement de réhabilitation psychosociale. La réhabilitation psychosociale est classiquement définie comme un ensemble d'actions à développer pour optimiser les capacités persistantes d'un sujet malade et atténuer les difficultés résultant de conduites déficitaires ou anormales (Franck 2018, p. 22). Elle implique une démarche pluridisciplinaire pour la construction d'un projet de réinsertion sociale, occupationnelle ou professionnelle, centré sur le retentissement de la pathologie et adapté à chaque patient (Plassard 2018). En effet, son objectif est la promotion du fonctionnement psychosocial par le biais de l'amélioration des fonctions cognitives.

La remédiation cognitive est l'un des outils qui participe de la réhabilitation psychosociale. La remédiation cognitive est définie comme une intervention thérapeutique non médicamenteuse destinée à améliorer les processus cognitifs que sont la neurocognition, la cognition sociale et la métacognition, afin que les bénéfices se traduisent concrètement dans la vie du patient et se maintiennent dans la durée (Peyroux, Gaudelus et Franck 2013). L'amélioration des fonctions cognitives ne constitue pas une fin en soi mais un moyen pour améliorer le fonctionnement de la personne, dans l'objectif d'une réhabilitation psychosociale (Franck, 2008).

Néanmoins, la remédiation cognitive est un traitement complémentaire. Elle ne se substitue pas aux autres traitements de la schizophrénie tels que le traitement pharmacologique et psychothérapeutique (Franck & Demily, 2015). Pour autant, elle permet de traiter les déficits cognitifs non accessibles aux traitements pharmacologique et psychothérapeutique (Plassard 2018). En outre, elle est destinée aux patients stables sur le plan clinique, après réduction des traitements médicamenteux à dose minimale efficace (Wykes et al., 2011). De plus, il a été rapporté que la remédiation cognitive présenterait une efficacité modérée et durable sur la cognition et le fonctionnement psychosocial dans la schizophrénie (McGurk et al., 2007). Les effets persisteraient au moins six mois après l'arrêt de sa mise en place (Medalia & Choi, 2009). En somme, les auteurs s'accordent pour recommander la remédiation cognitive le plus précocement possible à tous les patients souffrant de schizophrénie stabilisés (Franck 2011).

### c) Distinction musicothérapie et remédiation cognitive par la musique

La musicothérapie utilise la musique comme médiation psychothérapeutique dans un contexte soignant pour ses effets sur l'humeur, le comportement et la communication ainsi que sur le bien-être physique, social et émotionnel des patients. Elle peut être individuelle ou collective, passive (écoute musicale) ou active (pratique musicale). Elle est ainsi utilisée par diverses spécialités médicales telles que l'oncologie en tant que soutien émotionnel, en soins palliatifs pour ses effets antalgiques et en chirurgie à visée anxiolytique préopératoire. En psychiatrie, elle est également recommandée dans la dépression, les troubles du comportement, les troubles attentionnels, l'anxiété, les difficultés d'expression et de communication, les troubles du sommeil et les maladies psychosomatiques (Lecourt, 2011).



A contrario, la remédiation cognitive par la musique utilise spécifiquement cette dernière pour restaurer, renforcer ou compenser les fonctions cognitives altérées. C'est notamment le cas dans plusieurs indications telles que la cognition sociale dans l'autisme (Trevarthen, 2002), la rééducation langagière et les séquelles sensorimotrices dans les suites d'un accident vasculaire cérébral, la remédiation à la marche dans la maladie de Parkinson ainsi que les symptômes cognitifs dans les pathologies neurodégénératives (Moussard, Rochette et Bigand 2012). Un programme de remédiation cognitive pourrait par exemple être basé sur des méthodes d'enseignement musical avec des exercices ciblant une fonction cognitive précise (Plassard 2018). Ainsi, ce travail de thèse s'intéressera plus spécifiquement à la remédiation cognitive.

### 1.1.2. Éléments justifiant l'intérêt de la musique comme remédiation cognitive dans la schizophrénie

#### a) Acceptabilité, Transférabilité

D'une part, dans le domaine médical où le premier principe de prudence enseigné est la locution latine *primum non nocere*, l'absence de risque ou de contre-indication est un aspect fondamental dans l'évaluation du rapport bénéfice/risque de toute thérapeutique. L'innocuité de la musique et son absence de contre-indication formelle offrent un argument de taille en faveur de son utilisation (Plassard 2018). La pratique musicale pourrait ainsi constituer un outil thérapeutique acceptable, tant du côté de l'acceptabilité pour le patient que de l'acceptabilité sociale, culturelle et économique. D'autre part, la musique étant ubiquitaire et universelle, elle peut constituer une intervention thérapeutique dotée d'une bonne transférabilité. La transférabilité d'une méthode thérapeutique désigne son applicabilité à divers contextes cliniques (Cambon et al., 2014). Enfin, les preuves de vertus cognitives de la musique dans la population générale nous ont conduits à faire l'hypothèse qu'il puisse en être de même pour les personnes schizophrènes.

#### b) Effets cognitifs de la musique

La pratique musicale permettrait de stimuler et d'améliorer la cognition, la perception et la motricité. Les musiciens présenteraient de meilleurs résultats aux tests d'orientation, de rotation mentale, de mémoire et dans les tâches de recherche visuelle. Ils présenteraient également un biais de latéralité diminué (Schellenberg & Weiss, 2013). En outre, la pratique musicale serait positivement corrélée au QI global chez l'enfant comme chez l'adulte (Moussard, Rochette et Bigand 2012; Schellenberg et Weiss 2013). Par exemple, les musiciens repèreraient mieux les changements subtils de hauteur dans le dernier mot d'une phrase et auraient davantage de facilités dans l'apprentissage d'une seconde langue (Moussard, Rochette et Bigand 2012; Schellenberg et Weiss 2013). De plus, l'écoute et la pratique musicales favoriseraient les interactions sociales (Fiveash et al. 2023; Martin-Moratinos, Bella-Fernández et Blasco-Fontecilla 2023; Tarr, Launay et Dunbar 2014; Waters et al. 2022). Ceci peut en partie s'expliquer par le fait que la pratique musicale requiert la séquentialité et la simultanété de plusieurs tâches telles que la planification de la

coordination motrice, la mémoire, la lecture d'un code symbolique abstrait (partition) et l'intégration multisensorielle (Koelsch 2009; Moussard, Rochette et Bigand 2012). Elle sollicite également l'attention, la concentration, les stratégies de résolution de problèmes, l'intelligence émotionnelle, le sens du rythme et l'organisation temporelle (*timing*) (Bialystok et DePape 2009; Drake et Palmer 2000; Marin et Bhattacharya 2013; Overy 2003; Rodrigues, Loureiro et Caramelli 2013; Román-Caballero et al. 2018). En stimulant ces différentes activités cognitives, la musique aurait la possibilité d'améliorer leur fonctionnement, y compris dans des tâches non musicales. En effet, la notion de transfert de compétences désigne le fait que les compétences développées sur un matériel musical puissent être transférées aux compétences non musicales équivalentes (Moussard et al., 2012; Silverman, 2003).

Enfin, sur le plan émotionnel, la musique est pourvoyeuse de plaisir (Bigand, 2013; Lechevalier, 2019; Powell et al., 2023). Deux pics émotionnels spécifiques à la musique en sont une nette illustration : le frisson musical via les circuits neuronaux de la récompense (Blood & Zatorre, 2001) et les larmes suscitées par la musique (Mori & Iwanaga, 2017). Ces émotions seraient par ailleurs corrélées à des modifications physiologiques objectivables liées à la musique (muscles zygomatiques pour les musiques à valence positive, plissement frontal pour les musiques tristes, modification de la fréquence cardiaque). La composante émotionnelle de la musique est donc documentée. Or, l'interaction entre les émotions et la cognition est établie (Eslinger et al., 2021).

### c) Action cérébrale de la musique

L'adoption clinique de paradigmes basés sur la musique semble progressivement offrir tant un outil thérapeutique non pharmacologique dans différentes indications que des connaissances innovantes sur l'anatomie et la physiologie du cerveau (Särkämö et al., 2008). Ainsi, de nombreux chercheurs ont commencé à explorer plus en détail les aspects neurologiques liés aux activités musicales dans des contextes cliniques et non cliniques (Altenmüller et Schlaug 2013, 2015; Janata et Grafton 2003; Thaut, Peterson et McIntosh 2005).

De nombreuses preuves empiriques ont montré le haut degré de plasticité fonctionnelle et structurelle du cerveau humain lorsqu'il est impliqué dans les exigences complexes relatives à l'activité musicale (Bangert & Altenmüller, 2003; Halwani et al., 2011; Hillis, 2007). Diverses modifications neuroanatomiques objectivées chez les musiciens en témoignent, notamment au niveau du cortex moteur, du cortex somatosensoriel, du cortex visuel, de la communication interhémisphérique et de l'hippocampe (Lemarquis, 2009). De surcroît, la pratique musicale aurait des effets neuroprotecteurs et neurostimulateurs. Par exemple, le fonctionnement cérébral pourrait être modifié par l'apprentissage musical aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte, et simplement après un enseignement de courte durée (Schön, 2013).

De même, au cours des dernières décennies, les recherches neuroscientifiques sur la cognition musicale sont passées de la ségrégation fonctionnelle à l'intégration fonctionnelle (Friston 2002; Tervaniemi et al. 2006; Thaut 2013). Ainsi, la littérature insiste sur le fait qu'il n'existerait pas une aire cérébrale unique et spécifique au traitement de la musique (E. Altenmüller, 2004; E. O. Altenmüller, 2001) mais plutôt une activation multimodale et plastique largement distribuée dans

les deux hémisphères (Altenmüller 1989; Bangert et Schlaug 2006; Pessoa 2013; Zhou et al. 2022). Un auteur a utilisé à ce propos le terme de « symphonie cérébrale » (Bigand 2013, pp. 7-11).

De plus, Chen, Penhune et Zatorre (2008) ont montré que les régions cérébrales relatives à la motricité seraient activées par la simple écoute d'un schéma rythmique. Enfin, selon les données électrophysiologiques observées par Thaut, Peterson et McIntosh (2005), l'apprentissage musical pourrait conférer un avantage cognitif grâce à une synchronisation plus forte des cellules neuronales qui sous-tendent l'apprentissage verbal et la mémoire. De plus, la composante temporelle de la musique serait à l'origine de l'amélioration de la rapidité de traitement et du fonctionnement attentionnel à la suite d'une écoute musicale. Ils avancent ainsi que les modèles mélodiques et rythmiques en tant que structures temporelles dans la musique pourraient piloter la formation de rythmes internes dans les réseaux corticaux récurrents impliqués dans l'apprentissage et la mémoire.

d) Etat de l'art concernant l'utilisation de la musique comme outil thérapeutique et de remédiation cognitive dans la schizophrénie

- Musicothérapie dans la schizophrénie

Dans sa revue de la littérature, Pauline Plassard rapportait que Glicksohn et Cohen (2000) avaient retrouvé une amélioration des tâches cognitives d'un groupe de 16 personnes atteintes de schizophrénie (diminution de la latence de nommage et du nombre d'erreurs) lors de l'écoute musicale, notamment sur le plan attentionnel. Elle exposait par la suite trois principales publications concernant l'intérêt de la musicothérapie comme traitement complémentaire dans la schizophrénie.

Premièrement, la méta-analyse de Silverman publiée en 2003 avait rapporté une efficacité de la musicothérapie active et passive pour lutter contre les symptômes de la psychose (Silverman, 2003). Deuxièmement, la revue de Gold et son équipe, publiée en 2005, confirmait que la musicothérapie pouvait améliorer le fonctionnement social et les symptômes négatifs chez les personnes atteintes de schizophrénie (Gold et al., 2005). Enfin la méta-analyse de Mössler et son équipe, publiée en 2011, avait également conclu en faveur de la musicothérapie en complément des soins standards pour une amélioration de l'état psychique global, symptômes négatifs inclus, et du fonctionnement global des personnes schizophrènes.

D'intérêt majeur pour notre étude, cette méta-analyse de Mössler suggérait une amélioration de certaines fonctions cognitives associées à la musicothérapie, notamment sur le plan de l'attention, de la vigilance et de la mémoire. Il est à noter que ces résultats étaient significatifs uniquement pour l'attention (Mössler et al., 2011). Ces résultats concernant l'attention ont été confirmés en 2013 par l'étude de Kwon et son équipe, qui ajoutait des améliorations des tâches de calcul, de construction et de langage comparativement au groupe contrôle (Kwon et al., 2013). Ces éléments étaient encourageants. Néanmoins, des études plus nombreuses et plus robustes en termes de taille d'échantillon, de randomisation et de critères de sélection des patients restaient nécessaires.

- Remédiation cognitive par la musique dans la schizophrénie

Malgré l'observation d'effets cognitifs encourageants dans le cadre d'études sur l'effet de la musicothérapie dans la schizophrénie, Plassard ne rapportait l'existence que d'une étude pilote proposant l'écoute musicale comme outil de remédiation cognitive pour les personnes atteintes de schizophrénie. Les résultats montraient une amélioration significative des tâches mnésiques mais restaient difficilement interprétables notamment au vu de la petite taille de l'échantillon (Ceccato, P.A. et Lamonaca 2006). En revanche, aucune étude n'avait évalué l'efficacité d'un programme de remédiation par la pratique musicale dans cette indication (Plassard 2018).

### Conclusion, une recherche qui tend à se poursuivre

Au vu de l'acceptabilité, de la transférabilité et des effets cognitifs de la musique, Pauline Plassard suggérait de proposer un programme de remédiation cognitive utilisant la pratique musicale comme médium (Plassard 2018). Il était par ailleurs avancé dans son travail qu'au vu de la simultanéité et de la séquentialité de plusieurs tâches requises par la pratique musicale (Moussard, Rochette et Bigand 2012), la majorité des compétences cognitives altérées dans la schizophrénie pourraient être ciblées par celle-ci. En effet, la pratique musicale sollicite des fonctions cognitives telles que l'attention soutenue, les fonctions exécutives, les capacités mnésiques et visuo-spatiales ainsi que la cognition sociale (Plassard 2018).

De surcroît, Pauline Plassard a émis la conjecture qu'un piano semblait adapté à ce cadre au vu de ses caractéristiques à la fois mélodiques et rythmiques et de l'aperçu visuel cohérent des basses vers les aigus offert par cet instrument. Elle proposait notamment d'utiliser des exercices musicaux de difficulté progressive tels que l'apprentissage de mélodies simples (Plassard 2018). Elle insistait sur l'importance de préserver et de favoriser les notions de plaisir et de motivation, éléments indispensables à un meilleur apprentissage, une plus grande persévérance, davantage de créativité, une plus grande estime de soi et un plus grand bien être (Medalia & Choi, 2009). Au regard de cette suggestion et des arguments en faveur de la pratique musicale comme outil de remédiation cognitive dans la schizophrénie, notre équipe a pris l'initiative de poursuivre ces travaux en construisant le protocole de recherche qui sera présenté dans la deuxième partie de cette étude. Notre revue de la littérature ayant été réalisée 5 ans après les travaux de Pauline Plassard, la partie suivante vise à actualiser son travail en exposant brièvement les publications concernant l'utilisation de la musique à visée thérapeutique et de remédiation cognitive dans la schizophrénie. Ainsi, nous regarderons si d'autres effets cognitifs ont pu être rapportés dans le cadre de la musicothérapie et si des programmes de remédiation cognitive utilisant la musique ont pu être proposés pour les personnes schizophrènes.

## 1.2. Actualisation de cette revue de la littérature: revue narrative

### 1.2.1. Méthode

#### a) Procédé de sélection des articles

La partie suivant consiste en une actualisation de la revue de la littérature de Pauline Plassard concernant l'utilisation de la musique à visée thérapeutique dans la schizophrénie, notamment sur le plan cognitif. La méthode de sélection d'articles a été la suivante :

PubMed a été la base de données utilisée, en recherchant les articles qui comprenaient dans leur titre ou leur résumé les mots clés « musique » et « schizophrénie » en anglais (*music and schizophrenia*), de 2017 à septembre 2023. Les articles ont été inclus lorsqu'ils traitaient spécifiquement les mots clés. Les critères d'exclusion ont été les suivants : les doublons, les articles ne traitant pas spécifiquement de la musique et de la schizophrénie ainsi que les articles qui mentionnaient la musique sans s'intéresser à son effet thérapeutique ou cognitif dans le cadre de la schizophrénie.

#### b) Résultats

Nous avons obtenu 56 articles. La première étape a consisté à enlever 1 doublon et 10 articles qui ne concernaient aucun des mots clés de façon spécifique. Par la suite, 14 articles ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la schizophrénie, et 4 ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la musique. Ensuite, 5 articles ont été exclus parce qu'ils ne s'intéressaient pas à l'effet thérapeutique de la musique. Enfin, 1 article a été exclu puisque ni le texte intégral ni le résumé n'ont pu être accessibles. Ainsi 21 articles ont été examinés pour cette actualisation de la revue de la littérature de Pauline Plassard (*Figure 1*).

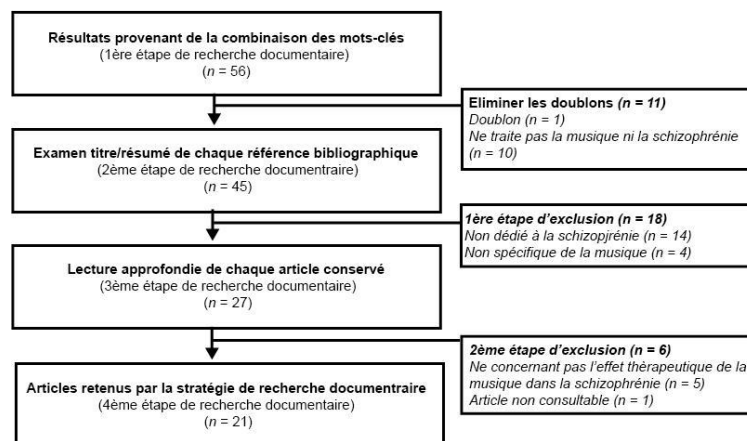


Figure 1 : Diagramme de flux de l'actualisation de la revue de la littérature concernant l'effet thérapeutique de la musique dans la schizophrénie.



## 1.2.2. Musicothérapie et schizophrénie

### a) Musicothérapie et schizophrénie

Les données empiriques et méta-analytiques des six dernières années sont venues confirmer l'efficacité de la musicothérapie dans la schizophrénie avec des résultats sur les symptômes positifs (Ertekin Pinar & Tel, 2019), négatifs (Pioch, Spreen et Bokern 2021; Veerman, Schulte et de Haan 2017; Yao et al. 2020), sur le fonctionnement global et sur la qualité de vie (Geretsegger et al., 2017; Ivanova et al., 2022; Jia et al., 2020). En effet, une mise à jour de la méta-analyse de Mössler (Mössler et al., 2011) est parue six années après cette dernière. Ainsi, 10 nouvelles études ont été ajoutées à cette méta-analyse, menant à 18 études pour un total de 1215 participants. Celles-ci ont examiné les effets de la musicothérapie à court, moyen et long terme avec une posologie de traitement variant de 7 à 240 séances. Les résultats positifs sur la qualité de vie, le fonctionnement social et l'état de santé psychique global confirmaient l'indication de la musicothérapie en complément des soins standards dans la schizophrénie. Les résultats étaient cependant hétérogènes, variant selon les caractéristiques qualitatives et quantitatives des séances de musicothérapie. Ainsi, les auteurs suggéraient davantage de recherches sur les effets à long terme de la musicothérapie, la relation dose-effet, la qualité de la musicothérapie fournie et sur la pertinence des mesures de résultats relatifs à la musicothérapie (Geretsegger et al., 2017).

Une seconde mise à jour a été réalisée en 2022. Cette revue a évalué l'efficacité de la musicothérapie dans cinq troubles, dont la schizophrénie. Pour la schizophrénie, aucune étude avec un risque de biais faible ou modéré n'a été trouvée, ce qui représentait une condition d'inclusion. Par conséquent, la mise à jour n'a pas été possible concernant cette pathologie (Gassner, Geretsegger et Mayer-Ferbas 2022). Par la suite, d'autres études soutenaient également l'intérêt de la musicothérapie comme thérapeutique non pharmacologique pour les patients atteints de schizophrénie (Abe et al., 2017; Witusik & Pietras, 2019).

En outre, une méta-analyse publiée par Jia et son équipe en 2020 a confirmé l'efficacité de la musicothérapie sur les symptômes de la schizophrénie (Jia et al., 2020). Ces résultats ont de nouveau été confirmés en 2022 par le biais d'une revue de la littérature proposée par Ivanova et son équipe (Ivanova et al., 2022). La même année, une revue systématique s'intéressant aux facteurs de rétablissement personnel parmi les approches non pharmacologiques destinées aux personnes schizophrènes a retrouvé la musicothérapie comme étant l'un des facteurs de rétablissement personnel les plus prometteurs (Isaacs et al., 2022). Par ailleurs, Hannibal et son équipe ont rapporté une meilleure adhésion des patients à un programme de musicothérapie codifié et dynamique en comparaison à des sessions d'écoute musicale simple (Hannibal et al., 2023).

Enfin, une étude s'est intéressée à la pratique musicale en dehors du cadre de la musicothérapie. 17 patients atteints de schizophrénie ont ainsi participé à une chorale à une fréquence hebdomadaire durant 8 semaines dans le cadre d'une étude pilote. Une diminution significative des scores de solitude, de l'échelle de l'Echelle de Cotation Psychiatrique Brève (BPRS), et des symptômes dépressifs a été retrouvée. Aucune variation significative n'a été détectée concernant les symptômes positifs, les symptômes négatifs, la reconnaissance faciale ou l'échelle de stress perçu. Les participants ont par ailleurs jugé l'intervention « agréable » et « acceptable » (Adery et Park 2022, p. 1).

## b) Musicothérapie, cognition et neurophysiologie dans la schizophrénie

Le potentiel évoqué est une modification du potentiel électrique enregistrée à l'électroencéphalogramme, produite par le système nerveux en réponse à une stimulation externe (par exemple sensorielle) ou à un événement interne comme une activité cognitive. Le potentiel évoqué P300 est le plus souvent provoqué par une stimulation inattendue, lorsqu'un sujet détecte un stimulus particulier occasionnel dans une série régulière de stimuli standards. Son amplitude varie avec l'improbabilité des cibles. Sa latence varie en fonction de la difficulté à distinguer le stimulus cible des stimuli standards. Bien que ni son origine intracérébrale ni son rôle dans la cognition ne sont pas clairement identifiés, on sait que la réduction de son amplitude et l'augmentation de sa latence seraient le témoin d'un déficit attentionnel chez les patients atteints de schizophrénie (Picton, 1992; Roth & Cannon, 1972).

Ahuja et son équipe ont examiné l'effet d'une écoute musicale de dix minutes sur l'amplitude et la latence du potentiel évoqué P300 chez 20 personnes schizophrènes. Des augmentations d'amplitude hétérogènes et inconstamment significatives du potentiel évoqué P300 ont été retrouvées. Une augmentation significative du score de précision et du temps de réaction a également été retrouvée (Ahuja et al., 2020).

Par ailleurs, Yang et son équipe ont retrouvé une amélioration des capacités visuo-spatiales des personnes schizophrènes à l'issue d'un mois d'écoute quotidienne de la sonate K.448 de Mozart, durant un peu moins de 30 minutes. Une imagerie par IRM fonctionnelle a également été réalisée et retrouvait une augmentation de la connexion fonctionnelle du gyrus temporal moyen. L'équipe a conclu que ces observations pourraient être associées aux effets thérapeutiques observés de l'intervention musicale sur les fonctions neurocognitives (Yang et al., 2018).

De même, Shih et son équipe avaient pour objectif d'observer l'effet d'une musique de fond, ainsi que de son tempo, sur les capacités attentionnelles dans un cadre professionnel chez des employés schizophrènes. Pour cela, ils ont réalisé un essai clinique randomisé comparant 240 participants atteints de schizophrénie dans quatre conditions : absence de musique, tempo rapide, tempo lent et un bruit blanc. Les employés schizophrènes ont obtenu des scores d'attention plus élevés avec une musique de fond que dans un environnement sans musique. De plus, la musique au tempo lent produisait des scores d'attention plus élevés que la musique au tempo rapide. Ces résultats soutiennent l'effet positif de l'écoute musicale sur les capacités attentionnelles des personnes schizophrènes (Shih, Chu et Wu 2020).

Enfin, depuis 2017, trois études ont relevé un effet positif de la musicothérapie sur les cognitions sociales (Jeon, Gang et Oh 2017; Lee et Lee 2020; Wang et Agius 2018).

### 1.2.3. Remédiation cognitive par la musique dans la schizophrénie

Deux études se sont intéressées à l'utilisation de la musique comme outil de remédiation cognitive dans la schizophrénie. D'une part, Shagan et son équipe ont évalué auprès de 48 personnes schizophrènes si l'écoute musicale (aléatoire ou choisie), simultanément à l'entraînement attentionnel sur ordinateur, pouvait améliorer l'efficacité de ce type de remédiation cognitive. Les

résultats ont confirmé l'amélioration significative du temps de réaction dans les groupes exposés à l'entraînement attentionnel, avec une amélioration plus importante lorsqu'il y avait ajout d'une écoute musicale choisie, tant pour le temps de réaction que pour la précision de la réponse (Shagan et al., 2018).

D'autre part, concernant la pratique musicale, Kosugi et son équipe ont évalué l'efficacité d'un programme de 30 séances bi-hebdomadaires d'une heure de pratique musicale de groupe intégrée à la remédiation cognitive chez 36 personnes schizophrènes. Les séances de musique se sont déroulées en groupes de moins de 12 participants et comportaient des activités musicales telles que chanter et jouer d'un instrument de musique. L'échelle de cognition BACS (*Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia*) et l'Echelle de Cotation Psychiatrique Brève (BPRS) ont été réalisées avant et au décours de l'intervention. Concernant l'échelle de cognition BACS, une amélioration significative des scores totaux, de la fluidité verbale et de l'attention a été retrouvée. Concernant les scores BPRS, le retrait émotionnel, l'émoussement affectif, l'hostilité, le comportement induit par les hallucinations, les maniérismes et postures non naturelles ainsi que la désorientation ont été significativement améliorés à l'issue de l'intervention. Bien qu'il s'agisse d'une étude non contrôlée en ouvert, les résultats de ce programme utilisant la pratique musicale comme outil de remédiation cognitive suggèrent une amélioration potentielle du dysfonctionnement cognitif et des symptômes négatifs, facilitant la participation sociale des personnes schizophrénie (Kosugi et al., 2019). De plus, il semblerait que cette étude ait été répliquée (Kosugi et al., 2021). Cependant, le contenu de l'article n'a pas pu être accessible et n'a ainsi pas pu être intégré à cette actualisation de la revue de la littérature concernant l'utilisation de la musique comme outil de remédiation cognitive dans la schizophrénie.

## **Conclusion : un domaine de recherche émergent en quête de robustesse**

Nous avons pu voir que la littérature permet de justifier l'hypothèse selon laquelle la pratique musicale serait susceptible d'agir sur les troubles cognitifs chez les personnes schizophrènes. Ainsi, cette littérature nous oriente vers l'intérêt manifeste d'imaginer un programme de remédiation cognitive s'appuyant sur ce médium. Par ailleurs, les travaux au sujet de l'effet cognitif de la musique sur la population générale et des effets de la musique sur la plasticité cérébrale permettent d'appuyer l'hypothèse d'un effet cognitif de la musique chez les personnes schizophrènes. En effet, la quasi-intégralité des fonctions cognitives altérées dans la schizophrénie étaient sollicitées par la pratique musicale, et ce de manière séquentielle et simultanée, à savoir : l'attention, la mémoire, les fonctions exécutives, la perception, l'intégration multisensorielle, les capacités visuo-spatiales, le langage, la reconnaissance et l'expression des émotions, les interactions sociales, la perception et le traitement du temps et le traitement du rythme. Or, la littérature rapporte que les tâches cognitives sollicitées par la pratique musicale pourraient être *transférées* aux compétences non musicales équivalentes.

Dans la suite de notre travail, nous proposerons d'apporter une autre justification, cette fois-ci théorique, de la pertinence de l'outil de la pratique musicale dans la remédiation cognitive des personnes vivant avec une schizophrénie. La prise en considération de la question corporelle est centrale dans la sémiologie, outil fondamental de la médecine. De plus, l'effet symptomatique de la schizophrénie sur la dimension corporelle est majeur. En effet, des études rapportent une atteinte motrice qui serait propre à la pathologie (Hirjak et al., 2018; Mink, 1996). Ainsi, la moitié des personnes schizophrènes expérimenteraient des dysfonctions sensori-motrices (Ardizzi et al., 2016; Kohn et al., 2021; B. Yao & Thakkar, 2022) associées à une dégradation significative de leur qualité de vie (Nadesalingam et al., 2022).

Par ailleurs, il est possible que cette dimension symptomatique corporelle soit reliée à la dimension cognitive. C'est ce que nous enseigne le concept de cognition incarnée, un programme en recherche cognitive qui s'attache particulièrement à relier ces deux dimensions. C'est cette approche en cognition incarnée qui sera développée en tant que proposition théorique de la compréhension de l'effet cognitif de la pratique musicale chez les personnes atteintes de schizophrénie. Comme le soulignent les données neurobiologiques rapportant l'effet d'activation du cortex moteur à la simple écoute musicale et lors de l'utilisation de la musique comme outil de rééducation motrice, la pratique musicale mobiliserait le corps comme les fonctions cognitives. Ainsi, de façon ajustée à ce nouveau domaine de recherche qu'est la cognition incarnée, le corps serait le lieu de rencontre entre la pratique musicale et les processus cognitifs.

## 2. La cognition incarnée comme outil de compréhension des effets cognitifs de la musique chez les personnes atteintes de schizophrénie

### 2.1. La cognition incarnée

La partie suivante abordera la notion de cognition incarnée, aussi appelée cognition 4E. Avant de proposer une application de ce cadre théorique dans les domaines de la maladie schizophrénique et de la pratique musicale, nous tenterons de décrire la façon dont elle réintègre le corps comme structure fondamentale sur laquelle repose la cognition. Afin d’avoir un aperçu global de la cognition incarnée pour la suite de ce travail sur les effets cognitifs de la pratique musicale chez les personnes schizophrènes, il sera également fait mention des limites de ce concept théorique.

#### 2.1.1. Définition et histoire de la cognition incarnée

##### a) Définition

La cognition incarnée est un programme de recherche interdisciplinaire qui vise à expliquer le comportement (Di Liberti et Léger 2022; Newen, Bruin, et Gallagher 2018). Elle est née d’un dialogue entre les sciences cognitives et la phénoménologie, ayant eu lieu principalement en France dans les années 1990 autour de la figure de Francisco Varela, en collaboration avec Humberto Maturana, Evan Thompson et Eleanor Rosch (1993). Elle est issue de l’anglais *Embodiment*, qui a pour théorie l’inscription réciproque de l’esprit dans le corps et dans le monde (Di Liberti et Léger 2022).

La cognition incarnée prend sa source dans la théorie de l’évolution (Dutriaux & Gyselinck, 2016), en particulier dans l’idée que nous descendons de créatures dont le système nerveux était essentiellement dédié aux traitements perceptifs et moteurs permettant d’interagir avec l’environnement immédiat. La cognition aurait ainsi pour fonction d’être un support à l’action nécessaire à la survie et ne se cantonnerait pas au seul traitement de l’information (Wilson, 2002). Par ailleurs, elle prendrait racine dans les systèmes sensorimoteurs, éléments essentiels à sa définition. La cognition ne serait donc plus une fonction abstraite et amodale, mais plutôt un processus essentiellement sensorimoteur.

Pour résumer, le concept de cognition incarnée considère que la cognition devrait être comprise dans un contexte corporel et sensorimoteur, en interaction avec l’environnement (Dutriaux & Gyselinck, 2016). Dans le modèle incarné, la cognition se réalise donc comme un processus dynamique entre le cerveau, le corps et l’environnement (Candiotta 2022; Thelen et al. 2001, p. 24).

## b) Histoire et contexte

Depuis les arguments dualistes de Descartes au 17<sup>e</sup> siècle dans ses *Méditations métaphysiques* (1641), la cognition a tendance à être pensée comme un phénomène purement introspectif et disjoint de la dimension corporelle.

Par la suite, le comportementalisme naît aux Etats-Unis, notamment avec la publication de John B. Watson « *Psychology as the Behaviorist Views it* » en 1913 (Watson, 1913). Le comportementalisme a dominé les recherches en psychologie durant la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle. La psychologie y est perçue comme une branche expérimentale purement objective des sciences naturelles. Le but théorique du comportementalisme est la prédiction et le contrôle du comportement. La psychologie introspective, désormais considérée comme non objective, est alors rejetée par ce dernier. Il y a ainsi eu un fléchissement de l'importance accordée à l'introspection après la première guerre mondiale. Mais les psychanalystes reprochèrent alors aux comportementalistes de réduire la pensée humaine à ce qui apparaissait.

L'issue de la Seconde Guerre mondiale marqua l'apparition des ordinateurs (Ligonnière 1987). Ainsi, dans la suite des années cinquante, l'approche computo-représentationnelle de la cognition fut à l'origine de ce qu'il est convenu d'appeler la Révolution Cognitive (Di Liberti et Léger 2022). Le cognitivisme est autant né du comportementalisme qu'en opposition à lui, en entrant dans la mystérieuse « boîte noire » reliant un stimulus à une réponse. Il considère en effet que pour rendre compte du comportement, il est nécessaire d'en étudier les mécanismes sous-jacents. Faisant le lien entre la psychologie et l'informatique, le cognitivisme fait de la cognition un dispositif de traitement séquentiel de l'information, à l'image du fonctionnement d'un ordinateur. Ainsi, la pensée est au cerveau ce que le logiciel d'information est à l'ordinateur (Gardner & Peytavin, 1993). On compare ici la cognition à des opérations logico-mathématiques et computationnelles sur des symboles abstraits. Ces théories explicatives abordent la cognition d'un point de vue désincorporé et internaliste dans le sens où, ici, la cognition ne ferait pas constitutivement appel au corps et à l'environnement (Pylyshyn, 1989).

Dans les années soixante, le computationnalisme s'impose comme le concept dominant dans la communauté des sciences cognitives (Di Liberti et Léger 2022). Il considère le cerveau comme un artefact qui produit des algorithmes sur des symboles. Le cerveau est ici pensé comme un ordinateur. La relation à l'autre est alors considérée comme un problème à résoudre sur le plan cognitif.

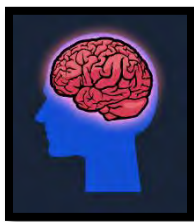


Illustration 1 :  
L'admirable,  
l'insurpassable cerveau

Plus tard, dans les années quatre-vingt, le connexionnisme vint supplanter l'approche computationnelle. Le connexionnisme interprète le fonctionnement cognitif non plus comme un système de manipulation de symboles, mais comme un système de réseaux interconnectés. En étant plus sensible aux propriétés cérébrales des systèmes cognitifs, cette approche remplace le modèle logiciste de l'ordinateur par celui de « l'admirable, l'insurpassable » cerveau et la notion de symbolisme par celle de réseau de neurones (*Illustration 1*). Cette dénomination illustre le fait que l'explication neurologique devient une explication cognitive *proprio sensu*, de telle sorte qu'un rapport de dépendance heuristique est instauré entre le niveau psychologique et le niveau neurobiologique (Dupas 2022, pp. 180-181).

Depuis, dans une remise en cause fondamentale des modèles computationnalistes et représentationalistes, on note une revalorisation de la dimension corporelle de la cognition (Di Liberti et Léger 2022).

C'est ainsi que le concept de cognition incarnée émerge dans les années quatre-vingt-dix, avec l'ouvrage fondateur *The Embodied Mind* (1991) de Francisco Varela et ses collaborateurs Thompson et Rosch. Cet ouvrage a été considéré comme le premier manifeste de la cognition incarnée grâce, notamment, à ses qualités synthétiques (Léger 2022). La cognition incarnée propose de prendre le contre-pied de l'approche computo-représentationnelle de la cognition, qualifiée de réductionniste. Elle ne considère plus l'autre comme un problème dans le processus cognitif mais plutôt comme une opportunité d'interaction dans le monde. Par ailleurs, le cerveau n'est plus considéré comme une boîte noire ou un ordinateur séparé de ce que nous ressentons, de ce que nous voulons et de ce que nous imaginons (Cook 2018).

Il convient de préciser que les sciences cognitives n'ont pas attendu la cognition incarnée pour évoquer le corps. On peut prendre l'exemple de la représentation cérébrale du corps par l'homonculus de Penfield ou encore l'impact d'une hypoglycémie sur le fonctionnement cérébral. Bien que les compréhensions de l'expression de la cognition incarnée soient variées, l'aspect central sur lequel elle insiste plus particulièrement est l'idée que le couplage corps-cerveau avec l'environnement serait fondamental et *constitutif* de la cognition. Ce concept théorique a ainsi pour objectif de s'émanciper de l'idée d'une cognition centrée sur le cerveau. Or, la question corporelle est un élément central de ce travail de thèse, avec l'hypothèse que le corps constitue un substrat essentiel de l'effet cognitif de la musique. Ainsi, la partie suivante tentera d'exposer la manière dont le concept de cognition incarnée se situe dans le prolongement d'une lutte épistémologique pour décrire le principe de centralité du corps dans les phénomènes cognitifs (Léger 2022).

### 2.1.2. Le corps

#### a) Corps objet / corps sujet

Le courant de la cognition incarnée a été largement influencé par les apports de la phénoménologie. Ce courant philosophique et scientifique est né au tout début du 20<sup>e</sup> siècle avec les *Recherches Logiques* (1900-1901) d'Edmund Husserl. La phénoménologie est une philosophie de la connaissance qui se donne pour tâche de décrire l'expérience vécue de la manière la plus rigoureuse possible. Husserl puis Maurice Merleau-Ponty ont mis en évidence la dimension incarnée de la conscience et la place du corps comme « médiation immédiate » entre soi et le monde. Quand on parle du corps dans la phénoménologie, une distinction analytique s'impose. Il faut ainsi distinguer deux types de rapport au corps :

- Le corps-objet (*Körper*), qui correspond au corps physique, objectif et impersonnel, au corps que *j'ai*. Il est thématiquement étudié comme un objet du monde par l'anatomie et la physiologie. Lorsque le *Körper* fait référence au corps d'autrui, *j'en* fais alors l'expérience dans une perspective en troisième personne.

- Et le corps-sujet (*Leib*) correspond au corps vécu via une expérience immédiate de soi. Il s'appréhende dans une perspective en première personne, en tant qu'agent incarné dans le monde (Moir et Wolfe 2022; Alexopoulos 2022). Il fait référence au corps que *je suis*.

Ainsi, il existe une double dimension de la corporéité, objective et subjective, dont l'équilibre est toujours subtil. En effet, un corps exclusivement objectif ne serait pas vécu comme notre corps ; mais on ne peut pas non plus imaginer un corps qui ne serait que subjectivité, sans matérialité, qui serait un corps éthéré. L'enjeu pour la phénoménologie a donc été de penser le type de rapport qu'entretiennent ces deux pôles de l'expérience corporelle. La tendance de l'histoire de la pensée occidentale a été à l'oubli de cette double dimension, au dépend de la dimension subjective (Léger 2022). En effet, les neurosciences se sont longtemps focalisées sur le corps dans son aspect objectif (Dary et Nakul 2022). Merleau-Ponty a combattu cette forme d'objectivisme, souhaitant dépasser la dichotomie moderne du sujet et de l'objet (Léger 2022). En effet, la phénoménologie conçoit le corps vécu comme central dans l'expérience de soi-même et dans l'expérience des autres, c'est-à-dire l'intersubjectivité (Dary et Nakul 2022).

#### b) Soi corporel

La notion de soi corporel correspond aux aspects préréflexifs du soi, c'est-à-dire à la représentation non-conceptuelle et préréflexive des informations relatives au corps (Palluel et al., 2011). La perception est déjà une organisation pré-conceptuelle de l'espace, du temps et des formes (Di Liberti 2022). De plus, les perspectives en première et en troisième personne ne sont pas antinomiques. Au contraire, l'irréductibilité de l'expérience en première personne ne doit pas interdire de la lier à un point de vue objectivant en troisième personne. De même, la perspective en troisième personne que prend la science sur le phénomène humain ne doit pas oblitérer la possibilité d'une description de ce phénomène en première personne (Léger 2022).

Il existe ainsi une volonté de concilier les formes pures de la connaissance scientifique avec le monde de l'expérience vécue (Di Liberti 2022). Par exemple, en neurosciences cognitives, le concept de soi corporel attribue au corps-objet des aspects subjectifs qui permettent ainsi d'étudier le corps-sujet à travers le corps-objet. Il repose principalement sur quatre expériences corporelles : la localisation du soi (sentiment d'occuper un espace donné à un moment donné, généralement dans les limites physiques du corps), le sentiment d'appartenance du corps (sentiment que notre corps et ses parties nous appartiennent), la perspective en première personne (perspective spatiale du soi sur le monde) et le sentiment d'agentivité (sentiment d'être à l'origine de nos actions et nos pensées). Cependant, la philosophie souligne d'éventuels sauts conceptuels ou défauts théoriques rencontrés dans les conceptions neuroscientifiques du soi. Ainsi, relever le défi de l'étude du soi corporel impliquerait un travail commun interdisciplinaire afin d'homogénéiser les différents concepts (Dary et Nakul 2022).



c) Contre le dualisme cartésien

La cognition incarnée considère que la compréhension de l'ensemble des modes de connaissance du monde implique un dépassement du dualisme cartésien corps/esprit en attribuant un rôle fondateur à l'expérience sensible (Di Liberti 2022). De la même façon, elle remet en question d'autres dualismes tels que le dualisme sujet/objet ou le dualisme perception/action. Ainsi, en prêtant un rôle constitutif au système sensorimoteur pour la cognition et en insistant sur l'importance de l'intégration du sujet dans son environnement, la cognition incarnée propose aux sciences cognitives actuelles une perspective plus englobante (Léger 2022). Certains auteurs considèrent que les sciences cognitives modernes rejettent elles aussi ce dualisme cartésien, mais que le langage serait celui qui continue de séparer le corps de l'esprit et les émotions de la pensée (Cook 2018).

d) Remettre l'expérience vécue au centre du soin

Comme évoqué précédemment, la cognition incarnée remet en question la philosophie spontanément objectiviste des sciences cognitives en s'appliquant à décrire l'expérience concrète et quotidienne, vécue en première personne (Léger 2022). L'idée de prendre en compte l'expérience vécue comme une autre source de données permettrait également de mieux comprendre l'intersubjectivité (De Jaegher 2018).

### 2.1.3. Les 4E

L'appellation de la théorie 4E de la cognition a été proposée par le philosophe américain Shaun Gallagher en 2008. Elle traduit une orientation générale vers l'enracinement de la pensée dans les interactions organisme-environnement. Les 4E correspondent à différentes propriétés des processus cognitifs tels qu'ils sont appréhendés par le concept de cognition incarnée. A travers cette approche des 4E, il est ainsi proposé une réévaluation de l'intrication entre système cognitif, corps et environnement (Dupas 2022; Johnson 2018). Ainsi, la cognition incarnée propose quatre « E », quatre aspects caractéristiques de la cognition. Les 4E correspondent aux initiales de termes anglais, dont la traduction française, qui reste imparfaite, est la suivante :

- 1<sup>er</sup> E, *Embodied* : Cognition Incarnée
- 2<sup>ème</sup> E, *Extended* : Cognition Étendue
- 3<sup>ème</sup> E, *Embedded* : Cognition Enchâssée
- 4<sup>ème</sup> E, *Enactive* : Cognition Enactive

Bien qu'il existe des différences importantes entre les 4E, ils sont tous engagés dans le fait que l'expérience et la cognition sont incarnées et situées dans un contexte de vie (Candiotta 2022). Nous allons ainsi voir qu'il n'y aurait pas de raison de supposer que la cognition soit limitée par la peau ou le crâne. Il s'agira plutôt de s'intéresser au couplage cerveau-corps/environnement (Frisch, 2014).

« Bien sûr, l'intelligence humaine est incarnée et enchâssée, personne ne nie cela. La question est à quel point cela est important concernant la nature de l'intelligence » (Haugeland, 1993).

a) 1<sup>er</sup> E : Cognition Incarnée (*Embodied*)

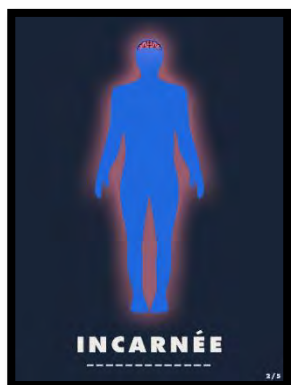


Illustration 2 : Cognition Incarnée

Le premier E que nous allons évoquer concerne l'aspect incarné de la cognition et fait référence aux processus corporels extra-crâniens de la cognition (*Illustration 2*). La dépendance aux caractéristiques physiques du corps du sujet est donc constitutive de la cognition. Toute compréhension implique une simulation corporelle : la base physique de la cognition n'est donc pas seulement le cerveau, mais aussi le corps (Candiotta 2022).

b) 2<sup>e</sup> E : Cognition Étendue (*Extended*)



Illustration 3 : Cognition Étendue

La théorie de la cognition étendue avance que l'activité corporelle et les ressources environnementales à partir desquelles le sujet agit peuvent être considérées comme des éléments constitutifs d'un processus cognitif (*Illustration 3*). Elle fait ainsi référence à la façon dont la cognition peut s'étendre, au moyen de composants ou d'outils extracorporels (Kiverstein 2018).

On peut citer de nombreux exemples tels que la canne d'une personne malvoyante, l'utilisation d'un carnet et d'un stylo pour déposer ses réflexions, la marche avec une prothèse de jambe, l'utilisation d'un smartphone, l'utilisation d'un scalpel ou encore l'utilisation d'un instrument de musique. En jouant, le musicien ne vit pas son instrument comme un objet dans le monde, mais comme un moyen d'articuler un certain état affectif, de le jouer en temps réel, pour le construire et lui donner forme (Colombetti 2018).

Le corps est ainsi considéré comme le médiateur entre les processus neuronaux et l'utilisation intelligente de l'environnement (Di Liberti 2022). Cette notion renvoie à la relation réciproque entre un sujet et son environnement, impliquée dans les processus cognitifs de base et questionnant ainsi les limites spatiales de l'esprit (Kiverstein 2018). Selon l'hypothèse de la cognition étendue, « il n'y a rien de sacré dans le crâne et dans la peau » concernant les fonctions cognitives (De Vignemont 2018, p. 389). La cognition est *étendue* dans la mesure où nous déchargeons certaines opérations et contenus cognitifs sur (ou dans) des aspects de notre environnement tels que des livres, des ordinateurs, des panneaux, etc (Johnson 2018). Des dispositifs technologiques peuvent ainsi

externaliser les processus mentaux au-delà « de la peau et du crâne » du sujet vers l'environnement. Le sujet optimise alors ses capacités cognitives en mettant à profit des éléments de son environnement. Le point essentiel est que le dispositif technologique externe n'est pas utilisé consciemment comme un outil.

L'utilisation répétée de l'outil par le sujet et l'interdépendance entre le sujet et l'outil constituent des interactions récursives, qui rendent l'outil progressivement « transparent ». Le maintien de ces interactions dans le temps, pour atteindre un certain résultat cognitif, aboutissent ainsi à un système cognitif ayant à la fois une composante corporelle et une composante extracorporelle (Clark & Chalmers, 1998). Contrairement à l'énonciation qui sera décrit plus loin, la conception étendue maintient la centralité du sujet qui, tout en étendant sa cognition grâce aux outils technologiques, détient le contrôle de son corps (Candiotta 2022). Par ailleurs, en cas de menace pour l'intégrité de ce système, le corps restera prioritaire à l'outil (Rowlands, 2010).

c) 3<sup>e</sup> E : Cognition Enchâssée (*Embedded*)

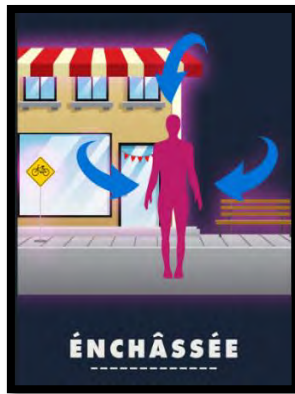


Illustration 4: Cognition Enchâssée

La boucle action-perception est un modèle conceptuel décrivant l'interaction constante entre la perception sensorielle (interprétation des stimuli) et les actions motrices (réponses et mouvements) dans le traitement de l'information et l'adaptation au monde environnant. La cognition enchâssée insiste sur le couplage de l'organisme au monde par le biais de ses boucles perception-action, dont le corps est le support. La cognition est enchâssée dans la mesure où elle naît de ses interactions réciproques avec l'environnement physique et social (Johnson 2018). Le vivant peut être compris comme un système dynamique global et complexe dans lequel l'esprit, le cerveau, l'organisme et l'environnement sont intégrés et entrelacés (Frisch, 2014), comme illustré dans l'illustration 4.

Une nuance est parfois faite entre la cognition enchâssée (*embedded*), qui porte une attention particulière au corps et à l'environnement dans la détermination de la cognition, et la cognition située (*situated*) qui se caractérise par une plus grande attention portée aux aspects sociaux et culturels de la cognition (Candiotta 2022).

#### d) 4<sup>e</sup> E : Cognition Enactive

« Il n'y a pas de perception qui ne se prolonge en mouvement. » (Bergson, 1939).

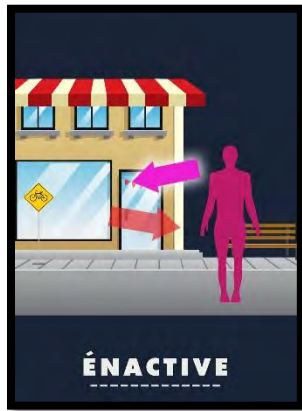


Illustration 5: Cognition Enactive

*To enact* signifie « faire émerger, faire advenir, instituer ». Francisco Varela a dédié un chapitre de son ouvrage *The Embodied Mind* (1991) au concept d'énaction. Il y décrit l'énaction comme l'étude de la manière dont le sujet percevant parvient à guider ses actions dans une situation locale. La cognition y est comprise comme l'avènement conjoint d'un monde et d'un esprit à partir de l'histoire des diverses actions qu'accomplit un être dans le monde. La cognition est énactive dans le sens où elle crée du sens et de la pensée en établissant un engagement actif du sujet dans et avec son environnement (*Illustration 5*). Elle peut en effet produire des effets dans le monde en envoyant des commandes aux systèmes musculaires du corps pour bouger de façons particulières. La connaissance est donc spécifique à l'action, elle se met en acte (Smith et Semin 2007).

Si l'énaction fait référence au processus par lequel la cognition et le monde se co-déterminent à partir du corps et de ses facultés sensori-motrices, cela signifie qu'elle ne se réduit donc pas à la simple activation sensorimotrice, décrite classiquement comme une « boucle perception-action » (Léger 2022, p. 89). Ainsi, la perception ne serait pas quelque chose de passif qui nous arrive mais bien un processus actif, quelque chose que nous faisons. Elle est toujours enchevêtrée avec des possibilités d'action spécifiques (Varela et al. 1991). La perception et l'action qui soutiennent le couplage avec l'environnement sont donc considérées comme indissociables. Elles ont une relation d'influence causale mutuelle et continue sur l'une et l'autre, au moyen de canaux sensoriels qui permettent l'acquisition de connaissances (Di Paolo & De Jaegher, 2012; Samuel & Sengupta, 2005). Cette notion renvoie à une approche écologique de la perception proposée à James J. Gibson (1979), qui reconnaissait une continuité de la perception et de l'action, considérant le système organisme-environnement comme une unité d'analyse.

Le concept d'énaction trouve aujourd'hui une base physiologique dans les recherches sur les neurones miroirs (Bimbenet, 2011). Les neurones miroirs sont des neurones qui s'activent lorsqu'un individu exécute une action, mais également lorsqu'il est immobile et perçoit en spectateur une action similaire effectuée par un autre individu. Ils sont impliqués dans la compréhension de l'action : le sens est attribué à une action observée en lui faisant emprunter les mêmes circuits neuronaux que ceux qui auraient pu la générer. Ces derniers seraient ainsi le substrat neurophysiologique de l'intersubjectivité en tant qu'intercorporalité (de Gelder, 2023).

Le geste est donc appréhendé comme une dimension constitutive de la cognition, et non comme un produit de la cognition. On peut prendre pour exemple les gestes utilisés par une personne au téléphone. Bien que deux personnes qui communiquent par téléphone ne se voient pas, il a été observé qu'elles utilisaient, malgré tout, des gestes pour appuyer leur communication verbale (Fischer, 1994). De la même manière, si l'on demande à des enfants de résoudre collectivement des problèmes de mathématiques, leur interdire de faire des gestes les handicaperait dans leur capacité de résolution de problème (Goldin-Meadow et al., 2001). Les gestes semblent ainsi structurer le travail cognitif.

#### 2.1.4. Notions satellites

##### a) Neuro-développement de l'enfant

Le neuro-développement de l'enfant, notamment celui de la cognition, est indissociable de la question corporelle. En effet, selon le philosophe britannique David Hartley dans ses *Observations* (1749), l'enfant serait un corps avant de devenir un corps avec un esprit (Taranto 2022, p. 49). Ainsi, la première chose qu'un sujet doit apprendre consciemment, c'est ce que son corps peut faire (Saegusa et al., 2009). Par exemple, la marche est cruciale pour le développement cognitif du nourrisson (Smith et Thelen 1994).

Dans son travail sur le développement sensori-moteur de l'enfant, Angré Bullinger avance que les représentations sensorimotrices sont caractéristiques du début du développement et sont indissociables des fonctionnements sensori-moteur. Il considère que le corps est représentation de l'organisme, objet matériel du milieu sur lequel la cognition opère. L'activité cognitive peut se caractériser comme visant à extraire de l'interaction entre l'organisme et son milieu un ensemble de régularités qui vont permettre d'en régler le cours. Des faits biologiques, physiques, sociaux et cognitifs vont sans cesse imposer des ajustements de la représentation de l'organisme par le corps. Son travail s'inscrit dans la continuité de Piaget pour qui, durant la période sensori-motrice, l'objet de connaissance est essentiellement constitué par les interactions que l'organisme constitue avec son milieu. Toujours en faveur du rôle crucial du corps dans le développement des fonctions cognitives, les aspects posturaux du bébé, notamment via la position de la tête, conditionnent la façon dont il peut découvrir le monde et être présent à son environnement. Pour André Bullinger, la fonction tonico-posturale permet au bébé l'usage de l'organisme comme support d'actions matérielles mais aussi comme moyen d'expression vers son milieu. Le regard se développe comme moyen d'échange avec son milieu. Cette élaboration instrumentale n'est possible que si un équilibre existe entre l'état tonique de l'enfant et les entrées sensorielles et motrices. Cet équilibre sensorio-tonique conditionnerait tout le développement de l'enfant. Il précise qu'à chaque niveau de développement, à l'image de l'aspect étendu de la cognition, l'enfant fait sien son organisme, mais aussi des objets et des savoirs de son milieu. De plus, en accord avec la cognition éactive, il décrit que les coordinations entre diverses boucles sensori-motrices rendraient possibles des représentations qui n'auraient pour caractéristique de n'être présentes que lorsque l'action est engagée, en ayant le mouvement pour support. Les représentations sensorimotrices sont donc centrées sur le mouvement et les sensations et existeraient exclusivement dans l'action (Bullinger, 2004).

##### b) Cognition sociale incarnée

La cognition incarnée est également proposée dans le champ de la cognition sociale, qui avait par ailleurs manifesté son intérêt pour l'interaction entre le corps et la cognition bien avant l'introduction des approches de cognition incarnée (Alexopoulos 2022). Barsalou et ses collaborateurs (2003) ont proposé la notion de cognition sociale incarnée pour se référer au fait que des états corporels tels que des postures, des mouvements de bras et des expressions faciales émergent au cours des interactions sociales et jouent un rôle central dans le traitement de l'information sociale. Ils qualifient ainsi la synchronie comportementale entre partenaires

d'interactions comme d'ingrédient du lien social. De Jaegher et Di Paolo (2007) avancent même que les interactions incarnées sont à la base de toute action sociale que nous entreprenons.

La synchronie interactionnelle est un concept qui décrit la manière dont les individus interagissent de manière coordonnée sur le plan émotionnel et comportemental. Les individus ajustent leurs actions, leurs paroles et leur comportement pour s'adapter à ceux des autres personnes avec lesquelles ils interagissent, et ce dès les interactions mère-bébé. En effet, cette synchronisation interactionnelle serait déjà apparente chez les nouveau-nés (Meltzoff & Moore, 1983), contribuant notamment à un style d'attachement sécure du bébé vis-à-vis de sa mère (Isabella & Belsky, 1991).

Dans les interactions sociales, la synchronie opère indépendamment de notre attention, elle apparaît spontanément, échappant souvent à notre attention. Des exemples en sont les alignements des postures corporelles des personnes lors de conversations rapprochées (Grammer, Kruck et Magnusson 1998). Par exemple, les marcheurs en groupe ont tendance à synchroniser leur démarche. L'exemple le plus frappant reste probablement celui de la synchronie interactionnelle entre musiciens, qui sera développée dans la partie « Musique et Cognition incarnée ». En outre, la synchronie sociale apparaît indépendamment du traitement conscient de l'information. Le fait que les individus en interaction ignorent leur synchronie suggère que les interactions sociales ont une composante indépendante des plans d'action intentionnels. En sociologie, Bourdieu (1979) insistait également sur la dimension corporelle des comportements sociaux, qui permettrait une connaissance immédiate *par corps*, assurant ainsi une compréhension pratique différente de l'acte intentionnel de déchiffrement conscient classiquement associé à l'idée de compréhension.

#### 2.1.5. Limites du concept de cognition incarnée

Depuis sa naissance, la cognition incarnée fait l'objet de profonds débats épistémologiques, au point qu'il est encore difficile d'en trouver une définition unifiée. Ainsi, une des limites de ce concept théorique réside dans son hétérogénéité épistémologique et méthodologique. En effet, la synthèse des nombreux écrits épars concernant la cognition 4E reste imparfaite. Elle correspond ainsi à ce jour davantage à un espace de discussion questionnant les interactions entre la cognition, le corps et l'environnement plutôt qu'à un modèle unifié (Di Liberti et Léger 2022, pp. 7-8). Les scientifiques se retrouvent alors confrontés à une grande variété de théories se chevauchant, dont certaines sont contradictoires, avec notamment des termes similaires pour différents mécanismes et des termes différents pour des mécanismes similaires. Ces débats dépendent notamment des axiomes préalables dans l'étude et dans la définition de la cognition. Ce large éventail théorique conduit à une confusion générale au sein et entre les disciplines, ce qui est problématique pour une perspective de recherche unitaire (Weber et Vosgerau 2018). De plus, le concept de cognition incarné semble avoir parfois été utilisé de façon abusive. Enfin, il semble y avoir une certaine stagnation des avancées dans ce champ de recherche. L'érosion parfois soulignée du concept de cognition incarnée a conduit ses détracteurs, en sciences cognitives et en phénoménologie, à pointer du doigt ce projet de recherche comme ne menant qu'à des impasses conceptuelles (Alexopoulos 2022).

### Conclusion : la cognition incarnée pour une approche centrée sur l'expérience corporelle des processus cognitifs

La cognition incarnée propose un regain d'humilité concernant les ambitions neuroscientifiques, sans basculer pour autant vers un relativisme inopérant. De plus, elle a le mérite de chercher à remettre l'expérience vécue au centre des sciences cognitives. En revanche, elle ne nie pas l'importance des représentations abstraites pour la cognition humaine mais alerte plutôt sur le risque de négligence des mécanismes corporels fondamentaux de la cognition humaine si nous nous concentrons exclusivement sur la cognition représentationnelle. Ainsi, elle avance que pour comprendre ces mécanismes, il serait nécessaire d'appréhender les processus cognitifs comme étant incarnés, étendus, enchâssés et énatifs afin de comprendre ces mécanismes.

Le cadre théorique de la cognition incarnée présente cependant certaines limites, la principale étant sa grande hétérogénéité et la multiplicité des débats à son sujet. Cette diversité s'apparente davantage à différentes manières d'étudier la cognition qu'à des concepts aux contours distincts. Afin d'éviter la multiplication de thèses omnidirectionnelles et floues sur le vaste sujet du couplage entre le cerveau, le corps et l'environnement, il conviendrait de préciser la cible explicative de ces débats. C'est dans cet objectif que nous avons fait le choix d'utiliser l'outil descriptif des 4E de la cognition incarnée pour poursuivre ce travail. Enfin, des éléments de la cognition incarnée ont été étudiés dans divers domaines, notamment celui de la compréhension des pathologies psychiatriques telles que la schizophrénie (de Haan et Fuchs 2010; De Jaegher 2018). La partie suivante propose ainsi une présentation de la littérature cognitive incarnée au regard de la schizophrénie.

## 2.2. Cognition incarnée et schizophrénie, revue narrative

### 2.2.1. Méthode

#### a) Procédé de sélection des articles

La partie suivante consiste en une revue narrative sur la question du concept de cognition incarnée pour appréhender les troubles cognitifs dans la schizophrénie. La méthode de sélection des articles a été la suivante:

PubMed a été la base de données utilisée, en recherchant les articles qui comprenaient dans leur titre ou leur résumé les mots clés « schizophrénie » (ou le préfixe « schizo », ou l'adjectif « schizophrénique ») et « cognition incarnée » en anglais (*(schizophrenia or schizo or schizophrenic) and embodiment*). Les articles ont été inclus lorsqu'ils traitaient spécifiquement les mots clés. Les critères d'exclusion ont été les suivants : les doublons, les articles ne traitant pas spécifiquement la cognition incarnée et la schizophrénie, les articles concernant exclusivement les symptômes positifs et les articles qui ne concernaient pas la cognition mais plutôt les notions du soi et de l'agentivité.

#### b) Résultats

Nous avons obtenu 64 articles, entre 1993 et septembre 2023. La première étape a consisté à enlever les éventuels doublons ou hors sujets, ce qui n'a été le cas d'aucun des articles. Par la suite, 11 articles ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la schizophrénie, et 14 ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la cognition incarnée. Nous avons ensuite exclu 14 articles parce qu'ils ne développaient pas l'aspect cognitif de la cognition incarnée mais plutôt la notion d'agentivité ou de soi dans la schizophrénie. Enfin, 2 autres articles n'ont pas été utilisés dans la mesure où ils abordaient exclusivement les symptômes positifs de la schizophrénie. Ainsi, 23 articles ont été sélectionnés pour constituer le corps du texte (*Figure 2*). Par ailleurs, des références citées dans ces articles ont également été utilisées afin d'appuyer et d'articuler la séquence narrative de cet exposé.

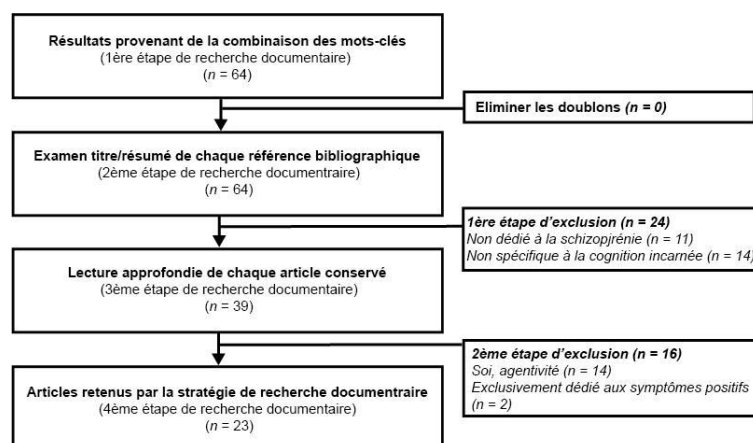


Figure 2 : Diagramme de flux de la revue narrative de la littérature concernant la cognition incarnée et la schizophrénie



### 2.2.2. Contexte

La cognition incarnée appliquée au contexte de la schizophrénie suggère que les troubles cognitifs observés chez les personnes schizophrènes pourraient être influencés par leur perception corporelle et leur interaction avec le monde. Les troubles cognitifs dans la schizophrénie seraient donc liés à des altérations dans la manière dont les personnes perçoivent et interagissent avec leur propre corps et leur environnement. Sur le plan phénoménologique et clinique, certains auteurs avancent même que les concepts fondamentaux pour la compréhension de la schizophrénie auraient une dimension corporelle (Haan et Fuchs 2010).

Selon la revue de la littérature de Tschacher et son équipe, les données théoriques et empiriques étaient, déjà en 2017, en faveur de l'utilisation du concept de cognition incarnée pour une meilleure compréhension des déficits cognitifs caractérisant la schizophrénie. Par ailleurs, cette approche suggère de nouvelles stratégies thérapeutiques par le biais de psychothérapies et d'interventions centrées sur le corps (Tschacher, Giersch et Friston 2017). Ainsi, l'approche en cognition incarnée et les thérapies incarnées associées se concentrent sur la connexion corps-esprit et permettent d'imaginer des applications concrètes dans l'objectif de réduire les symptômes, mais également d'accroître le bien-être individuel des personnes schizophrènes (L. Martin et al., 2016).

### 2.2.3. Schizophrénie et Cognition 4E

#### a) 1<sup>er</sup> E : Cognition Incarnée

La majorité des personnes schizophrènes présente des perturbations motrices mais celles-ci ont tendance à être négligées dans les soins cliniques (L. Martin et al., 2022). Or, les dysfonctionnements sensorimoteurs seraient étroitement associés à la psychopathologie schizophrénique, notamment dans sa dimension cognitive (L. A. L. Martin et al., 2016; Röhrich & Priebe, 2006). Contrairement aux théories neuropsychologiques classiques qui attribuent le trouble fondamental de la maladie à des processus cognitifs d'ordre supérieur comme la théorie de l'esprit ou la méta-représentation (Frith, 2015), l'approche phénoménologique attribue ces difficultés à un niveau inférieur, insistant sur les anomalies fondamentales en lien avec le rapport au corps et le rôle du corps dans le rapport au monde (Fuchs & Schlimme, 2009; Sass & Parnas, 2003). En effet, selon l'approche en cognition incarnée, la posture et le mouvement du corps ne se contenteraient pas de refléter l'affect et la cognition mais les influenceraient considérablement (Fuchs & Koch, 2014). En conceptualisant le corps, l'esprit, l'action et la perception comme une unité, les chercheurs en cognition incarnée soulignent la nécessité de cibler le domaine des expériences corporelles comme moyen préférentiel pour favoriser un impact thérapeutique sur les émotions et le comportement. Ceci est particulièrement valable dans le cas de la schizophrénie, où le dialogue verbal peut être difficile (Röhrich 2009; Schulze et al. 2021; Tschacher, Rees et Ramseyer 2014).

En outre, sur le plan empirique, l'efficacité de la psychothérapie axée sur le corps dans la schizophrénie a été étayée par des études contrôlées randomisées. D'une part, en 2006, un essai contrôlé randomisé avait été proposé pour évaluer l'efficacité de la thérapie centrée sur le corps (BPT). 24 patients avaient suivi le programme de la BPT et avaient été comparés à 21 témoins. L'étude avait conclu en faveur de l'efficacité de ce type de thérapie sur les symptômes négatifs chez les personnes schizophrènes (Röhrich & Priebe, 2006). Cette même équipe a réalisé un protocole

similaire en 2016, sur un plus large échantillon de patients et de façon multicentrique. Le groupe de psychothérapie corporelle était comparé à un groupe recevant des cours de pilâtes. Aucune différence significative entre le groupe BPT et le groupe pilâtes n'avait été retrouvée (Priebe et al., 2016).

En 2010, Röhricht et Papadopoulos ont développé un manuel de traitement basé sur la psychothérapie corporelle. Ce dernier s'est avéré efficace pour diminuer les symptômes négatifs dans la schizophrénie. Par la suite, dans une étude menée à l'Université de Heidelberg entre 2012 et 2015 dans le cadre du projet européen « TESIS », l'équipe de Martin a reproduit les résultats de Röhricht. Ainsi, une augmentation supplémentaire du bien-être dans les auto-évaluations des patients a été constatée (Martin et al. 2016).

Par ailleurs, en utilisant le manuel de Röhricht et Papadopoulos, et dans le souci de renforcer la robustesse des résultats de 2006, Martin et son équipe ont discuté des résultats du projet TESIS et également réalisé une étude similaire à celle 2006, sur un plus large échantillon de patients et de façon multicentrique. La thérapie par la danse et le mouvement (DMT) a été associée à la thérapie centrée sur le corps (BPT) pour le groupe expérimental. Ce groupe de 44 patients a été comparé à 24 témoins, recevant leur traitement usuel. Les patients recevant une thérapie par le mouvement présentaient des scores de symptômes négatifs significativement inférieurs (score total SANS, effet émoussé, attention). La taille d'effet était modérée et la réduction moyenne des symptômes dans le groupe de traitement était de 20,65 %. L'étude a ainsi conclu à l'efficacité des thérapies incarnées, telles que le BPT/DMT, suggérant un net intérêt à les intégrer aux soins usuels des personnes schizophrènes (Martin et al. 2016). Il est à noter qu'Isabelinha et son équipe ont rapporté une absence d'amélioration de l'abolition dans la schizophrénie dans leur revue de la littérature (Isabelinha et al., 2023). Néanmoins, deux revues de la littérature ont également soutenu l'idée selon laquelle la DMT serait un modèle de traitement prometteur dans les schizophrénies (Biondo, 2023), notamment sur les troubles cognitifs (Millman et al., 2021).

#### b) 2<sup>e</sup> E : Cognition Étendue

Peu de publications ont été retrouvées dans littérature concernant la schizophrénie et la cognition étendue. On peut cependant citer l'étude de Ferroni et ses associés qui proposent l'hypothèse que la perturbation primaire du soi corporel est considérée comme une caractéristique essentielle de la schizophrénie. Ils avancent que le soi « désincarné » pourrait être soutenu par des processus d'intégration multisensorielle inefficaces. En effet, ces derniers se produiraient normalement dans l'espace péripersonnel, un secteur plastique de l'espace entourant le corps et dont l'étendue serait modifiée dans la schizophrénie. Ils ont proposé l'utilisation d'outils pour expérimenter l'éventuelle plasticité de cet espace. Leurs résultats ont confirmé un espace péripersonnel plus étroit dans la schizophrénie et suggéraient que l'intégration multisensorielle au moyen d'outils pouvait moduler ce dernier (Ferroni et al., 2022). Ce domaine est donc davantage exploré du côté de la phénoménologie par les investigations de la distinction soi / non soi décrite comme perturbée dans la schizophrénie. Le parallèle avec les sciences cognitives semblerait donc encore délicat à ce jour (Mishara & Fusar-Poli, 2013).

c) 3e E : Cognition Enchâssée

La perception serait perturbée dans la schizophrénie (Uhlhaas & Silverstein, 2005). Par ailleurs, selon Fuchs et son équipe, le lien intime avec le monde serait médiatisé par le corps vécu. La notion de « perception incarnée » avance ainsi que pour une perception donnée, il existe une composante active intentionnelle et gnosique et une composante corporelle préréflexive (Fuchs, 2005).

De plus, l'inférence perceptuelle est un processus cognitif par lequel notre cerveau interprète et comprend les informations sensorielles que nous recevons de notre environnement. Cela concerne principalement la façon dont nous percevons, organisons et interprétons les stimuli sensoriels tels que la vision, l'ouïe, le toucher, le goût et l'odorat. Elle joue un rôle essentiel dans notre capacité à comprendre et à interagir avec le monde qui nous entoure. Les personnes atteintes de schizophrénie peuvent présenter des altérations importantes de l'inférence perceptuelle. En effet, elles peuvent présenter une altération du *timing* dans le traitement des stimuli et avoir des difficultés à traiter efficacement les informations sensorielles. Cela pourrait entraîner des problèmes de concentration, de cohérence dans la perception, d'organisation des stimuli sensoriels et d'appréciation de l'environnement (Delevoe-Turrell, Wilquin et Giersch 2012; Tschacher, Giersch et Friston 2017; Turgeon et al. 2012).

La cognition incarnée amène l'idée qu'une grande partie de l'inférence perceptuelle reposerait sur la sélection du bon type de preuve sensorielle, c'est-à-dire la bonne information provenant de l'environnement par le système perceptuel. Cela correspond au comportement épistémique ; c'est-à-dire choisir la bonne manière de déployer nos sens pour avoir une prise optimale sur le monde (Bruineberg & Rietveld, 2014). Ainsi, il est possible que le fonctionnement cognitif psychotique soit déjà perturbé à un niveau élémentaire, empêchant les personnes schizophrènes de prédire et de suivre les signaux sensoriels d'instant en instant (Lalanne, van Assche et Giersch 2012).

d) 4e E : Cognition Enactive

La psychopathologie de la schizophrénie serait associée à des dysfonctions sensori-motrices. En effet, une partie des articles confirmait l'atteinte de la corporéité dans la schizophrénie. Par exemple une étude de 2011 s'était intéressée au lien entre le mouvement corporel et les symptômes de la schizophrénie. Cette étude comparait l'activité motrice chez des personnes schizophrènes et chez des témoins sains. L'activité motrice avait été évaluée par un actigraphe au poignet droit. L'actigraphe mesure l'activité motrice à l'aide d'un accéléromètre piézoélectrique programmé pour enregistrer l'intégration de l'intensité, de la quantité et de la durée du mouvement dans toutes les directions. Selon les données actigraphiques, les personnes schizophrènes présentaient un trouble du mouvement plus élevé que les patients dépressifs et les témoins sains (Hauge et al., 2011).

Par ailleurs, le concept d'affordance est issu des sciences cognitives et a été popularisé par James J. Gibson dans les années 1970. L'idée est que la simple perception d'un objet potentialise une action associée. Notre environnement nous envoie des indices, que nous captions par le biais de nos perceptions, et ces indices nous guident vers différentes possibilités d'actions avec les objets ou l'environnement. Il se réfère donc à la manière dont les objets ou l'environnement suggèrent naturellement des actions possibles aux utilisateurs en fonction de leurs caractéristiques

perceptuelles. Par exemple, une poignée de porte pourra suggérer par sa forme, l'action de tirer ou de pousser la porte en question. Le lien étroit entre la perception et l'action que suggère la notion d'affordance est en adéquation avec la version Enactive de la cognition en 4E.

Enfin, les difficultés perceptuelles pourraient contribuer à expliquer les difficultés des personnes schizophrènes dans leurs actions. La capacité à percevoir les affordances serait dysfonctionnelle chez ces personnes (Sevos et al. 2016), comme Kim et Effken l'ont confirmé dans deux études conduites dans leur laboratoire. Un dysfonctionnement de l'affordance pourrait ainsi induire des comportements irrationnels comme parfois retrouvés dans la schizophrénie (Kim et Effken 2022). Les sujets étant privés d'une partie des informations issues de l'environnement, les activités de la vie quotidienne nécessiteraient en conséquence l'implication de processus cognitifs supérieurs plutôt que de processus sensorimoteurs de niveau inférieur. Ceci nous invite à considérer l'intérêt de l'aspect corporel des processus cognitifs pour la compréhension des difficultés cognitives des personnes schizophrènes et ainsi de l'utilisation de concepts et de méthodes issus des théories de la cognition incarnée dans ce domaine de recherche (Sevos et al. 2016). La cognition ainsi désincarnée dans la schizophrénie amènerait les personnes qui souffrent de cette pathologie à se vivre comme spectatrices de leurs perceptions, de leurs actions et de leurs pensées (Stanghellini, 2009).

#### 2.2.4. Cognition sociale et perception temporelle

##### a) Cognition sociale

- Une cognition sociale incarnée

Les cognitions sociales représentent un enjeu dans l'accompagnement des personnes schizophrènes. En effet, une majorité de personnes vivant avec une schizophrénie expérimentent des difficultés dans les relations sociales (Savla et al., 2013). Par ailleurs, leur impact négatif sur la qualité de vie des personnes schizophrènes est facilement observable dans la pratique clinique (McCann & Clark, 2004). Il serait par ailleurs possible que ces troubles de la cognition sociale favorisent d'autres troubles cognitifs (Cacioppo & Hawley, 2009).

Dans leur revue de la littérature concernant les applications de la cognition incarnée pour la schizophrénie, Tschacher et son équipe se sont intéressés aux applications de la cognition incarnée à la cognition sociale. Ils ont fait l'hypothèse que le comportement moteur influencerait tacitement les processus mentaux sous la forme d'une synchronie interactionnelle. Ce concept évoqué précédemment place effectivement le corps au centre de l'interaction sociale. Ces développements théoriques et empiriques apportent toute une série d'implications pour la recherche et le traitement de la schizophrénie.

Par ailleurs, Galbusera et son équipe ont exploré les aspects de la théorie phénoménologique selon laquelle les symptômes négatifs devraient être compris comme une perturbation globale de la subjectivité et de l'intersubjectivité et ont proposé un protocole dans lequel 16 personnes schizophrènes bénéficiaient de 10 semaines de thérapie centrée sur le corps. Une efficacité sur les symptômes négatifs et la synchronie interactionnelle a été observée. Les deux ont été améliorés de façon significative. En outre, les auteurs ont exploré la corrélation entre les symptômes négatifs et

la synchronie interactionnelle et ont trouvé qu'ils seraient inversement corrélés (Galbusera et al., 2018). En effet, les capacités d'imitation seraient également perturbées dans la schizophrénie (Rudolph et al., 2022).

Sur le plan expérimental, une étude cas-témoin réalisée en 2021 s'est intéressée à l'improvisation socio-motrice dans le cas de la schizophrénie. L'improvisation socio-motrice est définie comme la capacité d'improviser des gestes lors d'une interaction sociale pour favoriser une communication soutenue et une attention partagée. En utilisant un paradigme récemment introduit pour étudier l'improvisation conjointe, appelé « jeu de miroir », Salesse et son équipe ont enregistré les mouvements des mains de deux personnes se reflétant, et ont comparés les résultats entre un groupe de personnes vivant avec une schizophrénie et un groupe de témoins sains. Les résultats ont rapportés que l'improvisation socio-motrice était altérée chez les personnes schizophrènes. Les auteurs suggéraient par ailleurs que des travaux sur la synchronie interactionnelle seraient pertinents pour favoriser l'improvisation socio-motrice et ainsi améliorer les compétences sociales dans un contexte clinique (Salesse et al., 2021).

Enfin, la revue de la littérature de Tschacher et son équipe a conclu que les difficultés sur le plan de la cognition sociale pouvaient être considérées comme une désincarnation de la communication. En effet, le couplage entre le corps et le langage serait altéré dans la schizophrénie, aboutissant à un langage qui serait lui aussi désincarné (Coulson et Lai 2015; Tonna et al. 2023; Zakowicz, Skibińska et Pawlak 2022). Cette publication soutient ainsi que la pertinence de l'utilisation du concept de cognition incarnée dans le champ de difficultés cognitives liées à la schizophrénie serait également valable pour le champ de la cognition sociale (Tschacher, Giersch et Friston 2017).

- Rôle des émotions

Le lien entre la cognition, notamment la cognition sociale, et les émotions est aujourd'hui admis (Adolfi et al., 2017). L'incarnation émotionnelle souligne l'importance des facteurs intéroceptifs et somatosensoriels dans les processus émotionnels. De plus, elle permettrait de naviguer dans des situations complexes sur le plan des cognitions sociales (Torregrossa et al., 2019). Or, les états émotionnels et corporels seraient découplés dans la schizophrénie (Sevos, Grosselin, Fedotova et al. 2016; Torregrossa et al. 2023).

Sur le plan expérimental, Torregrossa et son équipe se sont donc demandés si l'incarnation émotionnelle était perturbée chez les personnes schizophrènes. Pour cela, ils ont comparé 26 personnes schizophrènes à 26 témoins en leur proposant un outil cartographique topographique informatisé (« EmBODY »). Cet outil avait pour fonction d'indiquer, sur un contour corporel, l'endroit où les participants ressentaient des sensations corporelles tout en éprouvant une émotion. Les cartes corporelles des émotions étaient anormales dans le groupe des patients, puisqu'indifférenciées selon les émotions. D'autre part, par rapport au groupe témoin, les patients ont signalé des sensations corporelles moins discrètes et moins claires à travers les émotions. Ces résultats suggèrent des déficits dans la liaison des sensations corporelles aux différentes d'émotions. Enfin, une incarnation émotionnelle perturbée pourrait contribuer à un mauvais fonctionnement social. À l'instar de la cognition incarnée, les sensations corporelles anormales des émotions pourraient donc constituer une cible prometteuse pour de futures interventions psychosociales (Torregrossa et al., 2019).

## b) Perception temporelle

La perception temporelle est une fonction cognitive qui se rapporte à la manière dont notre cerveau perçoit et organise le temps. Elle joue un rôle important dans la planification et l'organisation du temps et ainsi dans la compréhension du rythme et de la séquentialité des événements et intervient donc dans de nombreuses activités de la vie. La perception temporelle et le traitement du temps (*timing*) seraient perturbés dans la schizophrénie. Le traitement du rythme le serait également (Honda et al., 2023). Cette altération du *timing* dans le traitement des stimuli retrouvé dans la schizophrénie pourrait être associée à la dysfonction sensori-motrice retrouvée dans la psychopathologie schizophrénique (Tschacher, Giersch et Friston 2017).

Par ailleurs, la fenêtre de liaison temporelle est un concept neuroscientifique qui se réfère à la période temporelle pendant laquelle le cerveau intègre des informations sensorielles provenant de différentes modalités sensorielles en une expérience perceptuelle unifiée. D'une part, les résultats de l'étude qualitative menée par Rossetti et son équipe en 2020 ont conclu en faveur du fait que la prédiction motrice et/ou le déficit de la fenêtre de liaison temporelle pouvaient altérer le sentiment d'incarnation et la représentation corporelle dans la schizophrénie (Rossetti et al., 2020). D'autre part, l'étude qualitative de McCann et Clark citée précédemment, questionnant l'expérience vécue de jeunes patients atteints de schizophrénie, avait également rapporté le thème de la temporalité incarnée, avec des particularités concernant l'expérience du temps vécu chez les personnes schizophrènes (McCann & Clark, 2004).

## Conclusion : une cognition désincarnée dans la schizophrénie

La cognition incarnée appliquée au contexte de la schizophrénie suggère que les troubles cognitifs observés chez les personnes atteintes de schizophrénie seraient influencés par leur perception corporelle et par le rôle du corps dans leur interaction avec le monde. En effet, la majorité des personnes vivant avec une schizophrénie présenteraient des perturbations sensorimotrices qui seraient étroitement associées à la psychopathologie schizophrénique, notamment dans sa dimension cognitive.

Ainsi, la cognition 4E soutient qu'une perturbation de l'inférence perceptuelle chez les personnes souffrant de schizophrénie, notamment une altération du rythme et du *timing* dans le traitement des stimuli, serait à l'origine difficultés à traiter efficacement les informations sensorielles et entraînerait ainsi des problèmes de concentration, de cohérence dans la perception, d'organisation des stimuli sensoriels et d'appréciation de l'environnement. Ces difficultés perceptuelles pourraient également contribuer à expliquer les difficultés des personnes atteintes de schizophrénie dans leurs actions. En effet, la capacité à percevoir les affordances serait dysfonctionnelle chez les patients atteints de schizophrénie. En privant le sujet d'une partie des informations issues de l'environnement, cette perturbation des affordances imposerait de recourir à des processus cognitifs de niveau supérieur, plutôt que des processus sensorimoteurs de niveau inférieur, et entraverait les personnes schizophrènes dans les activités de la vie quotidienne. Les personnes schizophrènes se vivraient ainsi comme spectatrices de leurs perceptions, de leurs actions et de leurs pensées.

Par ailleurs, la cognition incarnée place le corps au centre de l'interaction sociale. Elle fait l'hypothèse que le comportement moteur influencerait tacitement les processus mentaux sous la forme d'une synchronie interactionnelle. La cognition incarnée suggère ainsi que les difficultés sur le plan de la cognition sociale rencontrées dans la schizophrénie puissent être considérées comme une désincarnation de la communication. En effet, les personnes schizophrènes présenteraient une perturbation de la synchronie interactionnelle et de l'improvisation socio-motrice qui seraient inversement corrélées avec les symptômes négatifs. De même, des résultats empiriques suggèrent que la synchronisation favoriserait l'improvisation socio-motrice et que ce lien puisse être un concept clé pour améliorer les compétences sociales dans un contexte clinique. En somme, l'utilisation du concept de cognition incarnée serait également pertinente pour appréhender les difficultés cognitives sociales expérimentées par les personnes schizophrènes.

Pour conclure, les données théoriques et empiriques semblent en faveur de l'utilisation du concept de cognition incarnée pour une meilleure compréhension des déficits cognitifs caractérisant la schizophrénie. Elles suggèrent ainsi que des programmes de soins engageant le corps puissent être un outil de remédiation cognitive pertinent pour les personnes atteintes de schizophrénie. Puisque nous avons fait l'hypothèse que la pratique musicale impliquerait un engagement corporel et que ce dernier serait le substrat de son effet cognitif, nous allons maintenant nous intéresser à l'éclairage apporté par la cognition incarnée concernant la compréhension des effets cognitifs de la musique et, plus particulièrement, de la pratique musicale.

## 2.3. Cognition incarnée et musique, revue narrative

### 2.3.1. Méthode

#### a) Procédé de sélection des articles

La partie suivante consiste en une revue narrative sur la question du concept de cognition incarnée pour appréhender les effets cognitifs de la pratique musicale, dont la méthode de sélection d'articles est la suivante :

PubMed a été la base de données utilisée, en recherchant les articles qui comprenaient dans leur titre ou leur résumé les mots clés « musique » (ou l'adjectif « musical ») et « cognition incarnée » en anglais (*(music or musical) and embodiment*). Les articles ont été inclus lorsqu'ils traitaient spécifiquement les mots clés. Les critères d'exclusion ont été les suivants : les doublons, les articles ne traitant pas spécifiquement la cognition incarnée et la musique et les articles qui ne concernaient pas la cognition mais plutôt les notions du soi.

#### b) Résultats

Nous avons obtenu 61 articles, entre 1992 et septembre 2023. La première étape a consisté à enlever les éventuels doublons ou hors sujets. Aucun doublon n'a été identifié, cependant 3 articles ont été exclus parce qu'ils ne concernaient aucun des mots clés. Par la suite, 14 articles ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la musique et 16 ont été exclus car ils ne concernaient pas spécifiquement la cognition incarnée. Enfin 1 article a été exclu dans la mesure où il développait la notion de soi mais pas l'aspect cognitif de la cognition incarnée. Ainsi, 27 articles ont été sélectionnés pour constituer le corps du texte (*Figure 3*). Par ailleurs, des références citées dans ces articles ont également été utilisées afin d'appuyer et d'articuler la séquence narrative de cet exposé. Une grande partie de ces références ajoutées est issue de travaux d'Andrea Schiavio, qui est l'actuel président de La Société Européenne des Sciences Cognitives de la Musique (ESCOM).

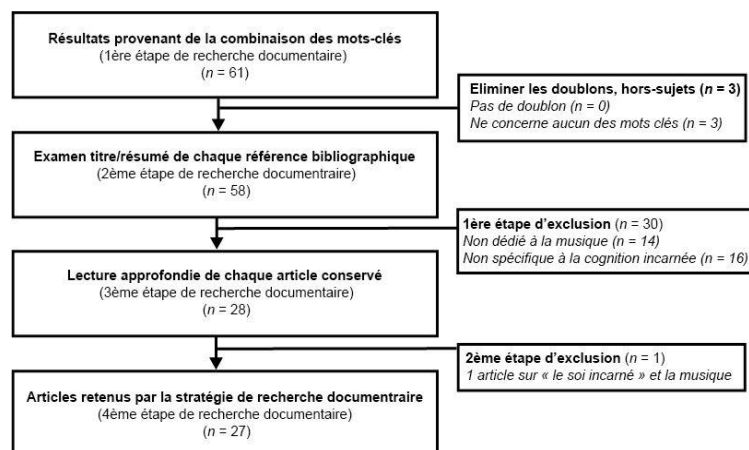


Figure 3 : Diagramme de flux de la revue narrative de la littérature concernant la cognition incarnée et la musique



### 2.3.2. Contexte

« La musique est l'incarnation par le son de l'expérience vécue » (Hagman, 2005)

Il existe certains parallèles entre la recherche musicale et la recherche en sciences cognitives. En effet, depuis une dizaine d'années, les recherches dans le domaine musical ont pris un tournant corporel, à l'image de la cognition incarnée dans les sciences cognitives (de Witte et al., 2021; Einarsson & Ziemke, 2017). La cognition musicale incarnée vient donc également remettre en question une hypothèse tacite commune dans le domaine de la psychologie médicale qui est que l'expérience musicale serait intérieure et réductible à l'activation neuronale (Parncutt, 2007; Schiavio & Altenmüller, 2015). Ces évolutions sont peut-être d'ailleurs davantage corrélées que simplement parallèles. En effet, l'intérêt de la recherche pour la cognition incarnée dirigerait une attention multidisciplinaire vers le domaine musical (Casas-Mas, Pozo et Montero 2022; Matyja et Schiavio 2013).

### 2.3.3. Musique et Cognition 4E

s

Bishop s'est intéressé à la manière dont les musiciens d'ensemble se produisent dans des conditions d'improvisation ou d'adaptation qui nécessitent une interprétation créative et particulièrement à la façon avec laquelle ils se coordonnent pour produire une nouvelle musique. Il rapportait globalement que les théories actuelles sur la créativité soutiennent l'idée selon laquelle l'interaction dynamique entre les individus, leur activité corporelle et leurs environnements sociaux et matériels serait à la base de toute performance créative. Ceci est conforme au paradigme de la cognition musicale incarnée et à la perspective des systèmes dynamiques sur la coordination d'ensemble (Bishop, 2018). La musique semble ainsi solliciter les 4E de la cognition incarnée.

#### a) 1<sup>er</sup> E : Cognition Incarnée

Dans la vision incarnée de la musicalité humaine, le cerveau, bien qu'il joue un rôle très important dans la cognition musicale, n'est pas le seul facteur impliqué. Les processus cognitifs sont ainsi compris comme étant largement répartis dans tout le corps du musicien ou de l'auditeur (Varela et al., 1991). En considérant la cognition incarnée comme la condition préalable à l'être-au-monde d'un agent (Stewart, Gapenne et Paolo 2010), écouter de la musique n'est ainsi concevable qu'à travers notre corps vivant et vécu (Johnson, 2008; Merleau-Ponty, 1976). En effet, un certain nombre de résultats empiriques font état de l'activation de circuits neuronaux impliqués dans l'activité motrice et de la planification de séquences motrices lors de l'écoute musicale (Bangert & Altenmüller, 2003; Carroll-Phelan & Hampson, 1996).

Une étude ayant utilisé la Tomographie par Emission de Positons a également révélé une augmentation significative du flux sanguin dans l'aire motrice supplémentaire droite, impliquée dans le contrôle moteur, lorsque des musiciens écoutaient ou imaginaient de la musique (Halpern & Zatorre, 1999). Par ailleurs, les bénéfices de l'intégration de musique dans la rééducation de la motricité fine (E. Altenmüller et al., 2009; Schneider et al., 2007) et des fonctions sensorimotrices chez les personnes victimes d'un AVC (Rojo et al., 2011; Schneider et al., 2010); ainsi que sur la démarche des personnes atteintes de la maladie de Parkinson (Arias & Cudeiro, 2008) appuient également le lien étroit entre la musique et le corps.

En outre, d'autres études rapportant l'implication de l'aire motrice supplémentaire et d'autres zones du cerveau comme les noyaux gris centraux et le cervelet dans des tâches similaires ont conforté l'hypothèse de l'incarnation de la cognition musicale (Kawashima et al., 2000; Parsons, 2001). Par exemple, Zator et Katz se sont intéressés à la mémoire autobiographique en lien avec l'écoute musicale. L'écoute musicale s'est avérée évoquer des souvenirs incarnés dans les systèmes de perception motrice, davantage que les souvenirs évoqués par des indications de mots. Ces résultats sont en faveur d'une incarnation des souvenirs autobiographiques en lien avec l'écoute musicale (Zator & Katz, 2017).

De plus, dans les contextes d'apprentissage musical et du langage, les gestes de la main véhiculant des informations acoustiques influenceraient visuellement la perception des sons vocaux et non vocaux (Morett & Chang, 2015). De même, selon une étude qualitative, la précision d'identification d'un ton serait augmentée lorsqu'enseignée avec un geste de hauteur et un mouvement congruents, pour l'apprentissage du langage comme de la musique (Morett et al., 2022).

Par ailleurs, deux expériences réalisées auprès de 7 marcheurs ont rapporté des similitudes entre l'expression musicale des émotions et l'expression des émotions dans les sons associés à la marche, soit une activité motrice non musicale. En effet, ces études ont retrouvé que les variations d'intensité sonore, de tempo et de régularité du tempo seraient probablement des éléments utilisés pour la reconnaissance des émotions exprimées. Ces résultats renforcent l'hypothèse de l'origine motrice de l'expression musicale des émotions (Giordano et al., 2014). Aussi, il a été observé que la valence et l'intensité émotionnelle de la musique seraient positivement corrélées à l'énergie du mouvement, qui serait elle-même liée à l'engagement émotionnel avec la musique (Dotov et al., 2021).

Ensuite, dans une analyse conceptuelle publiée en 2022, Besada et son équipe se sont intéressés à l'utilisation de la cognition incarnée pour la compréhension des pratiques en composition. Ils avançaient que le processus de création musicale serait fondamentalement incarné et que même l'utilisation de notions mathématiques pour établir des concepts musicaux se structureraient nécessairement selon des processus incarnés ou sensori-moteurs. Ceci est en faveur de l'idée selon laquelle le corps serait nécessaire à la compréhension de processus cognitifs, notamment ceux sollicités par la composition musicale (Besada et al., 2021).

De surcroît, Li et son équipe se sont intéressés au développement de l'intégration corps-esprit impliquée dans la production du son et au rôle des enseignants en pédagogie musicale dans cette dernière. Pour cela, ils ont réalisé une étude observationnelle au cours de leçons de piano. Il a été rapporté que lorsque les enseignants expliquaient des objectifs de timbre, ils le faisaient

fréquemment à l'aide de métaphores corporelles, plutôt que de résultats musicaux concrets. La signification des objectifs de timbre serait ainsi mise en œuvre à travers l'expérience corporelle. Le dialogue et les gestes non verbaux ont contribué à créer une conception partagée des objectifs de timbre entre les enseignants et les élèves, où les connaissances proprioceptives jouaient un rôle important. A travers l'exemple de l'enseignement de piano, cette étude soulignait l'importance de l'intégration corps-esprit dans la production sonore. (Li et Timmers 2021).

Enfin, l'expertise d'un musicien serait perceptible à partir de la vision de ses mouvements corporels lors de son jeu (Rodger et al., 2012). Réciproquement, la performance musicale expressive pourrait avoir un effet modulateur sur les réponses cardio-respiratoires et autonomes du musicien (Nakahara et al., 2010). Par exemple, Casas-Mas et son équipe se sont intéressés à la question corporelle chez 30 apprentis guitaristes en décrivant, à travers le prisme de la cognition 4E, les différences dans l'apprentissage musical selon le genre musical et leur mode de vie. Ils ont rapporté une fusion du langage verbal, du langage corporel et du discours musical. Ainsi, ils ont ainsi conclu que la cognition incarnée serait le résultat de la culture de l'apprentissage musical, reflétée à travers le corps et le geste et confirmant le rôle fondamental du corps et de l'environnement dans l'apprentissage musical (Casas-Mas, Pozo et Montero 2022).

#### b) 2<sup>e</sup> E : Cognition Etendue

Dans la mesure où les musiciens utilisent des instruments de musique pour étendre leurs capacités cognitives (leur musicalité), la musique peut être considérée comme un exemple de cognition étendue. Réciproquement, l'instrument peut façonner le corps du musicien : de façon indirecte comme dans l'exemple des ongles du guitariste ou de façon directe comme dans l'exemple de la dermatite du cou du violoniste (Brun & Baran, 1984).

En somme, l'interaction entre le musicien et son instrument façonne le fait musical. L'apprentissage musical rend également compte de l'aspect étendu de la cognition par l'utilisation d'outils corporels, techniques et symboliques (Casas-Mas, Pozo et Montero 2022). Les instruments de musique, par leurs interactions dynamiques et récursives avec le corps, sollicitent la perception corporelle du musicien. Ainsi, « façonner la musique en jouant d'un instrument peut être conçu comme un processus incarné » (Kim 2020, p. 1). Prenons l'exemple d'un percussionniste : en positionnant ses instruments dans une certaine configuration, il établit ainsi une relation significative avec cette collection d'instruments, qui font ainsi partie de l'écologie cognitive du musicien. Il décharge ainsi son expertise musicale aux instruments d'une façon « fonctionnellement couplée » à son environnement (van der Schyff et al., 2018).

Par ailleurs, comme évoqué plus tôt, les interactions récursives rendent l'instrument progressivement transparent aux yeux du musicien, devenant une partie intégrante de son domaine cognitif. Au regard de ce phénomène, certains auteurs parlent d'un « système d'instrument humano-musical » (Keebler et al. 2014, p. 1). Ainsi, un violoniste ne se rappellera qu'il tient un instrument dans les mains seulement lorsqu'une des cordes cassera et viendra perturber la fusion corps-instrument. La pratique musicale permettrait ainsi de diriger l'attention portée à notre état corporel (le proximal) vers la qualité des sons musicaux (le distal), dans une unité de l'expérience

musicale (J. H. Kim, 2020). Enfin, la technologie numérique a étendu notre capacité à interagir avec la musique et peut ainsi influencer notre cognition musicale. Par exemple, composer en improvisant sur un instrument spécifique, en utilisant un logiciel de notation musicale ou en notant à la main sur une feuille de papier, peut grandement contribuer au développement des idées musicales (van der Schyff et al., 2018).

c) 3<sup>e</sup> E : Cognition Enchâssée

L'expérience musicale serait enracinée dans des modèles dynamiques de perception et d'action qui co-constitueraient l'environnement musical dans lequel cette expérience s'intègre (Schiavio & Høffding, 2015). La situation sociale de l'écoute musicale collective aurait un impact sur la façon dont la musique est vécue (Dotov et al., 2021). Cet environnement social et matériel conditionnerait également la performance créative musicale (Bishop, 2018; Casas-Mas et al., 2022). Basé sur les recherches sur la musique et en sciences cognitives, le concept de cognition créative est désigné un « processus d'adaptation habile de l'organisme à l'environnement que l'on cultive sans cesse » (Schiavio et Benedek 2020, p. 1).

d) 4<sup>e</sup> E : Cognition Enactive

A l'instar du concept de cognition incarnée, notamment sous son aspect énatif, la thèse de l'incarnation musicale s'appuie sur la théorie d'une relation bilatérale entre la perception musicale et les processus moteurs. Selon cette dernière, la perception musicale engagerait automatiquement des processus moteurs et les mouvements et états corporels, quant à eux, influenceraient la perception musicale (Maes, 2016). Il ne s'agirait donc pas d'une simple exposition du cerveau à la perception musicale, mais bien d'une participation active de l'ensemble d'un système vivant, avec sa biographie d'écoute, son corps, son affectivité et l'histoire de ses couplages structurels avec l'environnement sonore et culturel (Reybrouck 2005; Schiavio 2014).

De même, le concept d'affordance évoqué plus tôt est souvent invoqué dans la recherche musicale (Einarsson & Ziemke, 2017). En effet, les effets positifs observés avec la musicothérapie impliqueraient des aspects de la cognition et du comportement qui seraient enracinés dans le cycle action-perception (Schiavio & Altenmüller, 2015). Par ailleurs, ce concept peut être mis en résonance avec la notion de prédiction. En effet, les processus cognitifs d'une part et les processus perceptuels d'autre part ne seraient pas séparables mais entrelacés dans une cascade hiérarchique de dynamique de réduction des erreurs de prédiction. Par exemple, l'écoute musicale induit chez l'auditeur un ensemble d'hypothèses ou de prédictions concernant les événements musicaux futurs (métrique, rythme, mélodie, harmonie). Ces incertitudes sont résolues dans un avenir proche. La musique offre ainsi un cadre épistémique éclairant pour comprendre les principes fondamentaux du cerveau prédictif, chaque type de musique reposant sur des régularités temporelles, mélodiques, harmoniques, de timbre et structurelles prévisibles. C'est en cela que la musique diffère d'un flux sensoriel imprévisible. Ainsi, la perception musicale s'accompagnerait de l'action mentale qui tente de résoudre l'incertitude sur le récit musical inféré (Koelsch et al., 2019). En d'autres termes, écouter de la musique implique un exercice mental et sensorimoteur actif (Schiavio & Altenmüller, 2015) et l'écoute musicale constituerait déjà une forme de pratique musicale.

En outre, étant donné que les 4 E de la cognition incarnée sont étroitement liés, il convient de rappeler que les interactions avec l'environnement sont permises par le corps vivant et vécu. D'une part, il a été démontré que la perception visuelle et rythmique serait façonnée par le regard et les mouvements corporels chez les nourrissons et les adultes (Gerson et al., 2015; Phillips-Silver & Trainor, 2005) et que l'expérience motrice faciliterait la mémorisation d'extraits musicaux (Schiavio & Cummins, 2015). Ceci illustre l'idée du compositeur et professeur de musique Jacques Dalcroze selon laquelle le mouvement serait le lien entre l'oreille et le cerveau (van der Merwe, Joubert et Tempelhoff 2023). D'autre part, l'écoute musicale activerait des réseaux moteurs (Altenmüller et al. 2006; Overy et Molnar-Szakacs 2009). Enfin, selon la vision éactive de la perception musicale, cette perception serait plus proche du traitement du langage que d'une appréciation passive de notre sensorium auditif (Koelsch, Vuust et Friston 2019).

De plus, concernant musicalité humaine, des recherches ont soutenu l'importance de l'autorégulation corporelle dans l'improvisation conjointe. Elle correspond à la capacité des musiciens à ajuster et à contrôler leur comportement corporel de manière adaptative et spontanée lorsqu'ils participent à une improvisation collective (Walton et al., 2015). Par ailleurs, une revue des approches cognitivistes, incarnées et éactives de la cognition musicale a conclu en faveur des approches éactives de la musicalité humaine pour aborder la relation fondamentale entre un sujet musical et un objet musical. Ceci implique une forme de compréhension pré-conceptuelle et pré-linguistique liée à l'expertise corporelle motrice, c'est-à-dire non cantonnée à des formes sophistiquées de représentation mentale (Matyja & Schiavio, 2013).

De même, le fait que l'expertise motrice nécessaire pour produire un battement métronomique soit acquise par le développement et quasi-universelle illustre le fait que la relation entre la musique et les systèmes vivants est façonnée par l'histoire de leur couplage sensori-moteur structurel réciproque (Schiavio & Altenmüller, 2015). Les neurones miroirs précédemment mentionnés dans la partie « cognition Enactive » sont fréquemment invoqués comme étant une part explicative de ce phénomène. En somme, ces éléments seraient la raison pour laquelle de simples extraits rythmiques ou des battements métronomiques sont largement et avec succès adoptés dans les recherches cliniques.

Enfin, l'apprentissage musical solliciterait l'aspect éactif de la cognition (Casas-Mas et al., 2022). Le fait qu'il s'accompagne d'un vocabulaire moteur d'actions musicales (Avanzini et al., 2005) est interprété par certains auteurs comme permettant au système sensori-moteur de se préparer à l'action (Gallagher, 2008). Ainsi, les musiciens auraient une connaissance pratique des actions d'ordre complexe requises pour obtenir une musique particulière, présentant des activations plus fortes dans le réseau fronto-pariéto-temporal (Haslinger et al., 2005; Hauelsen & Knösche, 2001). Schiavo et son équipe soutiennent ainsi que les musiciens auraient un point commun avec les athlètes : le fait que leur apprentissage se fasse souvent en groupe et en partageant des expériences, des actions, des cultures et des « histoires des couplages structurels » avec le monde qui les entoure (Schiavio et al. 2019, p. 3 ; Varela, Thompson et Rosch 1991). En effet, le concept théorique de cognition incarnée pourrait être pertinent pour outiller les méthodes d'apprentissage musical, qu'il soit individuel ou collectif (Schiavio, van der Schyff, et al., 2019). Par ailleurs, selon la revue de Witte et son équipe, l'acte physique de faire de la musique constituerait l'un des facteurs thérapeutiques spécifiques à cette dernière (de Witte et al., 2021).

#### 2.3.4. Cognition sociale et Perception temporelle : rythme et synchronie interactionnelle

Comme cité plus tôt dans cette thèse, des techniques de rééducation basées sur la musique et l'engagement rythmique sont proposées en complément des soins standards dans la maladie de Parkinson (Hove et Keller 2015; Thaut et Abiru 2010). En s'appuyant sur ce paradigme, Schiavo et son équipe ont exploré l'aspect éactif de la cognition sollicitée par la musique. Ils soutenaient que cette dernière n'agirait pas simplement de l'extérieur vers un sujet passif mais qu'elle impliquerait plutôt l'engagement actif du sujet et de son corps dans sa façon d'être au monde. Ils précisaient par ailleurs que les signaux auditifs pour ce type de traitement présenteraient des avantages par rapport aux signaux visuels, somatosensoriels ou combinés. En effet, le temps de réaction aux signaux auditifs serait plus court que celui aux signaux visuels et tactiles et la périodicité serait également mieux capturée dans des contextes sonores que par d'autres systèmes sensoriels (Lim et al., 2005; Nombela et al., 2013). Par ailleurs, le *timing* serait un aspect fondamental de la périodicité de la démarche, garantissant une cohérence adéquate du rythme et de la stabilité. En somme, ce domaine de recherche illustre le lien entre la musique, le corps et le rythme, qui seront développés ci-après.

##### a) Perception temporelle

« La musique se déploie dans le temps, et le temps se déploie dans la musique » (Nattiez 2004, p. 189)

La perception temporelle correspond à divers aspects tels que la perception du temps qui s'écoule, la capacité à estimer des intervalles de temps, la capacité à se rappeler des événements passés dans une séquence temporelle et la capacité à anticiper des événements futurs en fonction du temps (Zakay & Block, 1997).

Le *timing*, lui, désigne l'organisation temporelle. Les structures corticales contribuant au traitement du *timing* seraient les noyaux gris centraux, probablement en réseau distribué avec d'autres structures cérébrales telles que le cervelet, l'aire motrice supplémentaire, le cortex pariétal inférieur et le cortex prémoteur (Kotz 2011; Thaut 2003; Wiener, Lohoff et Coslett 2011). De plus, les noyaux gris centraux seraient eux-mêmes impliqués dans la sélection et l'inhibition des processus moteurs, ce qui suggère une profonde connectivité de l'action corporelle et du traitement de la perception temporelle (Mink, 1996). Une telle connectivité illustre que pour tenter de comprendre ce qu'est le *timing*, il semble nécessaire de considérer l'ensemble du sujet incarné en regardant « au-delà des limites du crâne et de la peau » (Schiavo & Altenmüller, 2015).

Néanmoins, l'expérience du temps musical diffère de l'expérience du temps absolu (Nattiez 2004, p. 189). Par ailleurs, selon la philosophe Susan Langer (1953), le temps ordinaire serait « suspendu » lorsque nous écoutons de la musique (Nattiez 2004, p. 189). En effet, bien que les recherches à ce sujet sont encore peu concluantes, la musique est connue pour modifier l'expérience de l'espace et du temps (Schäfer, Fachner et Smukalla 2013). Enfin, une étude observationnelle comparant 15 pianistes professionnels à 15 témoins non musiciens avait révélé que, grâce à la formation musicale,

les pianistes créeraient une représentation interne dynamique, sélective et autodéterminée d'un mouvement, ce qui leur permettrait d'estimer précisément sa durée temporelle (Chen, Pizzolato et Cesari 2013).

b) Rythme et microrythme

Le rythme suscite l'intérêt de nombreux travaux de psychiatrie phénoménologique, notamment depuis les années 2000. *Rythmos* en grec signifie « manière de fluer ». Le rythme renvoie ainsi un processus évolutif, vivant et en mouvement (Klages et Hanse, 2004). D'ailleurs, *Rhythmus* en allemand signifie « gymnastique souple ». De plus, il serait intimement lié au monde intérieur et pré-réflexif. En musique, le rythme fait référence à la manière dont les sons et les silences sont organisés dans le temps. C'est l'élément de la musique qui fournit la structure temporelle et la pulsation de base de la musique (Nattiez 2004, p. 89).

Les capacités rythmiques musicales consistent en la coordination de la perception et de l'action relatives au déroulement rythmique de la musique. Ces compétences rythmiques musicales s'acquièrent au cours du développement via l'harmonisation et le couplage des systèmes auditifs et moteurs (Tichko, Kim et Large 2022). En d'autres termes, les capacités rythmiques se développent au gré des affordances. Par ailleurs, la régularité du rythme musical favoriserait puissamment la synchronisation des mouvements entre les individus. En outre, cette synchronisation pourrait améliorer la confiance interpersonnelle, l'affiliation et la coopération entre les personnes (Dotov, Bosnyak et Trainor 2021).

La pulsation est l'unité de mesure du temps qui sert de fondation rythmique à une pièce musicale. Percevoir une pulsation induit une synchronisation des mouvements corporels avec cette dernière. En effet, au regard de l'histoire des couplages structurels entre les musiciens et leur environnement sonore, on peut comprendre que la musique offre des possibilités de synchronisation (Krueger 2011; Schiavio, Menin et Matyja 2014). Les syncopes, quant à elles, défient les attentes métriques : ce sont des accentuations en dehors de la pulsation. Elles ont la particularité d'induire du *groove*, c'est-à-dire l'envie de bouger. Cette envie de bouger impliquerait ainsi un engagement actif de la proprioception et le plaisir de l'expérience corporelle impliquerait un engagement actif de l'interoception (Koelsch et al., 2019). Enfin, à la lumière de cette approche syncopée, la notion de *microrythme* permet de mieux conceptualiser les micro-décalages dans le placement des notes jouées par les musiciens, de l'ordre de la milliseconde. Ces techniques microrythmiques jouent un rôle clé dans l'interprétation musicale. Ainsi, selon le pianiste jazz Vijay Iyer, ces décalages microrythmiques permettraient au musicien de se singulariser et rendrait la musique plus attractive (Iyer, 2002).

### c) Synchronie interactionnelle et accordage rythmique

La résonance motrice du corps avec le rythme permet la fluidité des « mélodies cinétiques » de la démarche dans un processus dynamique continu d'actions et de perceptions. Cela signifie que les processus de synchronisation – en tant que sous-composants du réseau distribué permettant la démarche – impliqueraient l'entière du corps et le monde, s'étendant littéralement « au-delà du crâne et de la peau ». Ainsi, le rythme musical offre une nouvelle voie pour mettre en œuvre l'auto-organisation par couplage sensorimoteur. L'approche incarnée, notamment éactive, de l'interaction intersubjective définit les processus d'interactions mutuelles et de coordination comme étant basés sur l'autorégulation sensorimotrice, en insistant sur l'interaction mutuelle et dynamique de l'action et de la perception dans ce phénomène (De Jaegher, 2009; Froese & Di Paolo, 2009; Jaegher, 2013). Ceci renvoie à la notion de synchronie interactionnelle précédemment évoquée.

La synchronie interactionnelle s'exemplifie aisément au travers de la musique : peu importe combien de fois les membres d'un groupe de musique ont répété ensemble le même morceau, il y aura toujours un sentiment dans lequel chaque nouvelle performance sera différente de la précédente, comme même un bref *crescendo* par un musicien, un environnement particulier ou un public affecteront l'autre et la performance globale en temps réel (Schiavio & Altenmüller, 2015; Schiavio & Høffding, 2015). Ainsi, la synchronie interactionnelle entre musiciens est un phénomène captivant qui se produit lorsque les membres d'un groupe musical interagissent de manière fluide et coordonnée pendant une performance. Elle illustre la manière dont les individus peuvent interagir de manière fluide et coordonnée pour créer de la musique harmonieuse et expressive. Elle résulte d'une combinaison de compétences musicales, de communication et d'expérience partagée et peut se manifester diverses manières. L'exemple le plus courant est celui de l'accordage rythmique entre les musiciens.

L'accordage rythmique est un aspect spécifique de la synchronisation interactionnelle. Il est le processus par lequel des personnes synchronisent leurs mouvements, actions ou comportements pour s'aligner sur un même rythme ou une même cadence. De plus, on le retrouve dans les interactions mère-bébé. Dans ce contexte, il concerne la manière dont la mère et le bébé synchronisent leurs rythmes, tels que les battements cardiaques, la respiration et les mouvements, pendant l'interaction. Par exemple, une mère peut bercer son bébé en synchronisant ses mouvements de va-et-vient avec le rythme naturel de la respiration du bébé. Ce type d'accordage rythmique peut apporter un sentiment de confort et de sécurité au bébé, car il rappelle les sensations qu'il avait dans l'utérus maternel, où il était constamment en phase avec les rythmes de sa mère. En effet, les nouveau-nés, seraient déjà capables de se synchroniser aux adultes par leurs expressions corporelles et vocales. En transmettant les affects et la subjectivité, le rythme pourrait être le premier outil de découverte du monde pour le bébé (Gratier, 2001). En somme, l'accordage rythmique jouerait un rôle fondamental concernant l'accordage affectif : en créant une interaction harmonieuse et en renforçant le lien affectif entre la mère et l'enfant, il permettrait la construction d'un attachement sûr pour un développement sain chez le bébé.

Ainsi, chez l'adulte, l'accordage rythmique implique de suivre un tempo commun et de coordonner les actions de manière à ce qu'elles se produisent en harmonie avec celles des autres et créent une cohésion rythmique. Par ailleurs cette synchronisation a été identifiée comme l'un des facteurs thérapeutiques spécifiques à la musique (de Witte et al., 2021).



Sur le plan empirique, Dell'Anna et son équipe ont évalué l'accordage rythmique chez des personnes non musiciennes, en utilisant la « tâche de tapotement articulaire du doigt ». Elle a révélé que l'accordage rythmique était également présent chez les non-musiciens, soulignant ainsi l'universalité d'une telle compétence proto-musicale conjointe. De plus, il est intéressant de noter qu'en condition égocentrique (lorsque le sujet tapotait avec le partenaire dans une position congruente avec le corps du sujet), le corps du partenaire semblait être traité comme son propre corps. À l'inverse, en position allocentrique (lorsque le sujet tapotait avec le partenaire placé devant lui), le corps du partenaire était traité comme un ensemble social (Dell'Anna et al., 2018).

La même année, Walton et son équipe se sont questionnés sur la façon dont la structure du contexte musical permettrait et façonnerait les interactions entre les musiciens, la dynamique de prise de tour, l'échange social de l'improvisation musicale et la collaboration pour le son. Six paires de pianistes professionnels ont improvisé avec deux pistes d'accompagnement différentes. Leur musique ainsi que leurs mouvements ont été enregistrés. Le mode de jeu par improvisation a été choisi car il se rapprocherait d'une interaction quotidienne dans la mesure où la dynamique émerge spontanément sans partition ou scénario répété. Les résultats indiquaient que chaque piste d'accompagnement induisait différents modèles de coordination concernant la façon dont les musiciens jouaient, se déplaçaient ou collaboraient les uns avec les autres. Par ailleurs, les expériences des auditeurs étaient liées à la façon dont les musiciens coordonnaient à la fois leur comportement de jeu et leurs mouvements corporels. Ces résultats ont ainsi proposé une illustration de la façon dont l'improvisation musicale favoriserait l'interaction sociale (Walton et al., 2018).

En outre, la musique et le mouvement amélioreraient les comportements socio-affectifs (van der Merwe, Joubert et Tempelhoff 2023; Schiavio et Altenmüller 2015). La pratique musicale notamment, serait intrinsèquement sociale, de par cette synchronisation sensorimotrice citée précédemment mais également car la performance créative serait sous-tendue par les interactions dynamiques entre les individus (Bishop, 2018). Cet effet de facilitation sociale, voire de contagion, a été illustré par une étude qualitative de 2021 auprès de 33 sujets sains chez lesquels l'écoute musicale collective était associée à des mouvements dont l'énergie était plus élevée lorsque les participants avaient les yeux ouverts, et pouvaient ainsi se voir (Dotov et al., 2021). Enfin, une étude expérimentale a rapporté une amélioration de la compréhension interculturelle d'un échantillon d'Australiens blancs après un programme de formation musicale non occidentale, telle que l'apprentissage du *pipa* chinois ou du *au oud* du Moyen-Orient (Li et al. 2023), confirmant ainsi les dires de Platon : « Si l'on veut connaître un peuple, il faut écouter sa musique ».

### Conclusion : une cognition incarnée par la musique

La cognition 4E décrit les mécanismes cognitifs sollicités par la pratique musicale comme étant profondément incarnés, puisque la musique serait constamment mise en œuvre par des retours sensori-moteurs et des activités corporelles en temps réel. La pratique musicale solliciterait l'aspect étendu de la cognition de diverses façons, notamment aux travers des instruments de musique, et illustre bien l'absence de frontières claires entre les ressources internes et externes des processus cognitifs. Par ailleurs, elle serait enchâssée dans le sens où la musique est conditionnée par son environnement socioculturel, dans son écoute comme dans sa pratique. Enfin, la cognition musicale serait énative puisqu'elle impliquerait une interaction réciproque et continue entre la perception musicale, le corps et la création musicale. La cognition incarnée souligne ainsi que la nuance entre la pratique et l'écoute musicale serait ténue, puisque qu'écouter de la musique impliquerait déjà une action. La musique représente ainsi mais aussi un véritable outil de cognition, notamment par la variété de processus autorégulateurs, interactifs et sensorimoteurs qu'elle offre. En somme, il semblerait que la musique incarne la cognition.

Après avoir exploré la théorie de la cognition incarnée dans les cadres distincts des études psychopathologiques de la schizophrénie et de la musicologie, nous allons voir comment cette théorie permet de mettre en lien les processus cognitifs de ces deux cadres de recherche.

## **Résumé des revues narratives : la pratique musicale comme outil de réincarnation des processus cognitifs dans les schizophrénies**

Les données cognitives et neuroscientifiques classiques fournissent une part explicative considérable de l'effet cognitif de la musique. En effet, nous avons pu voir que la musique possédait un précieux pouvoir de neuroplasticité et qu'elle permettait de solliciter la quasi-intégralité des fonctions cognitives altérées par la schizophrénie. De surcroît, le tournant incarné de la recherche en sciences cognitives a pu nous éclairer sur la place centrale du corps dans les processus cognitifs, tant du côté des cognitions musicales que de celui des troubles cognitifs associés à la schizophrénie. Ces deux brèves revues narratives ont ainsi pu mettre en lumière, au moyen des 4E du concept de cognition incarnée, de nombreux points de rencontre potentiels entre la cognition musicale et les troubles cognitifs de la schizophrénie.

Premièrement, la cognition *Incarnée* (1<sup>er</sup> E) décrit la musicalité comme un processus corporel. En effet, la perception du rythme, le *timing*, l'écoute musicale, la pratique musicale et l'apprentissage musical seraient conditionnés par le corps. Or, nous avons pu voir que les perturbations des fonctions sensori-motrices, du mouvement et de la perception auraient un rôle conséquent dans les troubles cognitifs rencontrés dans la schizophrénie.

Deuxièmement, la cognition *Étendue* (2<sup>e</sup> E) avance que la musicalité serait impliquerait des processus cognitifs étendus. En effet, la façon dont l'interaction musicien-instrument façonne le fait musical, l'attention portée du corps vers l'instrument et les outils d'enregistrements et de compositions sont des exemples explicites de l'aspect étendu de la cognition. La cognition étendue s'intéresse également à la schizophrénie, mais la littérature reste circonscrite et aborde davantage les notions de l'espace péripersonnel et du soi que la question cognitive. Le lien avec la littérature cognitive n'est pas encore établi à ce jour.

Troisièmement, la cognition *Enchâssée* (3<sup>e</sup> E) insiste sur le fait que la musicalité, tant pour l'écoute musicale que la pratique musicale, serait modulée par la culture, l'environnement matériel et musical, par la situation sociale lors de l'écoute musicale et par les interactions entre les individus. Or, du côté de la schizophrénie, la cognition enchâssée décrit la façon dont les perturbations sensorielles altèrent le traitement des informations sensorielles, entravant ainsi l'appréciation de l'environnement par le sujet qui expérimentent ainsi des difficultés à interagir avec ce dernier.

Enfin, la cognition *Enactive* (4<sup>e</sup> E) identifie le rôle de l'affordance dans le rapport à la musique. Elle souligne l'engagement actif, moteur et mental, sollicité par l'écoute musicale, la pratique musicale et l'improvisation conjointe. Elle illustre ce fait par l'exemple de la prépondérance du vocabulaire moteur d'actions musicales dans l'apprentissage musical et par l'universalité de l'expertise motrice nécessaire au battement métronomique au sein de la population musicienne comme non musicienne. Or, elle a aussi pu souligner le dysfonctionnement de l'affordance dans la schizophrénie en expliquant comment cette difficulté conduirait les sujets à se vivre comme spectateurs de leur perception, de leurs actions et de leur pensée.

Par ailleurs, la cognition incarnée suggère un lien intéressant entre la perception temporelle, le rythme et la cognition sociale. En modifiant l'expérience du temps et en améliorant l'estimation d'une temporelle par la formation musicale, la musique serait étroitement liée à la question temporelle tandis que la schizophrénie conduirait à une altération de la perception et de

l'organisation temporelle (*timing*). Le rythme est décrit par certains auteurs comme le premier outil de découverte du monde. Pendant que la schizophrénie altèrerait les capacités rythmiques des personnes, la cognition incarnée souligne l'engagement corporel suscité par le rythme. De plus, les capacités rythmiques se développeraient au gré des affordances. La cognition incarnée illustre ce propos en décrivant Divers phénomènes musicaux mentionnés dans la littérature d'illustrent ce propos. C'est par exemple le cas, de la synchronisation interactionnelle des mouvements corporels opérant lors de la perception d'une pulsation, de l'accordage rythmique et de l'induction de mouvement par le groove et les syncopes. Ainsi, la cognition incarnée décrit également la cognition sociale comme étant intrinsèquement liée au corps, notamment au moyen de la synchronie interactionnelle.

En outre, l'expérience musicale serait intrinsèquement sociale et améliorerait les comportements socio-affectifs. De nombreux éléments propres à la musique permettent de comprendre cet effets de facilitation sociale, à savoir : les interactions musicales, les dynamiques de prise de tour, l'effet de contagion qu'elle suscite, la collaboration et la coordination nécessaire à la production musicale, l'harmonisation musicale, la synchronie interactionnelle et l'accordage rythmique. Or, dans la schizophrénie, la cognition sociale serait empêchée par une altération de l'improvisation socio-motrice et de la synchronie interactionnelle. De même, il semblerait que là où le dialogue verbal se fait difficile, le dialogue musical corporel pourrait constituer piste prometteuse dans le champ de la cognition sociale. Enfin, nous avons pu voir la manière dont la musique serait incarnée sur le plan des émotions comme des souvenirs, ce qui pourrait également constituer une piste intéressante pour des personnes dont la pathologie induit un découplage du corps et des émotions ainsi que des troubles mnésiques.

Pour résumer, à la lumière de la cognition incarnée, nous pouvons conclure à une incarnation de la cognition à travers la musique et à une désincarnation de la cognition dans la schizophrénie. Ainsi, ce que la schizophrénie désincarne, la musique tend à le réincarner en engageant le corps (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Effets cognitifs de la musique et troubles cognitifs dans la schizophrénie, à la lumière de la cognition 4E.

	<b>Effets de la musique sur les cognitions</b>	<b>Eléments dont l'interaction semble favoriser les troubles cognitifs dans la schizophrénie</b>
1 <sup>er</sup> E : Cognition Incarnée	<b>La musique est corporelle</b> Sont conditionnés par le corps : <ul style="list-style-type: none"> <li>- perception rythmique et timing</li> <li>- écoute musicale</li> <li>- pratique musicale</li> <li>- apprentissage musical</li> </ul>	<b>Perturbations corporelle dans la schizophrénie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fonctions sensorimotrices</li> <li>- mouvement</li> <li>- perception corporelle</li> </ul>
2 <sup>e</sup> E : Cognition Etendue	<b>Musicalité étendue</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interaction musicien-instrument façonnant le fait musical</li> <li>- attention du corps vers l'instrument</li> <li>- enregistrements, logiciels de composition</li> </ul>	<i>Littérature concernant l'espace péripersonnel et le soi. Pas de littérature cognitive claire.</i>
3 <sup>e</sup> E : Cognition Enchâssée	<b>Musicalité enchâssée</b> Modulée par : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Culture</li> <li>- Environnement matériel</li> <li>- Environnement musical</li> <li>- situation sociale de l'écoute musicale sur le vécu de la musique.</li> <li>- Interactions entre les individus</li> </ul>	<b>Une perception désincarnée</b> perception perturbée ↓ Altération traitement de l'information sensorielle ↓ Appréciation perturbée de l'environnement ↓ Difficultés à interagir avec l'environnement
4 <sup>e</sup> E : Cognition Enactive	<b>L'affordance en musique</b> Présence de l'expertise motrice nécessaire à un battement métronomique chez les non-musiciens Engagement moteur et mental dans l'écoute musicale, la pratique musicale, et l'improvisation conjointe Vocabulaire moteur d'actions musicales dans l'apprentissage musical	<b>Affordance dysfonctionnelle</b> Sujets spectateurs de leur perception, de leurs actions et de leur pensée
Perception Temporelle	<b>« La musique se déploie dans le temps, et le temps dans la musique »</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modification de l'expérience du temps par la musique</li> <li>- amélioration de l'estimation d'une durée temporelle par la formation musicale</li> </ul>	Altération de la perception et de l'organisation temporelle (timing).
Rythme	Découverte du monde par le rythme (3 <sup>e</sup> E) Développement des capacités rythmiques au gré des affordances (4 <sup>e</sup> E) Synchronisation des mouvements corporels lors de la perception d'une pulsation. (3 <sup>e</sup> E) Accordage rythmique (3 <sup>e</sup> E) Résonance motrice du corps avec le rythme. (4 <sup>e</sup> E) Groove, syncopes : inducteurs de mouvements (4 <sup>e</sup> E)	Déficits de traitement du rythme
Cognition Sociale	<b>« La pratique musicale est intrinsèquement sociale »</b> Amélioration des comportements socio- affectifs par la musique via : <ul style="list-style-type: none"> <li>- expériences musicales partagées,</li> <li>- interactions musicales, dynamique de prise de tour,</li> <li>- Effet de de facilitation sociale de l'expérience musicale, de contagion</li> <li>- synchronie interactionnelle et l'accordage rythmique</li> <li>- coordination pour l'improvisation musicale</li> <li>- collaboration pour le son, harmonisation musicale</li> </ul> → Dialogue musical corporel	<b>Une cognition sociale empêchée</b> improvisation socio-motrice altérée perturbation de la synchronie interactionnelle  → Dialogue verbal difficile
Emotions	Engagement émotionnel et moteur réciproques dans la pratique musicale Adaptation et régulation des émotions par la musique	Découplage corps / émotions
Mémoire	Souvenirs incarnés dans les systèmes de perception motrice déclenchés par l'écoute musicale Mémorisation d'extraits musicaux facilitée par les mouvements corporels	Troubles mnésiques

## **II. Recherche empirique : Étude ARCoS**

### **1. Introduction**

Après avoir présenté l'état des lieux de la littérature scientifique et avoir construit sur le plan heuristique le lien entre cognition musicale et troubles cognitifs de la schizophrénie au travers de la théorie incarnée de la cognition, nous allons présenter dans cette seconde partie les résultats d'une étude empirique à laquelle nous avons participé.

La présente étude, inspirée des recherches théoriques détaillées plus haut, est intitulée ARCoS. Il s'agit d'une étude pilote évaluant la faisabilité et les effets préliminaires d'une méthode de remédiation cognitive par Apprentissage musical Rythmique, vocal et Corporel pour des patients Schizophrènes stabilisés. Cette étude a été coordonnée au sein du Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse par Tudi Gozé (MD, PhD) et Etienne Bally (MD), directeurs de ce travail de thèse, en partenariat avec la FERREPSY Occitanie.

#### **1.1. Hypothèses de la recherche et résultats attendus**

L'hypothèse de la recherche était qu'un programme d'apprentissage musical rythmique et corporel, dans le cadre de séances collectives hebdomadaires sur 6 mois, en complément des soins standards, pourrait avoir un effet bénéfique sur les troubles cognitifs attentionnels et les symptômes négatifs d'une population de personnes schizophrènes adultes. La méthode d'apprentissage a été conçue dans une perspective pédagogique. Nous avons fait l'hypothèse qu'elle serait adaptée aux patients schizophrènes stabilisés. Un résultat probant permettrait de justifier le déploiement d'une future recherche de plus grande ampleur avec un nombre de patients suffisamment significatif pour répondre à la question de l'efficacité de l'apprentissage musical collectif dans la prise en charge des troubles cognitifs chez les patients schizophrènes stabilisés.

In fine, il s'agirait de proposer une option thérapeutique non pharmacologique, peu coûteuse et écologique en support des moyens pharmacologiques. Cette nouvelle voie dans la prise en charge des symptômes déficitaires des patients schizophrènes permettrait ainsi de favoriser les progrès en termes de fonctionnement personnel et interpersonnel, dans l'objectif d'améliorer la qualité de vie de ces personnes.

## **1.2. Objectifs**

L'objectif principal de cette étude pilote était d'évaluer la faisabilité de la mise en œuvre de séances hebdomadaires d'un apprentissage musical rythmique vocal et corporel, collectives et répétées sur 6 mois chez une population de sujets adultes avec schizophrénie.

Les objectifs secondaires de l'étude étaient les suivants :

1. Décrire les facteurs d'adhésion et de non adhésion au projet et les difficultés rencontrées pendant l'étude.
2. Évaluer l'impact d'un apprentissage musical, rythmique et corporel collectif de 6 mois sur l'attention sélective et soutenue au terme de la phase de remédiation (M6) et à 3 mois post remédiation (M9).
3. Évaluer l'impact d'un apprentissage musical, rythmique et corporel, collectif de 6 mois sur le contrôle inhibiteur au terme de la phase de remédiation (M6) et à 3 mois post remédiation (M9).
4. Évaluer l'impact d'un apprentissage musical rythmique et corporel collectif de 6 mois sur les symptômes négatifs au terme de la phase de remédiation (M6), et à 3 mois post remédiation (M9).
5. Évaluer l'état d'anxiété des patients au terme de la phase de remédiation (M6), et à 3 mois post remédiation (M9).
6. Décrire les modifications de traitements psychotropes tout le long de l'étude.

## **2. Protocole**

### **2.1. Critère de jugement principal**

Le critère principal d'évaluation était la proportion de patients ayant suivi l'apprentissage musical hebdomadaire jusqu'à son terme (6 mois), définis par une participation à au moins 80% des 24 séances. 80% des 24 séances correspondent à 19,2 séances. Pour un nombre entier, le nombre de 19 séances a été choisi pour seuil.

## 2.2. Critères de jugement secondaires

### 2.2.1. Le recueil à chaque séance des causes de non adhésion

### 2.2.2. L'amélioration des capacités attentionnelles

Les capacités attentionnelles devaient être évaluées par le score de l'échelle D2-R au terme de la phase de remédiation (M6), et à 3 mois post remédiation (M9) comparativement à celui de la visite d'inclusion (Baseline). Le D2-R (Brickenkamp, 2015) est une épreuve papier-crayon qui permet une mesure fine de la capacité d'attention sélective et soutenue. Il propose également des indices permettant d'appréhender de manière approfondie la performance du sujet (rapidité, précision, évolution de la concentration). Le test consiste pour le sujet à repérer et barrer des caractères cibles parmi un grand nombre de caractères distracteurs. Il exige donc un effort d'attention visuelle soutenue et mobilise le contrôle inhibiteur. Trois indices permettent d'appréhender la stratégie employée et l'évolution de la concentration :

- CC – la capacité de concentration ou performance de concentration
- CCT – le rythme de travail ou la vitesse de traitement
- E% – la précision dans le traitement

### 2.2.3. L'amélioration des capacités d'inhibition

Les capacités d'inhibition devaient être évaluées par les résultats obtenus à l'épreuve Go-no-Go de la TAP au terme de la phase de remédiation (M6) et à 3 mois post remédiation (M9) comparativement à ceux de la visite d'inclusion. La TAP) est une batterie informatisée d'évaluation de l'attention (Zimmermann & Fimm 1994). Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu l'épreuve Go-no-Go de la TAP qui permet d'évaluer le contrôle comportemental et dans laquelle il est important d'être capable d'inhiber une réaction automatique suscitée par un stimulus externe automatisé, au profit d'une réponse comportementale contrôlée. Dans ce type de paradigme, le foyer attentionnel est dirigé vers les stimuli dont l'occurrence est prévisible et qui exigent une réaction sélective, c'est-à-dire réagir ou, au contraire, s'abstenir de réagir.

*Exemple de Go-no-Go de la TAP : Forme « 2 stimuli dont 1 cible » (1 des 2 stimuli est critique) : une croix correspondante soit au signe de l'addition (+), soit à celui de la multiplication (×) apparaît à l'écran dans un ordre pseudo-aléatoire à l'écran.*

Pour analyser les résultats de cette épreuve, nous avons retenu le temps de réaction, le nombre d'erreurs et le nombre d'omissions.



#### 2.2.4. La diminution des symptômes négatifs

L'évolution des symptômes négatifs devait être évaluée par les scores de l'échelle d'auto-évaluation SNS (*Self evaluation of Negative Symptoms*) au terme de la phase de remédiation (M6), et à 3 mois post remédiation (M9) comparativement à ceux de la visite d'inclusion. L'échelle d'auto-évaluation SNS permet de mesurer la symptomatologie négative de la schizophrénie. Elle se compose de cinq sous-échelles de symptômes : l'alogie, l'avolition, l'émoussement affectif, l'anhédonie et le retrait social (Mach, Morello et Dollfus 2015).

#### 2.2.5. L'état d'anxiété des patients

L'état d'anxiété des patients devait être évalué sur les scores de l'échelle STAI (*State-Trait Anxiety Inventory*) au terme de la phase de remédiation (M6), et à 3 mois post remédiation (M9) comparativement à la visite d'inclusion. L'échelle STAI est un auto-questionnaire qui comprend 2 parties :

- STAI forme Y-A : évaluant l'anxiété-état (AE) qui reflète l'état émotionnel actuel et permettra d'évaluer la nervosité et l'inquiétude du patient lors des évaluations neurocognitives, notamment pour contrôler un biais de confusion.
- STAI forme Y-B : évaluant l'anxiété-trait (AT) qui reflète l'état émotionnel de fond des sujets.

Chaque partie comprend 20 items, à scorer de 1 à 4. 1 indiquant le degré le plus faible, 4 le degré le plus fort (Gauthier & Bouchard, 1993; Spielberg, 1983).

#### 2.2.6. L'évolution des traitements psychotropes

Les éventuels changements de posologie ou de molécule devaient être observés à 6 et 9 mois, comparativement à la visite d'inclusion.

### 2.3. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusions étaient les suivants:

1. Diagnostic de schizophrénie (critères du DSM-5)
2. Cliniquement stable (pas d'hospitalisation temps plein liée à l'état de santé psychiatrique depuis 6 mois)
3. Suivi régulier (inscrit en hôpital de jour de psychiatrie)
4. Sans modification du traitement antipsychotique de fond depuis 6 mois (médicament et/ou posologie)
5. Homme ou femme âgé(e) de plus de 18 ans et de moins de 60 ans
6. Ayant donné son consentement libre, éclairé et écrit pour participer à l'étude
7. Patient affilié ou bénéficiaire d'un régime de sécurité sociale

## **2.4. Critères de non inclusion**

Les critères de non inclusion étaient les suivants :

1. Présence d'une déficience intellectuelle modérée à sévère (critères cliniques)
2. Présence d'une comorbidité addictive (hors addiction au tabac et addictions comportementales)
3. Présence d'une pathologie neurologique avec impact cognitif
4. Prise en charge dans un programme de réhabilitation neurocognitif

## **2.5. Taille de l'étude et Recrutement**

20 patients ont été recrutés à partir des dossiers médicaux des patients suivis dans l'une des quatre unités ayant participé à l'étude :

- Unité de Soins Ambulatoires du Service de Psychiatrie, Psychothérapie et Art-Thérapies du CHU de Toulouse
- Hôpital de Jour Louise Bourgeois du Service Psychiatrie, Psychothérapies et Art-Thérapies du CHU de Toulouse
- Centre de réhabilitation psychosociale Route Nouvelle à Toulouse
- Hôpital de jour de l'établissement de santé de la MGEN

Les 20 patients ont été divisés en 2 groupes pour la réalisation des cours d'apprentissage musical, pour un effectif ne dépassant pas 10 apprentis. Nous avons considéré que les patients étaient comparables sur le plan clinique et sociodémographique. Ainsi, les sujets ont été comparés à leur état de base, sans randomisation.

## **2.6. Schéma de la recherche**

### **2.6.1. Deux phases d'étude**

L'étude comportait deux phases :

1. Phase d'apprentissage musical : 6 mois d'apprentissage musical rythmique, vocal et corporel en groupe:

Deux groupes de 10 patients schizophrènes stabilisés ont bénéficié en parallèle d'un apprentissage musical collectif pendant 6 mois dispensé par un professeur de musique de conservatoire. Les séances devaient débuter au maximum 1 mois après la visite d'inclusion V1, à raison d'une séance par semaine pendant une durée de 6 mois (24 séances au total, s'intégrant dans un projet pédagogique). Chaque séance devait durer une heure.

2. Phase post-remédiation : 3 mois de suivi post remédiation (après l'arrêt des séances d'apprentissage musical). Cette phase avait pour objectif de discuter de l'effet durable d'un apprentissage musical collectif sur les troubles cognitifs et les symptômes négatifs des patients schizophrènes stabilisés.

Pour chaque patient, la durée du protocole était de 9 mois. De plus, 4 visites d'évaluation étaient prévues à intervalles réguliers de 3 mois (T0, M3, M6 et M9).

### 2.6.2. Durée de la recherche

La durée totale de la recherche était de 15 mois. Elle comportait un période d'inclusion de 6 mois et une période de participation de chaque participant de 9 mois.

### 2.6.3. Récapitulatif du suivi des participants

Tableau 2 : Récapitulatif du suivi des participants

	Visite 1 Inclusion M-1 à J-7	Début des séances T0	Visite 2 M3 +/- 7j	Fin des séances M6	Visite 3 M6 +/- 15j	Visite 4 M9 +/- 15j
	Réalisée entre 1 mois et 7 jours avant le début des séances.	24 Séances d'apprentissage musical collectif : à raison d'1heure par semaine				Phase post remédiation
Consentement éclairé	✓*					
Vérification des critères d'inclusion et de non inclusion	✓*					
Evaluation clinique	✓*				✓*	✓*
Echelle D2-R	✓*		✓*		✓*	✓*
Echelle Go-no-Go	✓*		✓*		✓*	✓*
Echelle SNS	✓*		✓*		✓*	✓*
Echelle STAI forme Y-A	✓*		✓*		✓*	✓*
Echelle STAI forme Y-B	✓*					
Grille d'évaluation des séances		✓* (1 par séance)				
Relevé des traitements concomitants	✓*		✓*		✓*	✓*

✓ : examen réalisé dans le cadre du soin

✓\* : examen réalisé spécifiquement pour la recherche

Le critère de jugement principal devait être évalué à 6 et 9 mois (Tableau 2). Toutes les échelles utilisées sont validées en français et les évaluations devaient être effectuées par Anya Attou, psychologue qualifiée et formée aux échelles dans des conditions reproductibles d'une visite à l'autre.

a) Visite d'inclusion (V1)

La visite d'inclusion devait être assurée par le médecin investigateur. Elle devait être réalisée au plus tôt un mois et au plus tard 1 semaine avant la première séance d'apprentissage musical. Ce délai permettait de constituer, après la signature du consentement par chaque patient, deux groupes de 10 patients et d'organiser les plannings des séances d'apprentissage des 2 groupes.

Un bilan d'inclusion était également nécessaire afin de s'assurer de l'éligibilité du patient, et pour recueillir les informations essentielles à l'évaluation initiale (baseline) des différents critères de jugement. Une évaluation clinique devait être réalisée et les échelles suivantes d'une durée d'une heure devaient être effectuées, à savoir :

- La réalisation de l'échelle D2R et de l'épreuve Go-no-Go
- La réalisation des auto-questionnaires SNS et STAI-Y (A et B)

Les traitements concomitants et notamment les doses journalières psychotropes devaient être relevés. De plus, chaque patient devait repartir de la visite avec un planning des séances d'apprentissage musical.

b) Visite de Suivi (V2) : Mois 3

La visite V2 à 3 mois du J0 (plus ou moins 7 jours) devait être réalisée par la psychologue dédiée à l'étude. Lors de cette visite, les échelles suivantes d'une durée d'une heure devaient être effectuées, à savoir :

- Échelle D2R
- Épreuve Go-no-Go
- Auto-questionnaire SNS
- Auto-questionnaires STAI-Y A

Les traitements concomitants devaient également être relevés.

c) Visite de Suivi (V3) : Mois 6

La visite V3 à 6 mois du J0 (+/- 7 jours) devait être réalisée par l'investigateur et la psychologue dédiée à l'étude. Lors de cette visite, les échelles suivantes d'une durée d'une heure devaient être effectuées, à savoir :

- Échelle D2R
- Épreuve Go-no-Go
- Auto-questionnaire SNS
- Auto-questionnaires STAI-Y (A et B)

Les traitements concomitants et les effets indésirables devaient également être relevés.

#### d) Visite de Fin de Recherche (V4) : Mois 9

La dernière visite de suivi du patient devait être réalisée à 9 mois du J0 (plus ou moins 7 jours) par l'investigateur et la psychologue dédiée à l'étude. Cette visite est identique à la visite de suivi V3.

Une évaluation clinique sera réalisée et les échelles suivantes seront effectuées :

- Échelle D2R
- Épreuve Go-no-Go
- Auto-questionnaire SNS
- Auto-questionnaires STAI-YA

Les traitements concomitants devaient également être relevés.

A la fin de cette visite le patient devait être suivi selon les recommandations médicales standards et retourner dans le cadre du suivi médical classique

#### 2.6.4. Suivi des séances d'apprentissages (24 séances)

A la fin de chaque séance, le formateur en musique et l'interne présente lors de la séance devaient faire un recueil d'observations pour assurer un suivi individuel et du groupe et noter les facteurs de non d'adhésion et les raisons du renoncement de certains patients.

## 2.7. Traitements/Stratégies/procédures de la recherche

### 2.7.1. Le lieu et créneaux horaire

L'ensemble des séances s'est déroulé non pas dans un lieu de soin, mais dans un lieu emblématique de la vie culturelle : Le Théâtre de La Cité. Une visite du lieu a été réalisée le 06/01/2022, juste avant le début des cours. Les 24 séances d'une heure ont été divisées en 4 périodes de 6 séances sur le plan pédagogique. Elles se sont déroulées chaque vendredi, du 07/01/2022 au 24/06/2022, à 10h pour le premier groupe et à 14h pour le deuxième groupe.

Une interne en psychiatrie était présente dans chacun groupe pour aider au bon déroulement des séances. Elle suivait les cours avec les participants, mais n'était aucunement actrice dans l'enseignement musical. Enfin, il était prévu qu'en cas de réduction des effectifs, l'expérience d'apprentissage musical serait menée jusqu'à son terme, sauf absence totale de participants.

### 2.7.2. Schéma d'une séance type

Après l'accueil des apprentis, un échauffement corporel et vocal d'environ 10 minutes était systématiquement. La séance se divisait théoriquement en plusieurs séquences d'environ 15 minutes travaillant chacune le rythme, le son ou l'harmonie. Cependant, les cours gardaient une flexibilité certaine. Ainsi, le rythme a été particulièrement travaillé, mêlé à des exercices de justesse, tandis que l'harmonie n'a pu être travaillée que plus tard dans le processus puisqu'elle nécessite des capacités de justesse qu'il convenait de travailler en amont. En effet, l'harmonie ne pardonne pas les petites imprécisions individuelles.

Un tableau récapitulatif du schéma d'une séance type avait été proposé lors de la rédaction du protocole de recherche (*Annexe 1*). L'enseignant a par ailleurs identifié en amont ses objectifs pédagogiques (*Annexe 2*) et utilisé une grille d'évaluation de la progression musicale des apprentis (*Annexe 3*).

### 2.7.3. Description de la méthode d'apprentissage musical : « Diapason et Métronome »

La méthode d'apprentissage musical intitulée « Diapason et Métronome » présentée dans ce projet est une création inédite développée par Florent Cholat, professeur de pédagogie musicale au conservatoire de Saint Priest à Lyon en collabor avec l'équipe de recherche constituée de Tudi Gozé, Etienne Bally et Anya Attou. Elle visait à étudier les effets d'une pratique musicale – même rudimentaire – dans le cadre d'un apprentissage, sur le sujet schizophrène. L'attention, la concentration et la résistance à l'effort étant hautement sollicitées dans toute pratique musicale, il était ici question de les travailler de manière ciblée.

Ainsi, l'idée était de faire de la musique avec les deux instruments que nous avons toutes et tous en commun : la voix et le corps. Il s'agit donc d'une méthode tridimensionnelle en ce sens qu'elle est construite sur les trois ingrédients essentiels de la musique que sont le rythme, le son et l'harmonie. Voici un aperçu de l'approche ingrédiendaire sur laquelle reposait cette méthode d'enseignement inédite nommée par l'enseignant « Métronome et Diapason ».

#### a) Rythme

Le rythme, au sens large du terme, concerne le découpage et la gestion du temps. Il englobe les notions de pulsation, de débit et de mouvances binaire, ternaire ou asymétrique. Les exercices proposés mettaient en action le corps et impliquaient la construction d'un mouvement basé sur l'élan. La percussion corporelle visait notamment à coordonner les différents apprentis à des fins musicales en transformant le corps en véritable instrument de percussion (*Tableaux 3 et 4*).

Tableau 3 : Notions rythmiques abordées

1.	Pulsation (qui strie le temps absolu en temps musicaux)
2.	Débit
3.	Mouvance Binaire ou Ternaire (qui découpe le temps musical en 2 ou en 3)
4.	Mesure (qui regroupe ces temps par groupe de 2, 3 ou 4)
5.	Le rythme (qui sculpte le temps et crée la musique sur le plan temporel)
6.	Contretemps
7.	Afterbeat (accent sur temps 2 et 4 de la mesure)
8.	Le silence
9.	Swing
10.	Précision de la mise en place rythmique
11.	Microrythme (et groove)
12.	Polyrythmie

Tableau 4 : Exercices rythmiques proposés

1.	Podopulsation – Manodébit et inversement
2.	Marcher collectivement en tapant des mains (expérience de la synchronisation)
3.	Haka : chorégraphie et sons associé aux différents rythmes de base (blanche, noire, croches et double croche), avec une podopulsation.
4.	Cohérence cardiaque sur un métronome à 60 bpm
5.	Proposition aux apprentis de préparer une séquence rythmique courte chez eux, et de la présenter pour ceux qui le souhaitent
6.	Balle rythmique : lancer une balle de tennis sur la pulsation à tour de rôle
7.	O’passo : un mouvement de pied pour chacun des 4 temps, et débit à la voix + frapper sur les contre temps.
8.	Batucada à 4 voix : 4 motifs rythmiques chantés simultanément en groupe
9.	Exercices de percussions corporelles

b) Son

Le son simple, dans sa singularité et son entité d’objet sonore, permet de travailler sur la représentation du sujet comme instrument sur le plan vocal cette fois. Le cumul de cet aspect avec le précédent érige le corps en « objet sonnante et chantant » (*Tableaux 5 et 6*).

Tableau 5 : Notions mélodiques abordées

1.	Notes
2.	Justesse
3.	Volume
4.	Timbre
5.	Voix de tête
6.	Arpèges
7.	Gammes : blues, pentatonique
8.	Oreille extérieure vs Oreille intérieure

Tableau 6 : Exercices mélodiques proposés

1.	Transmission d’un son (chaque apprenti doit maintenir la note chantée par son voisin)
2.	Vocalises sur arpèges
3.	Sirène (son glissé du grave vers l’aigu et inversement)
4.	Association de la gamme pentatonique à une échelle de frappe corporelle (chaque geste associé à une note de la gamme)
5.	Improvisation (cadrée par « un réservoir » de 2 notes : mi et sol)

c) Harmonie

L’harmonie permet de donner une « mission » à un son simple en fonction de la position qu’il occupe dans la globalité de l’accord auquel il appartient. Elle questionne sur le collectif et le rôle du sujet en son sein. Les exercices de polyphonie (fait de chanter plusieurs sons ensemble) étaient destinés à travailler ce positionnement (*Tableaux 7 et 8*).

Tableau 7 : Notions harmoniques abordées

1. Distinction intervalle (2 notes) / Accords (3 notes minimum)
2. Accord parfait :
3. Note fondamentale (fondation)
4. Quinte (structure)
5. Tierce (couleur/émotion véhiculée, selon si elle est majeure ou mineure)
6. Accord de 7 <sup>ème</sup>

Tableau 8 : Exercices harmoniques proposés

1. L'enseignant joue une quinte juste au piano et fait chanter les tierces mineures et majeures aux apprentis
2. Chant d'une note par un apprenti et de la quinte par un autre

#### d) Compositions utilisant les ingrédients travaillés

L'enseignant a spécifiquement composé des morceaux pour ce programme d'apprentissage musical et de recherche, à savoir :

1. Un blues.
2. Un morceau avec une partie chantée et l'autre rappée sur une quinte fixe, en rythme binaire (blanche/noire/croches/doubles croches), couplé à un ostinato rythmique. Le refrain comportait par ailleurs un temps et un demi-temps de silence, travaillant l'inhibition.
3. Une samba (danse brésilienne à quatre temps sur un tempo plutôt rapide).
4. Un morceau sur une gamme pentatonique majeure en notes chantées, avec canon lancé de balles de tennis sur les temps.
5. Un canon, avec une voix chantée par l'enseignant, l'autre par les apprentis.

#### Conclusion

En conclusion, il s'agit bien dans cette méthode de construire *pour* les patients mais aussi et surtout *avec* eux. Au-delà du plaisir de faire de la musique, le bien-être provoqué par une pratique musicale active pourrait être thérapeutique, notamment sur le plan cognitif. De plus, en accord avec la notion de cognition incarnée, nous pouvons remarquer que le corps était fréquemment convoqué dans les exercices qui ont été proposés par l'enseignant.

### 2.8. Rapport bénéfice/risque

Un bénéfice direct à court terme était attendu pour les patients. Cette activité thérapeutique de groupe a été pensée pour favoriser l'amélioration du fonctionnement à la fois personnel et interpersonnel des patients au moyen d'une remédiation cognitive médiatisée centrée sur la dynamique des coordinations sensorimotrices.

Cette étude a également présenté un bénéfice collectif à long terme. Elle visait à évaluer la faisabilité et l'intérêt d'un apprentissage de la musique dans un contexte écologique, dans la stratégie thérapeutique de la prise en charge des troubles cognitifs et des symptômes négatifs chez les



patients schizophrènes stabilisés. A notre connaissance, la seule donnée accessible à ce sujet était l'étude pilote proposée par l'équipe de Kosugi mentionnée en début de ce travail de thèse. Pour rappel, elle avait évalué l'efficacité de la pratique musicale comme outil de remédiation cognitive pour des patients schizophrènes, avec des résultats encourageants, notamment sur le plan attentionnel (Kosugi et al., 2019).

Notre nouvelle approche pourrait permettre de participer au renforcement de ces données empiriques dans l'objectif de renforcer l'arsenal thérapeutique indispensable mais encore peu développé des approches non pharmacologiques qui favorisent l'amélioration de la qualité de vie par la réhabilitation psychosociale. La littérature sur d'autres pathologies, ne met pas en évidence d'évènement indésirable et ne rapporte que des effets bénéfiques de la musique. D'un point de vue expérimental, nous estimons cependant que la situation d'apprentissage en groupe peut entraîner un risque modéré d'anxiété transitoire dans cette population.

## **2.9. Aspects statistiques**

### **2.9.1. Analyse statistique des données**

D'une part, concernant l'analyse de l'objectif principal, le nombre et le pourcentage de patients ayant suivi au moins 80% des séances sur les 6 mois d'apprentissage musical (participation à au moins 19 séances sur les 24 prévues au programme) seront décrits. Les caractéristiques de ces patients seront décrites, ainsi que celles des patients n'ayant pas été jusqu'à 80% de participation. Les raisons d'une participation inférieure à 80% des séances seront relevées et décrites.

D'autre part, concernant l'analyse des objectifs secondaires, les évolutions entre l'inclusion et la fin du programme, et entre la fin du programme et 3 mois après (phase post remédiation) des scores de déficit attentionnel, de capacité d'inhibition, de symptômes négatifs et d'anxiété seront décrites en termes de moyenne, écart-type, médiane, intervalle interquartile, minimum et maximum (l'effectif de données renseignées pour chaque critère sera précisé). Autant que possible, les évolutions des différents scores utilisés seront représentées sous forme graphique.

Les modifications de posologies et de traitements psychotropes seront décrites en termes de stabilité, d'augmentation ou de diminution.

### **2.9.2. Calcul de la taille d'étude**

La nature exploratoire de cette étude rend impossible un calcul d'échantillon. En l'absence de données de la littérature suffisantes pour faire des hypothèses fiables pour un calcul d'effectif, les recommandations sur les études pilotes proposent d'inclure au moins 30 sujets (Lancaster, Dodd et Williamson 2004). Pour des raisons pragmatiques d'enseignement musical, le nombre de personnes pouvant être suivies pour chaque atelier était limité à 10 personnes. En conséquence, nous avons fixé à 20 sujets par groupe l'effectif à inclure dans notre étude.

### 2.9.3. Méthodes statistiques employées

#### a) Vérification des données

Avant toute analyse, une phase de vérification des données manquantes, aberrantes ou incohérentes sera réalisée. A l'issue de celle-ci la base de données corrigée sera gelée. Les analyses seront réalisées sur cette base gelée par des professionnels compétents.

#### b) Variables d'analyse

Une description des caractéristiques de la population à l'inclusion sera effectuée. Les variables quantitatives seront décrites avec les indicateurs suivants : effectif, moyenne et écart-type ou médiane et intervalle interquartile en fonction de la distribution de la variable, minimum et maximum. Les variables qualitatives seront présentées pour chacune des modalités avec l'effectif et le pourcentage correspondant.

- Séquence des analyses prévues

Aucune analyse intermédiaire n'était prévue dans ce projet. Toutes les analyses prévues dans ce protocole devaient être effectuées seulement après que :

- le dernier sujet ait terminé l'étude,
- la base de données de l'étude ait été gelée,
- le plan d'analyse détaillé ait été approuvé par l'ensemble de l'équipe participant au projet.

Toutes les analyses statistiques devaient être conduites à l'aide du logiciel SAS® version 9.4 (ou supérieure).

- Caractéristiques des participants

Un diagramme de flux décrira les effectifs de chaque population de l'étude ainsi que les raisons de non prise en compte.

- Analyse de l'objectif principal

Le nombre et le pourcentage de patients ayant suivi au moins 80% des séances sur les 6 mois d'apprentissage musical (participation à au moins 19 séances sur les 24 prévues) seront décrits. De plus, les caractéristiques de ces patients seront décrites, ainsi que celles des patients n'ayant pas été jusqu'à 80% de participation. Enfin, les raisons d'une participation inférieure à 80% des séances seront également décrites.

- Analyse des objectifs secondaires

Les évolutions entre l'inclusion et la fin du programme, et entre la fin du programme et 3 mois après (phase post remédiation), des scores de déficit attentionnel, de capacité d'inhibition, de symptômes négatifs et d'anxiété, seront décrites en termes de moyenne, écart-type, médiane, intervalle interquartile, minimum et maximum (l'effectif de données renseignées pour chaque critère sera précisé).

Par ailleurs, autant que possible, les évolutions des différents scores utilisés seront représentées sous forme graphique. De plus, les modifications de posologies et de traitements médicamenteux seront décrites à l'aide d'effectifs et de pourcentages. Enfin, l'analyse des données sera réalisée par Baptise Bonneau, biostatisticien de l'unité MéDatAS, sous la responsabilité d'Agnès Sommet, méthodologiste de l'étude et en lien avec Anya Attou, la psychologue référente de l'étude.

### 3. Résultats

#### 3.1. Caractéristiques de la population d'étude

Sur les 20 patients éligibles, 18 étaient des hommes et 2 étaient des femmes. Les patients avaient en moyenne 1,9 antécédents médicaux en dehors de la schizophrénie. Ainsi, 3 patients ne présentaient aucun antécédent, 7 présentaient 1 antécédent, 4 présentaient 2 antécédents, 3 présentaient 3 antécédents, 1 présentait 4 antécédents, et 2 présentaient 5 antécédents (*Tableau 9*). De plus, 11 patients ne présentaient pas de traitement médicamenteux associé à l'un de ces antécédents, 7 présentaient un antécédent étant associé à un traitement et 2 d'entre eux présentaient 2 antécédents associés à un traitement (*Tableau 10*).

Tableau 9 : Antécédents médicaux

Variable	N = 20 <sup>1</sup>
<b>Nombre d'antécédents médicaux</b>	
N	20
Moyenne (ET)	1,90 (1,52)
Médiane (EI)	1,50 (1,00, 3,00)
Étendue	0,00, 5,00
<b>Nombre d'antécédents médicaux (quali)</b>	
0	3 (15,00%)
1	7 (35,00%)
2	4 (20,00%)
3	3 (15,00%)
4	1 (5,00%)
5	2 (10,00%)

Tableau 10 : Antécédents médicaux associés à un traitement médicamenteux

Variable	N = 20 <sup>1</sup>
<b>Nombre d'antécédents médicaux avec un traitement associé (quali)</b>	
N	20
Moyenne (ET)	0,55 (0,69)
Médiane (EI)	0,00 (0,00, 1,00)
Étendue	0,00, 2,00
<b>Nombre d'antécédents médicaux avec un traitement associé (quali)</b>	
0	11 (55,00%)
1	7 (35,00%)
2	2 (10,00%)

<sup>1</sup>n (%)

### 3.2. Critère de jugement principal

Initialement, 49 patients ont été évalués pour l'éligibilité à l'étude. Après vérification du souhait et des critères d'inclusion de chaque patient, 20 d'entre eux ont été inclus dans l'étude. Ils ont ensuite été répartis en 2 groupes de 10 patients. Au cours du suivi, parmi les membres du premier groupe, il n'y pas eu de perdu de vu, 4 n'ont pas continué les séances et 3 ont refusé de continuer. Dans le second groupe, 1 patient a été perdu de vu, 2 patients n'ont pas continué les séances et 1 patient a refusé de continuer. L'analyse en intention de traiter concernait l'ensemble des 20 patients. Une analyse des patients ayant assisté à au moins une séance a également été réalisée en intention de traiter modifiée (Figure 4).

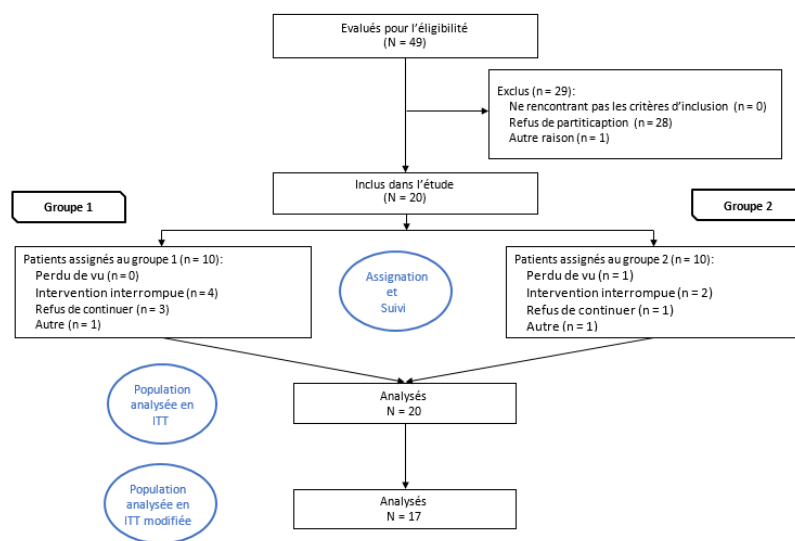


Figure 4 : Diagramme de flux de l'étude empirique ARCoS

Sur l'ensemble des patients inclus, 55% des patients (11/20) ont assisté à 19 sessions au moins sur les 24 sessions proposées durant l'étude (Tableau 11). Si l'on regarde seulement les patients ayant assisté à une séance minimum durant l'étude, on constate que 64,71% des patients (11/17) ont assisté à 19 sessions au moins sur les 24 sessions proposées durant l'étude (Tableau 12). Cette fois, la médiane du nombre de séances réalisées par patient est de 22, ce qui signifie que la moitié des patients de la population en ITT modifiée a assisté à 22 séances d'apprentissage musical sur les 24 séances proposées durant l'étude.

Tableau 11 : Tous les patients, nombre de séances réalisées

Variable	N = 20 <sup>1</sup>
<b>Nombre de séances réalisées</b>	
N	20
Mean (SD)	15.60 (8.82)
Median (IQR)	20.00 (10.50, 22.25)
Range	0.00, 24.00
Aucune séance réalisée	3 (15.00%)
Au moins une séance réalisée	17 (85.00%)
Toutes les séances réalisées (24 séances)	2 (10.00%)
Au moins 19 sessions réalisées (79% du total des séances)	11 (55.00%)
<sup>1</sup> n (%)	

Tableau 12 : Nombre de séances réalisées par les patients ayant réalisés au moins une séance

Variable	N = 17 <sup>1</sup>
<b>Nombre de séances réalisées</b>	
N	17
Mean (SD)	18.35 (6.22)
Median (IQR)	22.00 (15.00, 23.00)
Range	3.00, 24.00
Aucune séance réalisée	0 (0.00%)
Au moins une séance réalisée	17 (100.00%)
Toutes les séances réalisées (24 séances)	2 (11.76%)
Au moins 19 séances réalisées (79% du total des séances)	11 (64.71%)
<sup>1</sup> n (%)	

### 3.3. Critères de jugement secondaires

#### 3.3.1. Causes de non adhésion

Concernant les causes de non adhésion, une des causes a été une hospitalisation pour décompensation psychiatrique pour 1 patient. Les données ont été manquantes pour 2 patients (Tableau 13). Les autres causes étaient variées : rendez-vous médical (pour 4 absences), sortie d'étude (pour 4 absences), motif médical non précisé (pour 4 absences), raison personnelle (pour 3 absences), rendez-vous personnel (pour 3 absences), raison familiale (pour 2 absences), cas contact (pour 1 absence), début d'un travail (pour 1 absence), douleur aux jambes (pour 1 absence), réveil manqué (pour 1 absence), obsèques (pour 1 absence), absence de nouvelles (pour 1 absence), douleur au dos (pour 1 absence), problème de voiture (pour 1 absence), stage (pour 1 absence), vacances (pour 1 absence) et zona (pour 1 absence) (Tableau 14). Cela représente environ 2 raisons par patient.

Concernant l'analyse de la population en intention de traiter modifiée, on peut voir que nous avons 3 « Autres » réponses de moins que dans la population en intention de traiter (Tableaux 15 et 16).

Tableau 13 : Causes de non adhésion

Variable	N = 20 <sup>1</sup>
<b>V3 Cause de non adhésion</b>	
Autre	17 (94,44%)
Hospitalisation ou décompensation psychiatrique	1 (5,56%)
(Manquant)	2
*n (%)	

Tableau 15 : Causes de non adhésion ITT modifiée

Variable	N = 17 <sup>1</sup>
<b>V3 Cause de non adhésion</b>	
Autre	14 (93,33%)
Hospitalisation ou décompensation psychiatrique	1 (6,67%)
(Manquant)	2
*n (%)	

Tableau 14 : Autres causes de non adhésion

Variable	N = 30 <sup>1</sup>
<b>Autre</b>	
Rdv médical	4 (13,33%)
Sortie d'étude	4 (13,33%)
Motif médical	3 (10,00%)
Raison personnelle	4 (10,00%)
Rdv personnelle	3 (10,00%)
Raison familiale	2 (6,67%)
Cas contact	1 (3,33%)
Début d'un travail	1 (3,33%)
Douleur aux jambes	1 (3,33%)
Réveil manqué	1 (3,33%)
Obsèques	1 (3,33%)
Pas de nouvelles	1 (3,33%)
Douleur au dos	1 (3,33%)
Probleme de voiture	1 (3,33%)
Stage	1 (3,33%)
Vacances	1 (3,33%)
Zona	1 (3,33%)
*n (%)	

Tableau 16 : Autres causes de non adhésion, ITT modifiée

Variable	N = 27 <sup>1</sup>
<b>Autre</b>	
Rdv médical	4 (14,81%)
Motif médical	3 (11,11%)
Raison personnelle	3 (11,11%)
Rdv personnel	3 (11,11%)
Raison familiale	2 (7,41%)
Cas contact	1 (3,70%)
Début d'un travail	1 (3,70%)
Douleur aux jambes	1 (3,70%)
Réveil manqué	1 (3,70%)
Obsèques	1 (3,70%)
Pas de nouvelle	1 (3,70%)
Douleur au dos	1 (3,70%)
Probleme de voiture	1 (3,70%)
Sortie d'étude	1 (3,70%)
Stage	1 (3,70%)
Vacances	1 (3,70%)

### 3.3.2. Capacités attentionnelles (D2R)

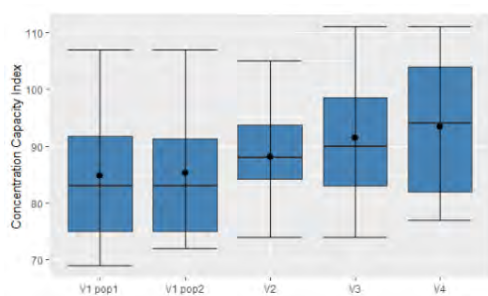
#### a) D2R – Capacité de Concentration

Lors de la première visite, la moyenne de la Capacité de Concentration de l'échelle D2R des participants était de 84,78 et la médiane était de 83. Les données de 2 patients étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 88,06 et la médiane de 88,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 91,45 et la médiane de 90,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin, à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin des séances d'apprentissage musical, la moyenne était de 93,46 et la médiane était de 94,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 17 et Figure 5).

Tableau 17 : Scores de la Capacité de Concentration de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>D2R - Capacité de Concentration (CC)</b>				
N	18	16	11	13
Moyenne (SD)	84.78 (10.69)	88.06 (9.10)	91.45 (11.78)	93.46 (12.84)
Médiane (IQR)	83.00 (75.00, 91.75)	88.00 (84.25, 93.75)	90.00 (83.00, 98.50)	94.00 (82.00, 104.00)
Etendue	69.00, 107.00	74.00, 105.00	74.00, 111.00	77.00, 111.00
(Manquant)	2	4	9	7

Figure 5 : Diagramme illustrant les scores de la Capacité de Concentration de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4



En utilisant le test non paramétrique de Friedman pour comparer les données des 4 visites, un p-value de 0,0059 a été retrouvée. Ensuite, la méthode Holm pour les comparaisons multiples a été utilisée et a confirmé une différence significative entre la première visite et la quatrième visite (3 mois après les sessions d'apprentissage musical) avec un p-value de 0,034.

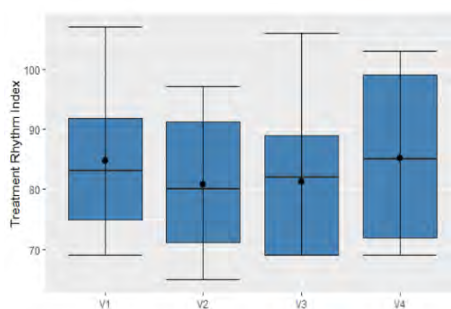
## b) D2R – Rythme de Travail

Lors de la première visite, la moyenne du Rythme de Travail de l'échelle D2R des participants était de 80,67 et la médiane de 78,50. Les données de 2 patients étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 80,75 et la médiane de 80,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 81,27 et la médiane de 82,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 85,15 et la médiane était de 85,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 18 et Figure 6).

Tableau 18 : Scores du Rythme de Travail de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>D2R – Rythme de Travail</b>				
N	18	16	11	13
Moyenne (SD)	84.78 (10.69)	80.75 (10.87)	81.27 (12.83)	85.15 (13.76)
Médiane (IQR)	83.00 (75.00, 91.75)	80.00 (71.25, 91.25)	82.00 (69.00, 89.00)	85.00 (72.00, 99.00)
Etendue	69.00, 107.00	65.00, 97.00	69.00, 106.00	69.00, 103.00
(Manquant)	2	4	9	7

Figure 6 : Diagramme illustrant les scores du Rythme de Travail de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.



En utilisant le test non paramétrique de Friedman pour comparer les données des 4 visites, un p-value de 0,0018 a été retrouvée. Ensuite, la méthode Holm pour les comparaisons multiples a été utilisée et a confirmé une différence significative entre la première et la deuxième visite (à 3 mois), avec un p-value de 0,013. Une différence statistiquement significative a également été retrouvée entre la première et la troisième visite (à 6 mois, à l'issue de la période d'apprentissage musical), avec une p-value de 0,039.

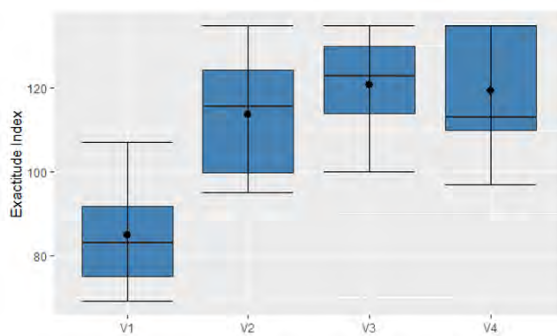
### c) D2R – Exactitude

Lors de la première visite, la moyenne de l'Exactitude de l'échelle D2R des participants était de 116,06 et la médiane était de 115,50. Les données de 2 patients étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 113,69 et la médiane de 115,50. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 120,82 et la médiane de 123,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 119,38 et la médiane était de 113,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 19 et Figure 7*).

Tableau 19 : Scores du Score d'Exactitude de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>D2R - Exactitude</b>				
<i>N</i>	18	16	11	13
<i>Moyenne (SD)</i>	84.78 (10.69)	113.69 (14.42)	120.82 (11.90)	119.38 (14.79)
<i>Médiane (IQR)</i>	83.00 (75.00, 91.75)	115.50 (99.75, 124.25)	123.00 (114.00, 130.00)	113.00 (110.00, 135.00)
<i>Etendue</i>	69.00, 107.00	95.00, 135.00	100.00, 135.00	97.00, 135.00
<i>(Manquant)</i>	2	4	9	7

Figure 7 : Diagramme illustrant les scores d'Exactitude de l'échelle D2R de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.



En utilisant le test non paramétrique de Friedman pour comparer les données des 4 visites, un p-value de 0,0002 a été retrouvée. Ensuite, la méthode Holm pour les comparaisons multiples a été utilisée et a confirmé une différence significative entre la première et la deuxième visite (à 3 mois), avec un p-value de 0,0074. Une différence statistiquement significative a également été retrouvée entre la première et la troisième visite (à 6 mois, à l'issue de

la période d'apprentissage musical), avec une p-value de 0,0028, et entre la première et la quatrième visite (à 9 mois, 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical), avec une p-value de 0,0144.

### 3.3.3. Capacités d'inhibition (Go no Go)

#### a) Go no Go – Temps de Réaction

Lors de la première visite, la moyenne du Temps de réaction de l'échelle Go no Go des participants était de 427,11 et la médiane était de 427,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 436,44 et la médiane de 411,50. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 410,27 et la médiane de 397,00. Les



données de 9 patients étaient manquantes. Enfin, à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 445,31 et la médiane était de 422,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 20 et Figure 8*).

Tableau 20 : Scores du Temps de Réaction de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>Go no Go - Temps de Réaction</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	427.11 (74.31)	436.44 (101.47)	410.27 (68.69)	445.31 (85.32)
Médiane (IQR)	427.00 (370.50, 492.50)	411.50 (378.50, 459.25)	397.00 (362.50, 424.00)	422.00 (391.00, 502.00)
Etendue	280.00, 531.00	288.00, 701.00	356.00, 594.00	334.00, 610.00
(Manquant)	1	4	9	7

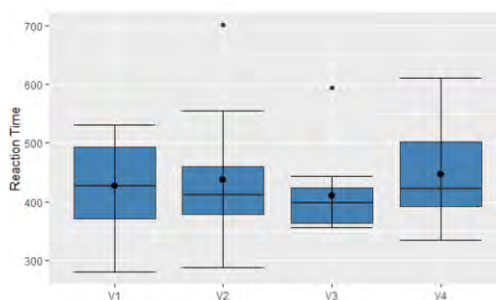


Figure 8 : Diagramme illustrant les scores du Temps de Réaction de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

#### b) Go no go – Nombre d'Erreurs

Lors de la première visite, la moyenne du Nombre d'erreurs de l'échelle Go no Go des participants était de 1,32 et la médiane était de 1,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 0,81 et la médiane de 1,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 0,73 et la médiane de 0. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 0,31 et la médiane était de 0. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 21 et Figure 9*).

Tableau 21 : Scores du Nombre d'Erreurs de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>Go no Go – Nombre d'Erreurs</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	1.32 (1.77)	0.81 (0.98)	0.73 (1.01)	0.31 (0.48)
Médiane (IQR)	1.00 (0.00, 2.00)	1.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)	0.00 (0.00, 1.00)
Etendue	0.00, 6.00	0.00, 3.00	0.00, 3.00	0.00, 1.00
(Manquant)	1	4	9	7

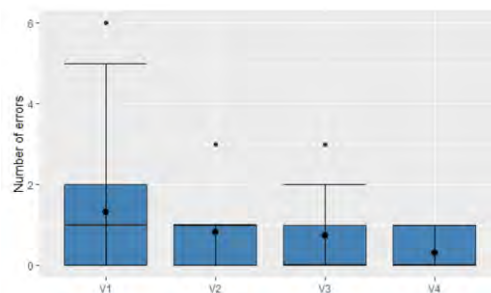


Figure 9 : Diagramme illustrant les scores du Nombre d'Erreurs de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

### c) Go no go – Nombre d'Omissions

Lors de la première visite, la moyenne du Nombre d'Omissions de l'échelle Go no Go des participants était de 0,11 et la médiane était de 0. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 0,13 et la médiane de 0. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 0 et la médiane de 0. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 0 et la médiane était de 0. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 22 et Figure 10).

Tableau 22 : Scores du Nombre d'Omissions de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>Go no Go - Omissions</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	0.11 (0.32)	0.13 (0.50)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Médiane (IQR)	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 0.00)
Etendue	0.00, 1.00	0.00, 2.00	0.00, 0.00	0.00, 0.00
(Manquant)	1	4	9	7

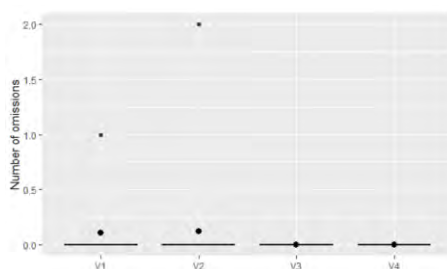


Figure 10 : Diagramme illustrant les scores du Nombre d'Omissions de l'échelle Go no Go de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

### 3.3.4. Symptômes négatifs (SNS)

#### a) SNS – Alogie

Lors de la première visite, la moyenne du score d'Alogie de l'échelle SNS des participants était de 4,21 et la médiane était de 4,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 3,13 et la médiane de 3,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,64 et la médiane de 4,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,46 et la médiane était de 4,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 23 et Figure 11*).

Tableau 23 : Scores d'Alogie de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS – Alogie</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	4.21 (2.59)	3.13 (2.25)	3.64 (2.06)	3.46 (1.98)
Médiane (IQR)	4.00 (2.50, 6.00)	3.00 (1.00, 5.00)	4.00 (3.00, 5.00)	4.00 (2.00, 5.00)
Etendue	0.00, 8.00	0.00, 7.00	0.00, 6.00	0.00, 6.00
(Manquant)	1	4	9	7

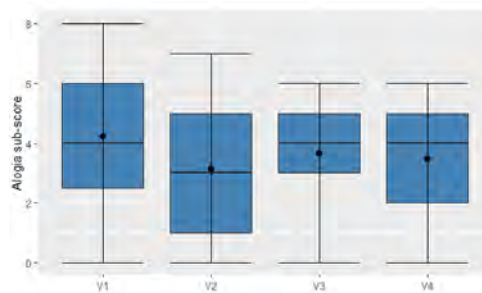


Figure 11 : Diagramme illustrant les scores d'Alogie de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

#### b) SNS – Avolition

Lors de la première visite, la moyenne du score d'Avolition de l'échelle SNS des participants était de 4,61 et la médiane était de 4,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 3,94 et la médiane de 5,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,82 et la médiane de 4,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,92 et la médiane était de 4,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 24 et Figure 12*).

Tableau 24 : Scores d'Avolition de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS - Avolition</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	4.61 (2.32)	3.94 (2.05)	3.82 (2.09)	3.92 (2.53)
Médiane (IQR)	4.00 (3.00, 6.50)	5.00 (2.75, 5.00)	4.00 (2.50, 5.50)	4.00 (3.00, 6.00)
Etendue	0.00, 8.00	0.00, 7.00	0.00, 6.00	0.00, 8.00
(Manquant)	1	4	9	7

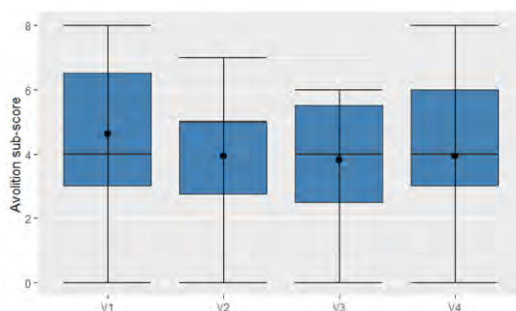


Figure 12 : Diagramme illustrant les scores d'Avolition de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

### c) SNS – Anhédonie

Lors de la première visite, la moyenne du score d'Anhédonie de l'échelle SNS des participants était de 2,00 et la médiane était de 1,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 1,69 et la médiane de 1,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 1,64 et la médiane de 1,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 1,46 et la médiane était de 1,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 25 et Figure 13).

Tableau 25 : Scores d'Anhédonie de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS - Anhédonie</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	2.00 (2.03)	1.69 (1.58)	1.64 (2.25)	1.46 (1.94)
Médiane (IQR)	1.00 (0.50, 3.00)	1.00 (0.75, 2.25)	1.00 (0.00, 2.50)	1.00 (0.00, 2.00)
Etendue	0.00, 7.00	0.00, 5.00	0.00, 7.00	0.00, 5.00
(Manquant)	1	4	9	7

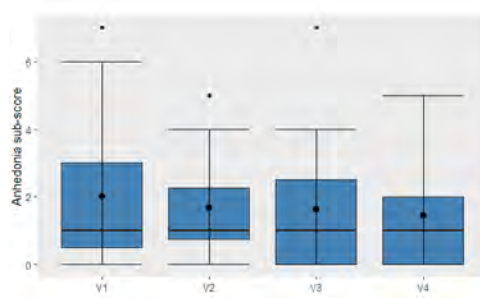


Figure 13 : Diagramme illustrant les scores d'Anhédonie de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

#### d) SNS – Retrait Social

Lors de la première visite, la moyenne du score de Retrait Social de l'échelle SNS des participants était de 3,00 et la médiane était de 3,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 1,88 et la médiane de 1,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 2,09 et la médiane de 1,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 2,00 et la médiane était de 2,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 26 et Figure 14).

Tableau 26 : Scores de Retrait Social de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS – Retrait Social</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	3.00 (2.21)	1.88 (1.78)	2.09 (2.47)	2.00 (1.73)
Médiane (IQR)	3.00 (1.00, 4.50)	1.00 (0.75, 3.25)	1.00 (0.00, 3.00)	2.00 (1.00, 2.00)
Etendue	0.00, 8.00	0.00, 5.00	0.00, 8.00	0.00, 7.00
(Manquant)	1	4	9	7

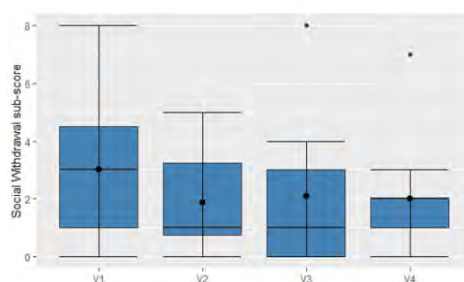


Figure 14 : Diagramme illustrant les scores de Retrait Social de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

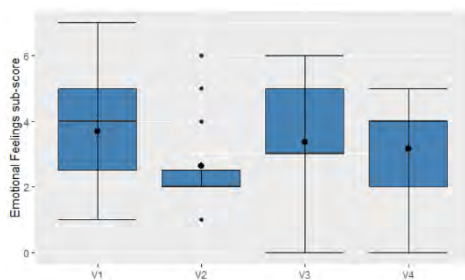
### e) SNS – Ressenti Emotionnel

Lors de la première visite, la moyenne du score de Ressenti Emotionnel de l'échelle SNS des participants était de 3,68 et la médiane était de 4,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 2,63 et la médiane de 2,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,36 et la médiane de 3,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 3,15 et la médiane était de 4,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 27 et Figure 15*).

Tableau 27 : Scores de Ressenti Emotionnel de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS – Ressenti émotionnel</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	3.68 (1.83)	2.63 (1.50)	3.36 (1.96)	3.15 (1.52)
Médiane (IQR)	4.00 (2.50, 5.00)	2.00 (2.00, 2.50)	3.00 (3.00, 5.00)	4.00 (2.00, 4.00)
Etendue	1.00, 7.00	1.00, 6.00	0.00, 6.00	0.00, 5.00
(Manquant)	1	4	9	7

Figure 15 : Diagramme illustrant les scores de Ressenti Emotionnel de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.



En utilisant le test non paramétrique de Friedman pour comparer les données des 4 visites, un p-value de 0,042 a été retrouvée. Ensuite, la méthode Holm pour les comparaisons multiples a été utilisée et a confirmé une différence significative entre la première et la deuxième visite (à 3 mois), avec une p-value de 0,045.

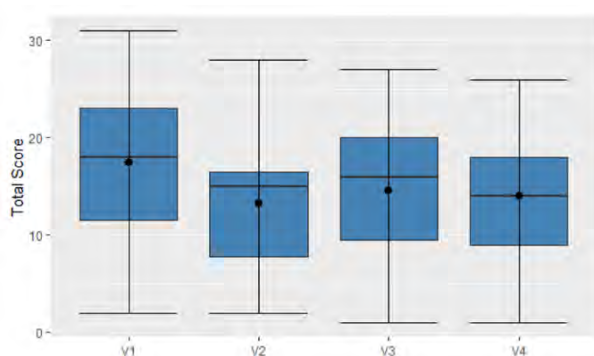
### f) SNS – Score Total

Lors de la première visite, la moyenne du Score Total de l'échelle SNS des participants était de 17,47 et la médiane était de 18,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 13,25 et la médiane de 15,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 14,55 et la médiane de 16,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin, à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 14,00 et la médiane était de 14,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (*Tableau 28 et Figure 16*).

Tableau 28 : Scores Totaux de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>SNS - Score Total</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	17.47 (7.52)	13.25 (7.10)	14.55 (8.65)	14.00 (6.67)
Médiane (IQR)	18.00 (11.50, 23.00)	15.00 (7.75, 16.50)	16.00 (9.50, 20.00)	14.00 (9.00, 18.00)
Etendue	2.00, 31.00	2.00, 28.00	1.00, 27.00	1.00, 26.00
(Manquant)	1	4	9	7

Figure 16 : Diagramme illustrant les Scores Totaux de l'échelle SNS de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.



En utilisant le test non paramétrique de Friedman pour comparer les données des 4 visites, un p-value de 0,0198 a été retrouvée. Ensuite, la méthode Holm pour les comparaisons multiples a été utilisée et a confirmé une différence significative entre la première et la deuxième visite (à 3 mois), avec une p-value de 0,025.

### 3.3.5. Anxiété (STAI-Y)

#### a) Anxiété Etat : STAI-Y A

Lors de la première visite, la moyenne de l'Anxiété Etat (STAI-Y A) des participants était de 40,21 et la médiane était de 38,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), la moyenne était de 36,50 et la médiane de 38,00. Les données de 4 patients étaient manquantes. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 32,00 et la médiane de 31,00. Les données de 9 patients étaient manquantes. Enfin, à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la fin de la période d'apprentissage musical, la moyenne était de 35,46 et la médiane était de 34,00. Les données de 7 patients étaient manquantes (Tableau 29 et Figure 17).

Tableau 29 : Scores de l'échelle d'Anxiété Etat (STAI-Y A) de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V2, N = 20	V3, N = 20	V4, N = 20
<b>STAI-Y A</b>				
N	19	16	11	13
Moyenne (SD)	40.21 (10.56)	36.50 (9.92)	32.00 (9.51)	35.46 (11.19)
Médiane (IQR)	38.00 (34.50, 46.50)	38.00 (27.75, 41.75)	31.00 (23.00, 40.00)	34.00 (26.00, 45.00)
Etendue	23.00, 65.00	22.00, 55.00	20.00, 47.00	20.00, 54.00
(Manquant)	1	4	9	7

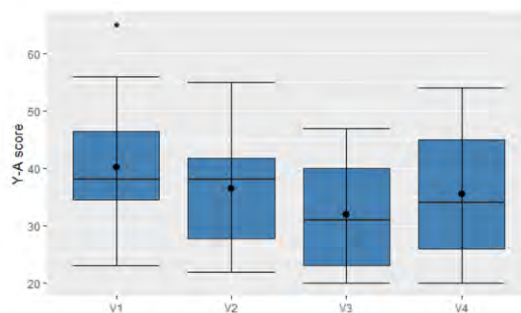


Figure 17 : Diagramme illustrant les scores de l'échelle d'Anxiété Etat (STAI-Y A) de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée.

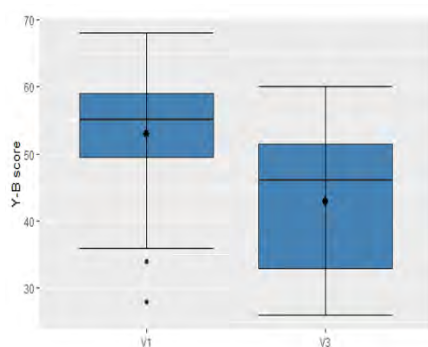
### b) Anxiété Trait : STAI-Y B

Lors de la première visite, la moyenne de l'Anxiété Trait (STAI-Y B) des participants était de 52,95 et la médiane était de 55,00. Les données d'un patient étaient manquantes. Ensuite, lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue des 24 sessions d'apprentissage musical, la moyenne était de 42,82 et la médiane de 46,00. Les données de 9 patients étaient manquantes (Tableau 30 et Figure 18).

Tableau 30 : Scores de l'échelle d'Anxiété Trait (STAI-Y B) de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.

Variable	V1, N = 20	V3, N = 20
<b>STAI-Y B</b>		
N	19	11
Moyenne (SD)	52.95 (11.20)	42.82 (11.94)
Médiane (IQR)	55.00 (49.50, 59.00)	46.00 (33.00, 51.50)
Etendue	28.00, 68.00	26.00, 60.00
(Manquant)	1	9

Figure 18 : Diagramme illustrant les scores de l'échelle d'Anxiété Trait (STAI-Y B) de l'ensemble des patients aux visites V1, V2, V3 et V4.



Le fait qu'il n'y ait que les données de 2 visites n'imposait pas d'utiliser le test de Friedman. Le test de Wilcoxon pour les données paires a ainsi été utilisé. Une différence significative a été retrouvée entre le première et la troisième visite (à 6 mois, à l'issue de la période des séances d'apprentissage), avec un p-value de 0,0191.



### 3.3.6. Evolution des traitements psychotropes

Le traitement psychotrope est resté stable chez 12 patients. A contrario, 6 d'entre eux ont vu leur traitement psychotrope augmenté et a été diminué pour 2 d'entre eux (*Tableau 31*). En effet, lors de première visite, le traitement psychotrope avait été augmenté chez 6 patients et diminué chez 2 patients. Lors de la deuxième visite (à 3 mois), il avait été augmenté chez 2 patients et diminué chez aucun d'entre eux. Lors de la troisième visite (à 6 mois), à l'issue de la période des séances d'apprentissage, le traitement avait été augmenté chez 2 patients et diminué chez 2 autres patients. Enfin, à la quatrième visite (à 9 mois), 3 mois après la période des séances d'apprentissage musical, le traitement avait été augmenté chez 2 patients et diminué chez aucun d'entre eux (*Tableau 32*).

*Tableau 31 : Modifications de traitements psychotropes de l'ensemble des patients au cours de l'étude.*

Variable	N = 20 <sup>1</sup>
<b>Evolution</b>	
Augmentation	6 (30.00%)
Diminution	2 (10.00%)
Stable	12 (60.00%)
<sup>1</sup> n (%)	

*Tableau 32 : Détail de modifications thérapeutiques concernant les 8 patients pour lesquels le traitement psychotrope a été modifié au cours de l'étude.*

Variable	Overall, N = 8 <sup>1</sup>	V2, N = 2 <sup>1</sup>	V3, N = 4 <sup>1</sup>	V4, N = 2 <sup>1</sup>
<b>Evolution</b>				
Augmentation	6 (75.00%)	2 (100.00%)	2 (50.00%)	2 (100.00%)
Diminution	2 (25.00%)	0 (0.00%)	2 (50.00%)	0 (0.00%)
<sup>1</sup> n (%)				

### **III. Discussion**

#### **1. Objectifs de l'étude**

##### **1.1. Objectif principal**

Cette étude pilote avait pour objectif principal d'évaluer la faisabilité de la mise en œuvre de cette méthode de remédiation cognitive par apprentissage musical rythmique, vocal et corporel collectif sur 6 mois chez des patients schizophrènes stabilisés. 55% de l'ensemble des patients ont assisté à 19 séances sur les 24 proposées, soit 79% du total des séances. De même, 64,71% des participants ayant effectivement commencé le programme ont assisté à 19 séances sur les 24 proposées, soit 79% du total des séances. Ces résultats apparaissent comme étant modérés concernant l'adhésion des patients au programme d'apprentissage musical. Néanmoins, en considérant l'impact des symptômes négatifs de la schizophrénie sur la possibilité à se déplacer de façon régulière dans un lieu nouveau et l'exigence d'un tel programme sur le plan cognitif, ces résultats restent encourageants. En outre, ces données sont en adéquation avec celles de la littérature concernant la remédiation cognitive pour les personnes schizophrènes (Wykes et al., 2011).

##### **1.2. Objectifs secondaires**

Les causes de sortie d'étude étaient variées mais il convient de souligner que l'un des participants a été hospitalisé pour décompensation psychiatrique.

Concernant les autres objectifs secondaires, les tests attentionnels se sont améliorés de façon significative entre le début et la fin des 6 mois de cours, avec un maintien de cette amélioration 3 mois plus tard pour les sous-scores « capacité de concentration » et « exactitude ». Le score total des symptômes négatifs ainsi que le sous-score « ressenti émotionnel » ont été significativement améliorés dès la deuxième visite à 6 mois du début de l'étude. En revanche, aucune amélioration statistiquement significative n'a été retrouvée concernant les capacités d'inhibition, l'alogie, l'avolition, l'anhédonie et le retrait social.

Concernant l'anxiété, l'anxiété de fond n'a pas été augmentée comme nous en avons évoqué la possibilité, mais significativement diminuée. En revanche, l'anxiété état, lors de la passation des tests, n'a pas été significativement modifiée. Ainsi, cette dernière ne constitue pas de facteur confondant quant à l'interprétation des résultats des tests cognitifs. Enfin, les traitements psychotropes sont majoritairement restés stables, puisqu'ils ont été inchangés chez 12 patients. Parmi les 8 autres participants, 6 ont vu leur prescription de psychotropes augmenter, tandis qu'elle a été diminuée chez les 2 autres patients.

## **2. Limites**

Cette étude comporte plusieurs limites. D'une part, concernant l'objectif principal, l'évaluation du critère de jugement principal ne permet pas de distinguer les participants qui sont sortis de l'étude de ceux qui ont assisté à moins de 19 séances mais qui ont poursuivi le programme. Ainsi, il aurait été pertinent d'évaluer à quel moment les participants sont sortis d'étude et pour quelle raison. Ensuite, une étude pilote évalue la faisabilité : les résultats des tests cognitifs ne sont donc que des critères de jugements secondaires. Il est donc impossible de tirer des conclusions en ce qui concerne une éventuelle amélioration cognitive. De même, la petite taille de la population d'étude ne permet pas de conclure, ni de généraliser les résultats à l'ensemble de la population atteinte de schizophrénie. De plus, le sex-ratio de la population d'étude était de 1 femme pour 9 hommes, ce qui ne correspond pas au sex ratio de 1 pour 1,4 de la schizophrénie. En outre, les patients ayant participé à l'étude étaient tous suivis en hôpital de jour, ce qui n'est pas non plus représentatif de l'ensemble de la population vivant avec une schizophrénie.

D'autre part, la qualité de vie et le fonctionnement global n'ont pas été évalués. En ce sens, les résultats des tests cognitifs ne constituent que des variables intermédiaires. De même, le test sélectionné pour l'évaluation des symptômes cognitifs est un auto-questionnaire, ce qui est critiquable, notamment au vu du risque de biais de désirabilité sociale. Par ailleurs, concernant le programme de remédiation cognitive par l'enseignement musical, le fait qu'il s'agisse d'une méthode d'enseignement particulière, propre à l'enseignant, questionne sur la répliquabilité des résultats. En outre, il aurait été intéressant de comparer le groupe d'étude à un programme de remédiation cognitive n'utilisant pas la musique pour faire des hypothèses sur la spécificité de la pratique musicale sur les résultats cognitifs. Enfin, bien que la voix des participants ait été sollicitée tout au long des cours de musique, elle est absente des résultats de l'étude. Dans un objectif de recherche soulignant l'importance de l'expérience vécue, il semble que des données qualitatives auraient été de mise.

## **3. Perspectives**

Dans l'objectif d'approfondir ce domaine de recherche avec des résultats plus robustes, il serait intéressant de répliquer ce protocole sur un plus grand nombre de patients, dans un plus grand nombre de centres de soin et en recrutant des patients qui ne sont pas exclusivement suivis en hôpital de jour. Nous savons déjà que la remédiation cognitive est le gold standard pour le traitement des troubles cognitifs dans la schizophrénie. Ainsi, les prochaines études devraient comparer le groupe bénéficiant d'un enseignement musical à un groupe bénéficiant d'un programme de remédiation cognitive sans musique. De même, la qualité de vie et le fonctionnement social devraient également être pris en compte pour les recherches futures.

De plus, il serait pertinent d'observer à quel moment certains patients quittent le programme et pour quelles raisons. Par ailleurs, il conviendrait de protocoliser la méthode d'enseignement musical afin de pouvoir former d'autres enseignants et répliquer ce type de protocole. Cela permettrait de

s'assurer de l'absence d'effet centre lié à la conviction et à la personne de l'enseignant de musique qui a fondé la méthode.

Enfin, voici quelques exemples de retours qualitatifs informels de certains participants à l'étude (Tableau 33) :

Tableau 33 : Exemples de retours qualitatifs de participants à l'étude.

<p>« Je ne serai peut-être jamais un "grand musicien" mais je me sens déjà un "petit musicien" » « Je me surprends à chanter chez moi » « Je ressens différemment le rythme. Je me surprends aussi à chanter plus souvent » « Je me sens vraiment mieux avec les autres, en général » « J'ai pris confiance en moi » « J'ai été très assidu et j'en suis fier » « Je me sens bien en faisant de la musique » « Désormais, je me sens davantage acteur et plus seulement auditeur » « Ca m'a donné envie, j'ai commencé les cours de chant depuis »</p>
--

Ces retours sont précieux. En effet, le vécu des patients mériterait d'être analysé sur le plan qualitatif, afin que la voix des participants puisse être prise en compte pour les recherches futures. Ainsi, les personnes schizo-phrènes étant les premières concernées par les recherches sur la schizophrénie, il serait souhaitable qu'ils ait la possibilité d'être acteurs et de co-participer à ce domaine de recherche.

## Conclusion

D'une part, sur le plan théorique, le concept de cognition incarnée a pu mettre en lumière l'importance du corps dans les processus cognitifs. Ensuite, les données de la littérature nous ont permis de décrire plus précisément les contours de l'aspect corporel des troubles cognitifs associés à la schizophrénie mais également de la cognition musicale. Nous avons ainsi pu voir que les fonctions cognitives seraient désincarnées dans la schizophrénie et que, sur le plan théorique, la musique semblerait être un candidat solide pour réincarner ces cognitions. En effet, en engageant le corps, la pratique musicale sollicite de nombreuses fonctions cognitives qui pourraient être transférables à des activités non musicales. De plus, à travers ce corps, la pratique musicale impliquerait une interaction active avec l'environnement, déterminante pour le fonctionnement cognitif de tout individu, y compris celui des personnes schizophrènes. Enfin, nous avons pu décrire les effets de la musique, toujours en résonance avec le corps, sur le rapport au temps, les interactions sociales, les émotions ainsi que sur la mémoire.

D'autre part, sur le plan empirique, le projet de recherche a permis d'alimenter les données théorico-cliniques au sujet de l'approche incarnée des sciences cognitives concernant les personnes schizophrènes. Elle s'est traduite dans ce protocole par un programme d'enseignement musical rythmique et corporel, auquel l'adhésion modérée des patients en a confirmé la faisabilité. Par ailleurs, bien qu'ils ne permettent pas de conclure à ce jour, les résultats cognitifs ont été en faveur de l'utilisation de la musique comme outil de remédiation cognitive, notamment sur le plan attentionnel. Ainsi, la faisabilité et les résultats cognitifs encourageants de ce protocole de recherche justifient le déploiement d'études futures de plus grande ampleur et avec un nombre de patients suffisant pour répondre à la question de l'efficacité de la pratique musicale dans la prise en charge des troubles cognitifs associés à la schizophrénie.

Vu le président  
du jury le 9/10/23



le 11/10/2023

Vu et permis d'imprimer

Le Président de l'Université Toulouse III – Paul Sabatier  
Faculté de Santé  
Par délégation,  
La Doyenne-Directrice  
Du Département de Médecine, Maïeutique, Paramédical  
Professeure Odile RAUZY

Faculté de Santé  
La Doyenne-Directrice  
Du Département de Médecine, Maïeutique, Paramédical  
Professeure Odile RAUZY

# Annexes

## Annexe 1 : Plan d'une séance type

Voici le tableau proposé en début d'étude par Florent Cholat, l'enseignant en pédagogie musicale ayant participé à ce projet de recherche, représentant le plan d'une séance type dans le cadre de sa méthode d'enseignement « Diapason et Métronome » (*Annexe 1*).

Timing	Activités, exercices	Objectifs
0h00 => 0h05 (5')	<u>Accueil, bonjour, bienvenue</u> On se met en cercle, on se salue.	<i>Création d'un climat de cohésion, de confiance et de bienveillance.</i>
0h05 => 0h10 (5')	<u>Échauffement corporel et/ou vocal</u>	<i>Mettre les apprentis en forme et disponibilité pour la séance.</i>
0h10 => 0h25 (15')	<u>Séquence « Rythme »</u> Différents exercices sont proposés autour du rythme et du mouvement : pulsation, débit, sous-débit, monnayages, ostinato, mémorisation, percussions corporelles, <i>call &amp; response</i> , etc.	<i>Utilisation de l'acte rythmique pour se positionner dans différentes dimensions et mettre en place un comportement flexible et adapté au contexte, à toute situation nouvelle.</i>
0h25 => 0h40 (15')	<u>Séquence « Son »</u> Travail autour du son unique en tant que symbole de l'être dans son unicité. Ces exercices abordent aussi la question de prise de parole et de positionnement, ainsi que la relation à soi, notamment dans la recherche d'un « beau son ».	<i>Le son produit par la voix chantée ou par le corps frappé sont le signe d'un positionnement individuel n'impliquant pas la parole, dans le cadre d'une « communication musicale ».</i>
0h40 => 0h55 (15')	<u>Séquence « Harmonie »</u> Il est question ici de travailler le son, non plus dans son unicité, mais en tant qu'ingrédient d'un tout harmonique au sein duquel sa position singulière lui confère un rôle unique.	<i>La question du positionnement social est posée de façon implicite. Le sujet est amené à la fois à tenir son rôle, mais aussi à interagir avec l'ensemble du groupe.</i>
0h55 => 1h00 (5')	<u>Conclusion, au revoir</u> Apaisement après une heure intense sur le plan émotionnel. Éventuellement, échanges sur les ressentis, anticipation sur la séance suivante pour créer du lien et de la continuité.	<i>Synthèse, compte-rendu, passage (si possible) de l'expression purement musicale à la formulation verbale des ressentis et des émotions.</i>

*Annexe 1 : Plan d'une séance type.*



## Annexe 2 : Progression musicale attendue

Voici le tableau proposé en début d'étude par Florent Cholat, l'enseignant en pédagogie musicale ayant participé à ce projet de recherche, représentant ses objectifs en termes de progression musicale des apprentis dans le cadre de sa méthode d'enseignement « Diapason et Métronome » (*Annexe 2*). Ce tableau était à titre indicatif, il pouvait ainsi exister de légères variations d'une séance à l'autre.

	<i>Séances 1 à 6</i>	<i>Séances 6 à 12</i>	<i>Séances 12 à 18</i>	<i>Séances 18 à 24</i>
<b>Séquence « Rythme »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Installation de la pulsation, des notions de débit et sous-débit</li> <li>§ Initiation aux mouvances binaire et ternaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Maîtrise de la pulsation, des débit et sous-débit</li> <li>§ Consolidation des mouvances binaire et ternaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Maîtrise des mouvances binaire et ternaire</li> <li>§ Initiation aux temps non isochrones</li> <li>§ Ébauche de la polyrythmie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Approfondissement des temps non isochrones</li> <li>§ Approfondissement de la polyrythmie</li> </ul>
<b>Séquence « Son »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Travail du geste vocal</li> <li>§ Installation du son chanté</li> <li>§ Notion de justesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Travail du timbre personnel</li> <li>§ Notions de souffle et de phrase</li> <li>§ Travail sur l'ambitus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Travail sur l'identité sonore</li> <li>§ Utiliser le son chanté pour véhiculer des émotions</li> <li>§ Élargissement de l'ambitus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ On tend vers la véritable expression chantée en essayant de lier l'expression musicale à l'expression verbale</li> </ul>
<b>Séquence « Harmonie »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Installation des notions de polyphonie et d'harmonie</li> <li>§ Prise de conscience du positionnement d'un son dans une harmonie</li> <li>§ Installation des deux premiers ingrédients de l'harmonie : NF[2] et 5<sup>te</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Approfondissement de la 5<sup>te</sup></li> <li>§ Installation progressive de la couleur (3<sup>es</sup>)</li> <li>§ Approfondissement du ressenti en fonction du positionnement dans l'harmonie</li> <li>§ Identification à un rôle dans l'harmonie</li> <li>§ Initiation à la notion de discours (cycle des quintes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Approfondissement de la triade</li> <li>§ Installation progressive de la dissonance (7<sup>ème</sup>)</li> <li>§ Approfondissement de la notion de discours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>§ Approfondissement de la dissonance (7<sup>ème</sup>)</li> <li>§ Installation éventuelle de la surdissonance (9<sup>ème</sup>)</li> <li>§ Identification à un rôle dans le discours harmonique</li> </ul>

*Annexe 2 : Progression musicale attendue.*

NF : Note Fondamentale

### Annexe 3 : Grille d'évaluation pédagogique

Voici la Grille d'évaluation pédagogique ayant été utilisée par Florent Cholat, l'enseignant en pédagogie musicale ayant participé à ce projet de recherche, au regard des objectifs en termes de progression musicale mentionnés dans l'Annexe 2. Cette grille était un outil qu'il utilisait à visée pédagogique personnelle, afin d'adapter notamment les contenu des séances suivantes. Cette grille n'était donc pas destinée aux patients puisque, malgré l'exigence pédagogique durant les séances, l'objectif de l'étude n'était pas d'évaluer les capacités musicales des participants (*Annexe 3*).

Patient : .....		Date : ..... / ..... / .....				
Séquence	Objectifs	P.M	Pau	Moyen	Bon	Excellent
Accueil, Bonjour, Bienvenue	Aisance par rapport à soi-même					
	Aisance par rapport au groupe					
	Cohésion, confiance, bienveillance					
Echauffement corporel et/ou vocal	Préparation du corps					
	Préparation de la voix					
Séquence "Rythme"	Prendre une pulsation					
	Varié un tempo					
	Faire varier un tempo					
	Gestion du débit/sous-débit					
Séquence "Son"	Aisance du geste vocal parlé					
	Aisance du geste vocal chanté					
	Placement de la voix					
	Justesse					
Séquence "Harmonie"	Expression					
	Appropriation du son attribué					
	Propension à le garder dans une harmonie <small>1 (NF) / 3 (Structure) / 7 (Couleur) / 8 (Résonance) / 9 (Syntaxis/mince)</small>					
Conclusion, Au revoir	Ressenti/analyse du positionnement du son					
	Capacité de synthèse					
	Verbalisation des ressentis (émotions)					
Auto-évaluation du travail effectué						
<b>Synthèse générale :</b>						

Référent pédagogique :

Référent médical :

*Annexe 3 : Grille d'évaluation pédagogique*



## **Bibliographie**

1. Abe, D., Arai, M. & Itokawa, M. (2017). Music-evoked emotions in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 185, 144-147. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.12.013>
2. Adery, L. H. & Park, S. (2022). A pilot choral intervention in individuals with schizophrenia-spectrum conditions; Singing away loneliness. *PsyCh Journal*, 11(2), 227-231. <https://doi.org/10.1002/pchj.527>
3. Adolfs, F., Couto, B., Richter, F., Decety, J., Lopez, J., Sigman, M., Manes, F. & Ibáñez, A. (2017). Convergence of interoception, emotion, and social cognition : A twofold fMRI meta-analysis and lesion approach. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 88, 124-142. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.12.019>
4. Ahuja, S., Gupta, R. K., Damodharan, D., Philip, M., Venkatasubramanian, G., Keshavan, M. S. & Hegde, S. (2020). Effect of music listening on P300 event-related potential in patients with schizophrenia : A pilot study. *Schizophrenia Research*, 216, 85-96. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.12.026>
5. Alexopoulos, T. (2022). Deux décennies de recherche en cognition sociale incarnée. Avancées et perspectives. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 93-109). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
6. Altenmüller, E. (1989). Cortical DC-potentials as electrophysiological correlates of hemispheric dominance of higher cognitive functions. *The International Journal of Neuroscience*, 47(1-2), 1-14. <https://doi.org/10.3109/00207458908987413>
7. Altenmüller, E. (2004). Music in your Head. *Scientific American Sp*, 14, 24-31. <https://doi.org/10.1038/scientificamericanmind0104-24>
8. Altenmüller, E., Marco-Pallares, J., Münte, T. F. & Schneider, S. (2009). Neural Reorganization Underlies Improvement in Stroke-induced Motor Dysfunction by Music-supported Therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 395-405. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04580.x>
9. Altenmüller, E. (2001). How many music centers are in the brain? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 273-280. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05738.x>
10. Altenmüller, E. & Schlaug, G. (2013). Neurobiological Aspects of Neurologic Music Therapy. *Music and Medicine*, 5, 210-216. <https://doi.org/10.1177/1943862113505328>
11. Altenmüller, E. & Schlaug, G. (2015). Apollo's gift : New aspects of neurologic music therapy. *Progress in Brain Research*, 217, 237-252. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.029>
12. Altenmüller, E., Wiesendanger, M., Kesselring, J., Altenmüller, E., Wiesendanger, M. & Kesselring, J. (2006). *Music, Motor Control and the Brain*. Oxford, New-York: Oxford University Press.
13. Altman, R. A. E., Tan, E. J. & Rossell, S. L. (2023). Factors Impacting Access and Engagement of Cognitive Remediation Therapy for People with Schizophrenia : A Systematic Review. *Canadian Journal of Psychiatry*, 68(3), 139-151. <https://doi.org/10.1177/07067437221129073>
14. Ardizzi, M., Ambrosecchia, M., Buratta, L., Ferri, F., Peciccia, M., Donnari, S., Mazzeschi, C. & Gallese, V. (2016). Interoception and Positive Symptoms in Schizophrenia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(379). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2016.00379>

15. Arias, P. & Cudeiro, J. (2008). Effects of rhythmic sensory stimulation (auditory, visual) on gait in Parkinson's disease patients. *Experimental Brain Research*, 186(4), 589-601. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1263-y>
16. Avanzini, G., Lopez, L., Koelsch, S. & Majno, M. (2005). The Neurosciences and Music II : From Perception to Performance. *Annals of the New York Academy of Sciences*.
17. Bangert, M. & Altenmüller, E. (2003). Mapping perception to action in piano practice : A longitudinal DC-EEG study. *BMC Neuroscience*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-4-26>
18. Bangert, M. & Schlaug, G. (2006). Specialization of the specialized in features of external human brain morphology. *European Journal of Neuroscience*, 24(6), 1832-1834. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.05031.x>
19. Barsalou, L. W., Niedenthal, P. M., Barbey, A. K. & Ruppert, J. A. (2003). Social embodiment. In B. H. Ross (ed.), *The psychology of learning and motivation : Advances in research and theory, Vol. 43* (pp. 43-92). Cambridge: Academic Press.
20. Bergson, H. (1939). *Matière et mémoire : Essai sur la relation du corps à l'esprit* (F. Worms, Éd.; 9 éd). Paris: Presses universitaires de France.
21. Besada, J. L., Barthel-Calvet, A.-S. & Pagán Cánovas, C. (2021). Gearing Time Toward Musical Creativity : Conceptual Integration and Material Anchoring in Xenakis' Psappha. *Frontiers in Psychology*, 11, 611316. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.611316>
22. Bialystok, E. & DePape, A.-M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 565-574. <https://doi.org/10.1037/a0012735>
23. Bigand, E. (2013). *Le cerveau mélomane*. Paris: Belin.
24. Bimbenet, É. (2011). *Après Merleau-Ponty : Études sur la fécondité d'une pensée*. Paris: Vrin.
25. Biondo, J. (2023). Dance/movement therapy as a holistic approach to diminish health discrepancies and promote wellness for people with schizophrenia : A review of the literature. *F1000Research*, 12, 33. <https://doi.org/10.12688/f1000research.127377.2>
26. Bishop, L. (2018). Collaborative Musical Creativity : How Ensembles Coordinate Spontaneity. *Frontiers in Psychology*, 9, 1285. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01285>
27. Blood, A. J. & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(20), 11818-11823. <https://doi.org/10.1073/pnas.191355898>
28. Bourdieu, P. (1979). *La distinction : Critique sociale du jugement*. Paris: Éditions de Minuit.
29. Bozikas, V. P., Kosmidis, M. H., Anezoulaki, D., Giannakou, M., Andreou, C. & Karavatos, A. (2006). Impaired perception of affective prosody in schizophrenia. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 18(1), 81-85. <https://doi.org/10.1176/jnp.18.1.81>
30. Brickenkamp, R. (2015). *Le test d'attention concentré*. Paris: Hogrefe.
31. Bruineberg, J. & Rietveld, E. (2014). Self-organization, free energy minimization, and optimal grip on a field of affordances. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 599. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00599>
32. Brun, P. & Baran, R. (1984). Une acné mécanique méconnue : La dermite du cou des violonistes. In B. Cribier, M-A. Richard & P. Senet (eds.), *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 111(3), 241-245. Paris: Masson.

33. Brüne, M. (2005). "Theory of Mind" in Schizophrenia : A Review of the Literature. *Schizophrenia Bulletin*, 31(1), 21-42. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbi002>
34. Bullinger, A. (2004). *Le développement sensori-moteur de l'enfant et ses avatars : Un parcours de recherche*. Ramonville Saint-Agne: Éditions Érès.
35. Bunt, L. (1994). *Music Therapy : An Art Beyond Words*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203359716>
36. Butler, P. D., Silverstein, S. M. & Dakin, S. C. (2008). Visual Perception and Its Impairment in Schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 64(1), 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.03.023>
37. Cacioppo, J. T. & Hawkley, L. C. (2009). Perceived social isolation and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(10), 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.06.005>
38. Cambon, L., Minary, L., Ridde, V. & Alla, F. (2014). Un outil pour accompagner la transférabilité des interventions en promotion de la santé : ASTAIRE. *Santé Publique*, 26(6), 783-786. <https://doi.org/10.3917/spub.146.0783>
39. Candiotta, L. (2022). Les émotions dans la cognition 4E. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 139-150). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
40. Carpenter, W. T., Jr., Heinrichs, D. W. & Alphas, L. D. (1985). Treatment of Negative Symptoms. *Schizophrenia Bulletin*, 11(3), 440-452. <https://doi.org/10.1093/schbul/11.3.440>
41. Carroll-Phelan, B. & Hampson, P. J. (1996). Multiple Components of the Perception of Musical Sequences : A Cognitive Neuroscience Analysis and Some Implications for Auditory Imagery. *Music Perception*, 13(4), 517-561. <https://doi.org/10.2307/40285701>
42. Casas-Mas, A., Pozo, J. I. & Montero, I. (2022). Oral Tradition as Context for Learning Music From 4E Cognition Compared With Literacy Cultures. Case Studies of Flamenco Guitar Apprenticeship. *Frontiers in Psychology*, 13, 733615. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.733615>
43. Ceccato, E., P.A., C. & Lamonaca, D. (2006). Music Therapy and Cognitive Rehabilitation in Schizophrenic Patients : A Controlled Study. *Nordic Journal of Music Therapy*, 15, 110-120. <https://doi.org/10.1080/08098130609478158>
44. Charfi, N., Omri, S., Smaoui, N., Feki, R., Zouari, L., Ben Thabet, J., Maâlej Bouali, M. & Maâlej, M. (2021). Le maniement des psychotropes dans les maladies du système nerveux central. *L'Encéphale*, 47(5), 461-469. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2020.11.012>
45. Chen, J.L., Penhune, V.B. & Zatorre, R.J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral Cortex*, 18(12), 2844-2854. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn042>
46. Chen, Y.-H., Pizzoloto, F. & Cesari, P. (2013). Observing expertise-related actions leads to perfect time flow estimations. *PloS One*, 8(2), e55294. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055294>
47. Clark, A. & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, 58, 7-19. <https://doi.org/10.1093/analysis/58.1.7>
48. Colombetti, G. (2018). Enacting Affectivity. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 571-588). Oxford, New-York: Oxford University Press.
49. Cook, A. (2018). 4E Cognition and the Humanities. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 875-890). Oxford, New-York: Oxford University Press.

50. Coulson, S. & Lai, V. T. (2015). Editorial : The Metaphorical Brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 699. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00699>
51. Dary, Z. & Nakul, E. (2022). Le soi corporel en neurosciences. L'exemple de la localisation du soi. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 127-137). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
52. De Gelder, B. (2023). Social affordances, mirror neurons, and how to understand the social brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(3), 218-219. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.11.011>
53. De Haan, S. & Fuchs, T. (2010). The ghost in the machine : Disembodiment in schizophrenia--two case studies. *Psychopathology*, 43(5), 327-333. <https://doi.org/10.1159/000319402>
54. De Jaegher, H. (2009). Social understanding through direct perception? Yes, by interacting. *Consciousness and Cognition*, 18(2), 535-542. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.10.007>
55. De Jaegher, H. (2013). Embodiment and sense-making in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 7(15). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmint.2013.00015>
56. De Jaegher, H. (2018). The Intersubjective Turn. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 453-468). Oxford, New-York: Oxford University Press.
57. De Jaegher, H. & Di Paolo, E. (2007). Participatory sense-making. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 6(4), 485-507. <https://doi.org/10.1007/s11097-007-9076-9>
58. De Montalembert, M., Tordjman, S., Bonnot, O. & Coulon, N. (2015). Perception temporelle et schizophrénie : Approche phénoménologique et neuropsychologique. *L'Encéphale*, 41(4, Supplement 1), S56-S61. [https://doi.org/10.1016/S0013-7006\(15\)30008-7](https://doi.org/10.1016/S0013-7006(15)30008-7)
59. De Vignemont, F. (2018). The Extended Body Hypothesis: Referred Sensations from Tools to Peripersonal Space. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 389-404). Oxford, New-York: Oxford University Press.
60. De Witte, M., Orkibi, H., Zarate, R., Karkou, V., Sajjani, N., Malhotra, B., Ho, R. T. H., Kaimal, G., Baker, F. A. & Koch, S. C. (2021). From Therapeutic Factors to Mechanisms of Change in the Creative Arts Therapies : A Scoping Review. *Frontiers in Psychology*, 12, 678397. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.678397>
61. Delevoe-Turrell, Y., Wilquin, H. & Giersch, A. (2012). A ticking clock for the production of sequential actions : Where does the problem lie in schizophrenia? *Schizophrenia Research*, 135(1-3), 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2011.12.020>
62. DeLisi, L. E. (2001). Speech disorder in schizophrenia : Review of the literature and exploration of its relation to the uniquely human capacity for language. *Schizophrenia Bulletin*, 27(3), 481-496. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.schbul.a006889>
63. Dell'Anna, A., Fossataro, C., Burin, D., Bruno, V., Salatino, A., Garbarini, F., Pia, L., Ricci, R., Leman, M. & Berti, A. (2018). Entrainment beyond embodiment. *Neuropsychologia*, 119, 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.08.017>
64. DeNora, T. (2000). *Music in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
65. Descartes, R. (1641). *Méditations métaphysiques* (Nouv. éd.). Paris: Hatier.
66. Di Liberti, G. (2022). L'incarnation des formes symboliques chez Cassirer. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 57-73). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.

67. Di Liberti, G. & Léger, P. (2022). *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie*. Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
68. Di Paolo, E. & De Jaegher, H. (2012). The interactive brain hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(163).  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2012.00163>
69. Dotov, D., Bosnyak, D. & Trainor, L. J. (2021). Collective music listening : Movement energy is enhanced by groove and visual social cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74(6), 1037-1053. <https://doi.org/10.1177/1747021821991793>
70. Drake, C. & Palmer, C. (2000). Skill acquisition in music performance : Relations between planning and temporal control. *Cognition*, 74(1), 1-32. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00061-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00061-X)
71. Dupas, A. (2022). Cognition 6E... et 1A. Le rôle constitutif de l'art dans la compréhension de la cognition. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 179-191). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
72. Dutriaux, L. & Gyselinck, V. (2016). Cognition incarnée : Un point de vue sur les représentations spatiales. *L'Année psychologique*, 116(3), 419-465. <https://doi.org/10.3917/anpsy.163.0419>
73. Einarsson, A. & Ziemke, T. (2017). Exploring the Multi-Layered Affordances of Composing and Performing Interactive Music with Responsive Technologies. *Frontiers in Psychology*, 8, 1701. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01701>
74. Erhart, S. M., Marder, S. R. & Carpenter, W. T. (2006). Treatment of Schizophrenia Negative Symptoms : Future Prospects. *Schizophrenia Bulletin*, 32(2), 234-237. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbj055>
75. Ertekin Pinar, S. & Tel, H. (2019). The Effect of Music on Auditory Hallucination and Quality of Life in Schizophrenic Patients : A Randomised Controlled Trial. *Issues in Mental Health Nursing*, 40(1), 50-57.  
<https://doi.org/10.1080/01612840.2018.1463324>
76. Eslinger, P. J., Anders, S., Ballarini, T., Boutros, S., Krach, S., Mayer, A. V., Moll, J., Newton, T. L., Schroeter, M. L., de Oliveira-Souza, R., Raber, J., Sullivan, G. B., Swain, J. E., Lowe, L. & Zahn, R. (2021). The neuroscience of social feelings : Mechanisms of adaptive social functioning. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 128, 592-620.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.05.028>
77. Ferroni, F., Ardizzi, M., Magnani, F., Ferri, F., Langiulli, N., Rastelli, F., Lucarini, V., Giustozzi, F., Volpe, R., Marchesi, C., Tonna, M. & Gallese, V. (2022). Tool-use Extends Peripersonal Space Boundaries in Schizophrenic Patients. *Schizophrenia Bulletin*, 48(5), 1085-1093. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbac067>
78. Fischer, S. D. (1994). Book Review : Hand and mind : What gestures reveal about thought. By David McNeill. *Linguistic Society of America*, 70(2). <https://philpapers.org/rec/FISHAM>
79. Fiveash, A., Ferreri, L., Bouwer, F. L., Kösem, A., Moghimi, S., Ravnani, A., Keller, P. E. & Tillmann, B. (2023). Can rhythm-mediated reward boost learning, memory, and social connection? Perspectives for future research. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 149, 105153. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105153>
80. Franck, N. (2008). Remédiation cognitive dans la schizophrénie. *EMC - Psychiatrie*, 37, 820.  
[https://www.academia.edu/38097911/Rem%C3%A9diation\\_cognitive\\_dans\\_la\\_schizophr%C3%A9nie](https://www.academia.edu/38097911/Rem%C3%A9diation_cognitive_dans_la_schizophr%C3%A9nie)
81. Franck, N. (2011). Remédiation cognitive : Généralités et programmes existants. In A. Prouteau (ed.), *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie* (pp. 201-223). Paris: Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.prou.2011.01.0201>
82. Franck, N. (2011). Symptômes et troubles cognitifs. In A. Prouteau (ed.), *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie* (pp. 79-97). Paris: Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.prou.2011.01.0079>

83. Franck, N. (2014). De l'évaluation neuropsychologique à une remédiation cognitive ciblée. *European Psychiatry*, 29(S3), 592-592. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2014.09.318>
84. Franck, N. (2018). *Traité de réhabilitation psychosociale*. Elsevier Health Sciences.
85. Franck, N. & Demily, C. (2015). Améliorer le pronostic fonctionnel de la schizophrénie avec la remédiation cognitive. *La Presse Médicale*, 44(3), 292-297. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2014.06.031>
86. Frisch, S. (2014). How cognitive neuroscience could be more biological - And what it might learn from clinical neuropsychology. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(541). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2014.00541>
87. Friston, K. (2002). Beyond Phrenology : What Can Neuroimaging Tell Us About Distributed Circuitry? *Annual review of neuroscience*, 25, 221-250. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.25.112701.142846>
88. Friston, K. (2002). Bayesian estimation of dynamical systems : An application to fMRI. *NeuroImage*, 16(2), 513-530. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.1044>
89. Frith, C. D. (2015). *The Cognitive Neuropsychology of Schizophrenia* (Classic Edition). London: Psychology Press.
90. Froese, T. & Di Paolo, E. A. (2009). Sociality and the life–mind continuity thesis. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 8(4), 439-463. <https://doi.org/10.1007/s11097-009-9140-8>
91. Fuchs, T. (2005). Delusional mood and delusional perception - A phenomenological analysis. *Psychopathology*, 38(3), 133-139. <https://doi.org/10.1159/000085843>
92. Fuchs, T. & Koch, S. C. (2014). Embodied affectivity : On moving and being moved. *Frontiers in Psychology*, 5(508). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00508>
93. Fuchs, T. & Schlimme, J. E. (2009). Embodiment and psychopathology : A phenomenological perspective. *Current Opinion in Psychiatry*, 22(6), 570-575. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3283318e5c>
94. Galbusera, L., Finn, M. T. & Fuchs, T. (2018). Interactional synchrony and negative symptoms : An outcome study of body-oriented psychotherapy for schizophrenia. *Psychotherapy Research*, 28(3), 457-469. <https://doi.org/10.1080/10503307.2016.1216624>
95. Gallagher, S. (2008). Direct perception in the intersubjective context. *Consciousness and Cognition*, 17(2), 535-543. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.03.003>
96. Gardner, H. & Peytavin, J.-L. (1993). *Histoire de la révolution cognitive : La nouvelle science de l'esprit*. Paris: Payot.
97. Gassner, L., Geretsegger, M. & Mayer-Ferbas, J. (2022). Effectiveness of music therapy for autism spectrum disorder, dementia, depression, insomnia and schizophrenia : Update of systematic reviews. *European Journal of Public Health*, 32(1), 27-34. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab042>
98. Gauthier, J. & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State–Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 25(4), 559-578. <https://doi.org/10.1037/h0078881>
99. Gély-Nargeot, M.-C., Stéphane, R., Bayard, S., Capdevielle, D. & Boulenger, J.-P. (2009). Potentiel d'apprentissage et revalidation cognitive dans la schizophrénie. *L'Encéphale*, 35, 353-360.
100. Geretsegger, M., Mössler, K. A., Bieleninik, L., Chen, X.-J., Heldal, T. O. & Gold, C. (2017). Music therapy for people with schizophrenia and schizophrenia-like disorders. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5(5), CD004025. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004025.pub4>

101. Gerson, S. A., Schiavio, A., Timmers, R. & Hunnius, S. (2015). Active Drumming Experience Increases Infants' Sensitivity to Audiovisual Synchrony during Observed Drumming Actions. *Plos One*, *10*(6), e0130960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130960>
102. Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception* (Classic Edition). Boston: Houghton Mifflin.
103. Giordano, B. L., Egermann, H. & Bresin, R. (2014). The production and perception of emotionally expressive walking sounds : Similarities between musical performance and everyday motor activity. *Koe*, *9*(12), e115587. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115587>
104. Glicksohn, J. & Cohen, Y. (2000). Can music alleviate cognitive dysfunction in schizophrenia? *Psychopathology*, *33*(1), 43-47. <https://doi.org/10.1159/000029118>
105. Gold, C., Heldal, T. O., Dahle, T. & Wigram, T. (2005). Music therapy for schizophrenia or schizophrenia-like illnesses. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2*, CD004025. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004025.pub2>
106. Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. & Cook, S. (2001). Explaining Math : Gesturing Lightens the Load. *Psychological science*, *12*, 516-522. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00395>
107. Grammer, K., Kruck, K. B. & Magnusson, M. S. (1998). The Courtship Dance : Patterns of Nonverbal Synchronization in Opposite-Sex Encounters. *Journal of Nonverbal Behavior*, *22*(1), 3-29. <https://doi.org/10.1023/A:1022986608835>
108. Gratier, M. (2001). Harmonies entre mère et bébé. Accordage et contretemps. *Enfances & Psy*, *13*(1), 9-15. <https://doi.org/10.3917/ep.013.0009>
109. Green, M. F., Kern, R. S. & Heaton, R. K. (2004). Longitudinal studies of cognition and functional outcome in schizophrenia : Implications for MATRICS. *Schizophrenia Research*, *72*(1), 41-51. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2004.09.009>
110. Gröhn, C., Norgren, E. & Eriksson, L. (2022). A systematic review of the neural correlates of multisensory integration in schizophrenia. *Schizophrenia Research. Cognition*, *27*, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.scog.2021.100219>
111. Hagman, G. (2005). The musician and the creative process. *The Journal of the American Academy of Psychoanalysis and Dynamic Psychiatry*, *33*(1), 97-117. <https://doi.org/10.1521/jaap.33.1.97.65885>
112. Halpern, A. R. & Zatorre, R. J. (1999). When That 'Tune Runs Through Your Head : A PET Investigation of Auditory Imagery for Familiar Melodies. *Cerebral Cortex*, *9*(7), 697-704. <https://doi.org/10.1093/cercor/9.7.697>
113. Halwani, G., Loui, P., Rueber, T. & Schlaug, G. (2011). Effects of Practice and Experience on the Arcuate Fasciculus : Comparing Singers, Instrumentalists, and Non-Musicians. *Frontiers in Psychology*, *2*(156). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2011.00156>
114. Hannibal, N., Pedersen, I. N., Bertelsen, L. R., Nielsen, R. E. & Gold, C. (2023). Process-outcome relations in music therapy versus music listening for people with schizophrenia viewed through a mediational model : The role of the therapeutic alliance. *Frontiers in Psychiatry*, *14*, 1120003. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2023.1120003>
115. Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, H. & Ceballos-Baumann, A. O. (2005). Transmodal Sensorimotor Networks during Action Observation in Professional Pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(2), 282-293. <https://doi.org/10.1162/0898929053124893>
116. Haueisen, J. & Knösche, T. R. (2001). Involuntary Motor Activity in Pianists Evoked by Music Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *13*(6), 786-792. <https://doi.org/10.1162/08989290152541449>

117. Hauge, E. R., Berle, J. Ø., Oedegaard, K. J., Holsten, F. & Fasmer, O. B. (2011). Nonlinear analysis of motor activity shows differences between schizophrenia and depression : A study using Fourier analysis and sample entropy. *PLoS One*, *6*(1), e16291. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016291>
118. Haugeland, J. (1993). Mind embodied and embedded. In H. Yu-Houng & J. Ho (eds.), *Mind and Cognition : 1993 International Symposium* (pp. 233-267). Taipei: Academica Sinica.
119. Hillis, A. E. (2007). Aphasia : Progress in the last quarter of a century. *Neurology*, *69*(2), 200-213. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000265600.69385.6f>
120. Hirjak, D., Kubera, K. M., Thomann, P. A. & Wolf, R. C. (2018). Motor dysfunction as an intermediate phenotype across schizophrenia and other psychotic disorders : Progress and perspectives. *Schizophrenia Research*, *200*, 26-34. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2017.10.007>
121. Honda, S., Matsushita, K., Noda, Y., Tarumi, R., Nomiyama, N., Tsugawa, S., Nakajima, S., Mimura, M. & Fujii, S. (2023). Music rhythm perception and production relate to treatment response in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *252*, 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2022.12.040>
122. Horden, P. (2000). *Music as Medicine : The History of Music Therapy Since Antiquity*. Aldershot: Ashgate. <https://doi.org/10.4324/9781315090894>
123. Hove, M. J. & Keller, P. E. (2015). Impaired movement timing in neurological disorders : Rehabilitation and treatment strategies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1337*(1), 111-117. <https://doi.org/10.1111/nyas.12615>
124. Husserl, E. (1900-1901). *Recherches logiques, Prolegomènes à la logique pure* (5e éd., 4e tirage, Vol. 1). Paris: Presses univ. de France.
125. Isaacs, A. N., Brooks, H., Lawn, S., Mohammadi, L., Vicary, E. & Sutton, K. (2022). Effectiveness of personal recovery facilitators in adults with schizophrenia and other psychoses : A systematic review of reviews and narrative synthesis. *Schizophrenia Research*, *246*, 132-147. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2022.06.018>
126. Isabelinha, B., Cruz-Ferreira, A., Maximiano, J. & Almeida, G. (2023). Effects of body-oriented therapies on the negative symptoms in people with schizophrenia : A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *33*, 189-201. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.09.009>
127. Isabella, R. A. & Belsky, J. (1991). Interactional synchrony and the origins of infant-mother attachment : A replication study. *Child Development*, *62*(2), 373-384.
128. Ivanova, E., Panayotova, T., Grechenliev, I., Peshev, B., Kolchakova, P. & Milanova, V. (2022). A Complex Combination Therapy for a Complex Disease-Neuroimaging Evidence for the Effect of Music Therapy in Schizophrenia. *Frontiers in Psychiatry*, *13*, 795344. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.795344>
129. Iyer, V. (2002). Embodied Mind, Situated Cognition, and Expressive Microtiming in African-American Music. *Music Perception*, *19*(3), 387-414. <https://doi.org/10.1525/mp.2002.19.3.387>
130. Janata, P. & Grafton, S. T. (2003). Swinging in the brain : Shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music. *Nature Neuroscience*, *6*(7), 682-687. <https://doi.org/10.1038/nn1081>
131. Jeon, G.-S., Gang, M. & Oh, K. (2017). The Effectiveness of the Nanta-Program on Psychiatric Symptoms, Interpersonal Relationships, and Quality of Life in Forensic Inpatients with Schizophrenia. *Archives of Psychiatric Nursing*, *31*(1), 93-98. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2016.09.005>



132. Jia, R., Liang, D., Yu, J., Lu, G., Wang, Z., Wu, Z., Huang, H. & Chen, C. (2020). The effectiveness of adjunct music therapy for patients with schizophrenia : A meta-analysis. *Psychiatry Research*, 293, 113464. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113464>
133. Johnson, M. (2008). *The Meaning of the Body: Aesthetics of Human Understanding*. Chicago: University of Chicago Press. <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/M/bo5417890.html>
134. Johnson, M. (2018). The Embodiment of Language. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 623-640). Oxford, New-York: Oxford University Press.
135. Kahn, R. S., Sommer, I. E., Murray, R. M., Meyer-Lindenberg, A., Weinberger, D. R., Cannon, T. D., O'Donovan, M., Correll, C. U., Kane, J. M., van Os, J. & Insel, T. R. (2015). Schizophrenia. *Nature Reviews. Disease Primers*, 1, 15067. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.67>
136. Kawashima, R., Okuda, J., Umetsu, A., Sugiura, M., Inoue, K., Suzuki, K., Tabuchi, M., Tsukiura, T., Narayan, S. L., Nagasaka, T., Yanagawa, I., Fujii, T., Takahashi, S., Fukuda, H. & Yamadori, A. (2000). Human cerebellum plays an important role in memory-timed finger movement : An fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 83(2), 1079-1087. <https://doi.org/10.1152/jn.2000.83.2.1079>
137. Keebler, J. R., Wiltshire, T. J., Smith, D. C., Fiore, S. M. & Bedwell, J. S. (2014). Shifting the paradigm of music instruction : Implications of embodiment stemming from an augmented reality guitar learning system. *Frontiers in Psychology*, 5, 471. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00471>
138. Keefe, R. S. E. & Harvey, P. D. (2012). Cognitive impairment in schizophrenia. *Handbook of Experimental Pharmacology*, 213, 11-37. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-25758-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25758-2_2)
139. Kim, J. H. (2020). From the Body Image to the Body Schema, From the Proximal to the Distal : Embodied Musical Activity Toward Learning Instrumental Musical Skills. *Frontiers in Psychology*, 11, 101. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00101>
140. Kim, N.-G. & Effken, J. A. (2022). Disturbance of Ecological Self and Impairment of Affordance Perception. *Frontiers in Psychology*, 13, 925359. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.925359>
141. Kiverstein, J. (2018). Extended Cognition. In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 19-40). Oxford, New-York: Oxford University Press.
142. Klages, L. & Hanse, O. (2004). *La nature du rythme: pour comprendre la philosophie vitaliste allemande*. Paris: Budapest l'Harmattan.
143. Koelsch, S. (2009). A neuroscientific perspective on music therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 374-384. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04592.x>
144. Koelsch, S., Vuust, P. & Friston, K. (2019). Predictive Processes and the Peculiar Case of Music. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.10.006>
145. Kohn, L., Christiaens, W., Detraux, J., De Lepeleire, J., De Hert, M., Gillain, B., Delaunoy, B., Savoye, I., Mistiaen, P. & Jespers, V. (2021). Barriers to Somatic Health Care for Persons With Severe Mental Illness in Belgium : A Qualitative Study of Patients' and Healthcare Professionals' Perspectives. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 798530. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.798530>
146. Kosugi, N., Oshiyama, C., Kodama, N. & Niwa, S.-I. (2019). Incorporating music therapy into cognitive remediation to improve both cognitive dysfunction and negative symptoms in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 204, 423-424. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.08.012>

147. Kosugi, N., Oshiyama, C., Kodama, N. & Niwa, S.-I. (2021). Predictability of a favorable outcome in schizophrenia associated with positive effects of “music therapy incorporated into cognitive remediation”. *Schizophrenia Research*, 238, 52-53. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2021.09.015>
148. Kotz, S. (2011). Differential Input of the Supplementary Motor Area to a Dedicated Temporal Processing Network : Functional and Clinical Implications. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 5(86). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnint.2011.00086>
149. Krueger, J. W. (2011). Doing things with music. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 10(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11097-010-9152-4>
150. Kwon, M., Gang, M. & Oh, K. (2013). Effect of the Group Music Therapy on Brain Wave, Behavior, and Cognitive Function among Patients with Chronic Schizophrenia. *Asian Nursing Research*, 7(4), 168-174. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2013.09.005>
151. Lalanne, L., Assche, M., Wang, W. & Giersch, A. (2012). Looking forward : An impaired ability in patients with schizophrenia? *Neuropsychologia*, 50, 2736-2744. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.023>
152. Lalanne, L., van Assche, M. & Giersch, A. (2012). When Predictive Mechanisms Go Wrong : Disordered Visual Synchrony Thresholds in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 38(3), 506-513. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbq107>
153. Lancaster, G. A., Dodd, S. & Williamson, P. R. (2004). Design and analysis of pilot studies : Recommendations for good practice. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 10(2), 307-312. <https://doi.org/10.1111/j.2002.384.doc.x>
154. Larousse. (2020). Cognition. In *Larousse dictionnaires*.
155. Le Robert (2021). Musique. In *Le Robert dictionnaire*
156. Le Roy, V. (2011). Le problème de binding ou de l'intégration des informations dans la schizophrénie. In A. Prouteau (ed.), *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie* (pp. 21-54). Paris: Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.prou.2011.01.0021>
157. Lechevalier, B. (2019). *Le Plaisir de la musique : Une approche neuropsychologique*. Paris: Odile Jacob.
158. Lecourt, E. (2011). Les thérapies médiatisées, médiations artistiques. Musicothérapie. *Annales Medico-psychologiques*, 169(10), 685-689. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2011.10.011>
159. Lee, K. J. & Lee, K. (2020). Effect of Korean folk music intervention on schizophrenia inpatients' emotional behavior and interpersonal relationship functioning. *Archives of Psychiatric Nursing*, 34(3), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2020.02.002>
160. Léger, P. (2022). Aux origines de la cognition incarnée. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 75-90). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
161. Lemarquis, P. (2009). *Sérénade pour un cerveau musicien*. Paris: Jacob.
162. Li, M. G., Olsen, K. N., Davidson, J. W. & Thompson, W. F. (2023). Rich Intercultural Music Engagement Enhances Cultural Understanding : The Impact of Learning a Musical Instrument Outside of One's Lived Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1919. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031919>
163. Li, S. & Timmers, R. (2021). Teaching and Learning of Piano Timbre Through Teacher-Student Interactions in Lessons. *Frontiers in Psychology*, 12, 576056. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.576056>

164. Ligonnière, R. (1987). *Préhistoire et histoire des ordinateurs : Des origines du calcul aux premiers calculateurs électroniques*. Paris: R. Laffont.
165. Lim, I., van Wegen, E., de Goede, C., Deutekom, M., Nieuwboer, A., Willems, A., Jones, D., Rochester, L. & Kwakkel, G. (2005). Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease : A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 19(7), 695-713. <https://doi.org/10.1191/0269215505cr906oa>
166. Longevialle-Hénin, R., Bourdel, M.-C., Willard, D., Lôo, H., Olié, J.-P., Poirier, M.-F., Krebs, M.-O. & Amado, I. (2005). Traitement du contexte visuospatial chez des patients schizophrènes non traités – influence de la désorganisation. *L'Encéphale*, 31(3), 323-329. [https://doi.org/10.1016/S0013-7006\(05\)82397-8](https://doi.org/10.1016/S0013-7006(05)82397-8)
167. Mach, C., Morello, R. & Dollfus, S. (2015). The Self-report of Negative Symptoms (SNS) : Validity of a Self-assessment of Negative Symptoms in Patients with Schizophrenia. *European Psychiatry*, 30, 878. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(15\)30686-6](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(15)30686-6)
168. Maes, P.-J. (2016). Sensorimotor Grounding of Musical Embodiment and the Role of Prediction : A Review. *Frontiers in Psychology*, 7, 308. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00308>
169. Marder, S. R. (2006). The NIMH-MATRICES project for developing cognition-enhancing agents for schizophrenia. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 8(1), 109-113. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3181758/>
170. Marin, M. & Bhattacharya, J. (2013). Getting into the musical zone : Trait emotional intelligence and amount of practice predict flow in pianists. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00853>
171. Martin, B., Franck, N., Cermolacce, M., Falco, A., Benair, A., Etienne, E., Weibel, S., Coull, J. T. & Giersch, A. (2017). Fragile temporal prediction in patients with schizophrenia is related to minimal self disorders. *Scientific Reports*, 7(1), 8278. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07987-y>
172. Martin, B., Wittmann, M., Franck, N., Cermolacce, M., Berna, F. & Giersch, A. (2014). Temporal structure of consciousness and minimal self in schizophrenia. *Frontiers in Psychology*, 5, 1175. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01175>
173. Martin, L. A. L., Koch, S. C., Hirjak, D. & Fuchs, T. (2016). Overcoming Disembodiment : The Effect of Movement Therapy on Negative Symptoms in Schizophrenia-A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychology*, 7, 483. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00483>
174. Martin, L., Pohlmann, V., Koch, S. & Fuchs, T. (2016). Back into Life : Effects of embodied therapies on patients with schizophrenia. *European Psychotherapy*, 13.
175. Martin, L., Stein, K., Kubera, K., Troje, N. F. & Fuchs, T. (2022). Movement markers of schizophrenia : A detailed analysis of patients' gait patterns. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 272(7), 1347-1364. <https://doi.org/10.1007/s00406-022-01402-y>
176. Martin-Moratinos, M., Bella-Fernández, M. & Blasco-Fontecilla, H. (2023). Effects of Music on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Potential Application in Serious Video Games : Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e37742. <https://doi.org/10.2196/37742>
177. Matyja, J. & Schiavio, A. (2013). Enactive Music Cognition : Background and Research Themes. *Constructivist Foundations*, 8(3), 351-357.
178. McCann, T. V. & Clark, E. (2004). Embodiment of severe and enduring mental illness : Finding meaning in schizophrenia. *Issues in Mental Health Nursing*, 25(8), 783-798. <https://doi.org/10.1080/01612840490506365>
179. McDonald, R. (2012). *Music, health, and wellbeing*. Oxford: Oxford University Press.

180. McGurk, S. R., Twamley, E. W., Sitzer, D. I., McHugo, G. J. & Mueser, K. T. (2007). A meta-analysis of cognitive remediation in schizophrenia. *The American Journal of Psychiatry*, *164*(12), 1791-1802. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2007.07060906>
181. Medalia, A. & Choi, J. (2009). Cognitive remediation in schizophrenia. *Neuropsychology Review*, *19*(3), 353-364. <https://doi.org/10.1007/s11065-009-9097-y>
182. Meltzoff, A. N. & Moore, M. K. (1983). Newborn infants imitate adult facial gestures. *Child Development*, *54*(3), 702-709.
183. Merleau-Ponty, M. (1976). *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard.
184. Millman, L. S. M., Terhune, D. B., Hunter, E. C. M. & Orgs, G. (2021). Towards a neurocognitive approach to dance movement therapy for mental health : A systematic review. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, *28*(1), 24-38. <https://doi.org/10.1002/cpp.2490>
185. Mink, J. W. (1996). The basal ganglia : Focused selection and inhibition of competing motor programs. *Progress in Neurobiology*, *50*(4), 381-425. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(96\)00042-1](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(96)00042-1)
186. Mishara, A. L. & Fusar-Poli, P. (2013). The phenomenology and neurobiology of delusion formation during psychosis onset : Jaspers, Truman symptoms, and aberrant salience. *Schizophrenia Bulletin*, *39*(2), 278-286. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs155>
187. Moir, C. & Wolfe, C. (2022). Le corps matérialiste. In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 17-39). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
188. Monteiro, S. (2005). *The Study of Ethnomusicology : Thirty-One Issues and Concepts* (Nouv. Ed.). Champaign: University of Illinois Press. [https://www.academia.edu/4049835/Nettl\\_Bruno\\_The\\_Study\\_of\\_Ethnomusicology\\_Thirty\\_One\\_Issues\\_and\\_Concepts](https://www.academia.edu/4049835/Nettl_Bruno_The_Study_of_Ethnomusicology_Thirty_One_Issues_and_Concepts)
189. Morett, L. M. & Chang, L.-Y. (2015). Emphasising sound and meaning : Pitch gestures enhance Mandarin lexical tone acquisition. *Language, Cognition and Neuroscience*, *30*, 347-353. <https://doi.org/10.1080/23273798.2014.923105>
190. Morett, L. M., Feiler, J. B. & Getz, L. M. (2022). Elucidating the influences of embodiment and conceptual metaphor on lexical and non-speech tone learning. *Cognition*, *222*, 105014. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105014>
191. Mori, K. & Iwanaga, M. (2017). Two types of peak emotional responses to music : The psychophysiology of chills and tears. *Scientific Reports*, *7*(1). <https://doi.org/10.1038/srep46063>
192. Mössler, K., Chen, X., Heldal, T. O. & Gold, C. (2011). Music therapy for people with schizophrenia and schizophrenia-like disorders. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *12*, CD004025. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004025.pub3>
193. Moussard, A., Rochette, F. & Bigand, E. (2012). La musique comme outil de stimulation cognitive. *L'Année psychologique*, *112*(3), 499-542. <https://doi.org/10.3917/anpsy.123.0499>
194. Nadesalingam, N., Chapellier, V., Lefebvre, S., Pavlidou, A., Stegmayer, K., Alexaki, D., Gama, D. B., Maderthaner, L., von Känel, S., Wüthrich, F. & Walther, S. (2022). Motor abnormalities are associated with poor social and functional outcomes in schizophrenia. *Comprehensive Psychiatry*, *115*, 152307. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2022.152307>
195. Nakahara, H., Furuya, S., Francis, P. R. & Kinoshita, H. (2010). Psycho-physiological responses to expressive piano performance. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *75*(3), 268-276. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.12.008>

196. Nattiez, J.-J. (2004). *Musiques : Une encyclopédie pour le XXIe siècle* (Vol. 2). Paris: Actes Sud Cité de la musique.
197. Newen, A., Bruin, L. D. & Gallagher, S. (2018). *The Oxford Handbook of 4E Cognition*. Oxford, New-York: Oxford University Press.
198. Nombela, C., Hughes, L. E., Owen, A. M. & Grahn, J. A. (2013). Into the groove : Can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10, Part 2), 2564-2570. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.003>
199. Overy, K. (2003). Dyslexia and Music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 497-505. <https://doi.org/10.1196/annals.1284.060>
200. Overy, K. & Molnar-Szakacs, I. (2009). Being Together in Time : Musical Experience and the Mirror Neuron System. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 26(5), 489-504. <https://doi.org/10.1525/mp.2009.26.5.489>
201. Palluel, E., Aspell, J. E. & Blanke, O. (2011). Leg muscle vibration modulates bodily self-consciousness : Integration of proprioceptive, visual, and tactile signals. *Journal of Neurophysiology*, 105(5), 2239-2247. <https://doi.org/10.1152/jn.00744.2010>
202. Paquin, K., Wilson, A. L., Cellard, C., Lecomte, T. & Potvin, S. (2014). A systematic review on improving cognition in schizophrenia : Which is the more commonly used type of training, practice or strategy learning? *BMC Psychiatry*, 14(1), 139. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-139>
203. Parncutt, R. (2007). Systematic Musicology and the History and Future of Western Musical Scholarship. *Journal of interdisciplinary music studies*, 1, 1-32.
204. Parsons, L. M. (2001). Exploring the Functional Neuroanatomy of Music Performance, Perception, and Comprehension. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 211-231. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05735.x>
205. Péneau, E. & Franck, N. (2015). Remédiation cognitive dans la schizophrénie et les troubles apparentés en pratique quotidienne. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 173(300), 14-18. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2015.02.002>
206. Pessoa, L. (2013). *The cognitive-emotional brain : From interactions to integration*. Cambridge: The MIT Press.
207. Peyroux, É., Gaudelus, B. & Franck, N. (2013). Remédiation cognitive des troubles de la cognition sociale dans la schizophrénie. *L'Évolution Psychiatrique*, 78(1), 71-95. <https://doi.org/10.1016/j.evopsy.2013.01.003>
208. Phillips-Silver, J. & Trainor, L. J. (2005). Feeling the Beat : Movement Influences Infant Rhythm Perception. *Science*, 308(5727), 1430-1430. <https://doi.org/10.1126/science.1110922>
209. Picton, T. W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology: Official Publication of the American Electroencephalographic Society*, 9(4), 456-479. <https://doi.org/10.1097/00004691-199210000-00002>
210. Pierre, T. (2013). *Les antipsychotiques : Les médicaments psychotropes*. Paris: Lavoisier.
211. Pioch, A., Spreen, M. & Bokern, H. (2021). Music therapy for negative symptoms in patients with schizophrenia : Five systemic N-of-1 trials in a high-security psychiatric hospital. *Tijdschrift Voor Psychiatrie*, 63(6), 412-418.
212. Plassard, P. (2018). *Remédiation cognitive dans la schizophrénie par la pratique musicale : Un outil de réhabilitation psychosociale ?* Thèse de médecine spécialité clinique. Université Toulouse Paul Sabatier.
213. Posada, A., Franck, N., Georgieff, N. & Jeannerod, M. (2001). Anticipating incoming events : An impaired cognitive process in schizophrenia. *Cognition*, 81(3), 209-226. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(01\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(01)00133-0)

214. Powell, M., Olsen, K. N. & Thompson, W. F. (2023). Music, Pleasure, and Meaning : The Hedonic and Eudaimonic Motivations for Music (HEMM) Scale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5157. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065157>
215. Priebe, S., Savill, M., Wykes, T., Bentall, R. P., Reininghaus, U., Lauber, C., Bremner, S., Eldridge, S. & Röhrich, F. (2016). Effectiveness of group body psychotherapy for negative symptoms of schizophrenia : Multicentre randomised controlled trial. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, 209(1), 54-61. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.171397>
216. Prouteau, A. (2011). Le bilan cognitif dans la schizophrénie : spécificités. In A. Prouteau (ed.), *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie* (pp. 101-133). Paris: Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.prou.2011.01.0099>
217. Prouteau, A. & Verdoux, H. (2018). Les relations entre cognition et handicap psychique dans la schizophrénie. In A. Prouteau (ed.), *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie* (pp. 135-169). Paris: Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.prou.2011.01.0135>
218. Pylyshyn, Z. W. (1989). *Computation and cognition : Toward a foundation for cognitive science* (5<sup>e</sup> Ed.). Cambridge: MIT Press.
219. Reybrouck, M. (2005). A Biosemiotic and Ecological Approach to Music Cognition : Event Perception Between Auditory Listening and Cognitive Economy. *Axiomathes*, 15(2), 229-266. <https://doi.org/10.1007/s10516-004-6679-4>
220. Reybrouck, M. (2006). Music cognition and the bodily approach : Musical instruments as tools for musical semantics. *Contemporary Music Review*, 25(1-2), 59-68. <https://doi.org/10.1080/07494460600647451>
221. Rodger, M. W. M., Craig, C. M. & O'Modhrain, S. (2012). Expertise is perceived from both sound and body movement in musical performance. *Human Movement Science*, 31(5), 1137-1150. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.02.012>
222. Rodrigues, A. C., Loureiro, M. A. & Caramelli, P. (2013). Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. *Brain and Cognition*, 82(3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.04.009>
223. Röhrich, F. (2009). Body oriented psychotherapy. The state of the art in empirical research and evidence-based practice : A clinical perspective. *Body, Movement and Dance in Psychotherapy*, 4(2), 135-156. <https://doi.org/10.1080/17432970902857263>
224. Röhrich, F. & Priebe, S. (2006). Effect of body-oriented psychological therapy on negative symptoms in schizophrenia : A randomized controlled trial. *Psychological Medicine*, 36(5), 669-678. <https://doi.org/10.1017/S0033291706007161>
225. Rojo, N., Amengual, J., Juncadella, M., Rubio, F., Camara, E., Marco-Pallares, J., Schneider, S., Veciana, M., Montero, J., Mohammadi, B., Altenmüller, E., Grau, C., Münte, T. F. & Rodriguez-Fornells, A. (2011). Music-Supported Therapy induces plasticity in the sensorimotor cortex in chronic stroke : A single-case study using multimodal imaging (fMRI-TMS). *Brain Injury*, 25(7-8), 787-793. <https://doi.org/10.3109/02699052.2011.576305>
226. Román-Caballero, R., Arnedo, M., Triviño, M. & Lupiáñez, J. (2018). Musical practice as an enhancer of cognitive function in healthy aging - A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 13(11), e0207957. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207957>
227. Rossetti, I., Romano, D., Florio, V., Doria, S., Nisticò, V., Conca, A., Mencacci, C. & Maravita, A. (2020). Defective Embodiment of Alien Hand Uncovers Altered Sensorimotor Integration in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 46(2), 294-302. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbz050>
228. Roth, W. T. & Cannon, E. H. (1972). Some Features of the Auditory Evoked Response in Schizophrenics. *Archives of General Psychiatry*, 27(4), 466-471. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1972.01750280034007>
229. Rowlands, M. (2010). *The new science of the mind : From extended mind to embodied phenomenology*. Cambridge: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262014557.001.0001>

230. Rudolph, A., Liepelt, R., Kaffes, M., Hofmann-Shen, C., Montag, C. & Neuhaus, A. H. (2022). Motor cognition in schizophrenia : Control of automatic imitation and mapping of action context are reduced. *Schizophrenia Research*, 240, 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2021.12.024>
231. Saegusa, R., Metta, G., Sandini, G. & Sakka, S. (2009). Active motor babbling for sensorimotor learning. *2008 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*. <https://doi.org/10.1109/ROBIO.2009.4913101>
232. Saless, R. N., Casties, J.-F., Capdevielle, D. & Raffard, S. (2021). Socio-Motor Improvement in Schizophrenia : A Case-Control Study in a Sample of Stable Patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 676242. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.676242>
233. Samuel, A. D. T. & Sengupta, P. (2005). Sensorimotor Integration : Locating Locomotion in Neural Circuits. *Current Biology*, 15(9), R341-R343. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.04.021>
234. Sánchez, C. & Moskalewicz, M. (2022). Kinesthesia and Temporal Experience : On the ‘Knitting and Unknitting’ Process of Bodily Subjectivity in Schizophrenia. *Diagnostics*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112720>
235. Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Erkkilä, J., Laine, M., Peretz, I. & Hietanen, M. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(3), 866-876. <https://doi.org/10.1093/brain/awn013>
236. Sass, L. & Parnas, J. (2003). Schizophrenia, Consciousness, and the Self. *Schizophrenia bulletin*, 29, 427-444. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.schbul.a007017>
237. Savla, G. N., Vella, L., Armstrong, C. C., Penn, D. L. & Twamley, E. W. (2013). Deficits in domains of social cognition in schizophrenia : A meta-analysis of the empirical evidence. *Schizophrenia Bulletin*, 39(5), 979-992. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs080>
238. Schäfer, T., Fachner, J. & Smukalla, M. (2013). Changes in the representation of space and time while listening to music. *Frontiers in Psychology*, 4, 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00508>
239. Schellenberg, E. G. & Weiss, M. W. (2012). Music and Cognitive Abilities. In D. Deutsch (ed.), *The Psychology of Music* (3rd Ed.) (pp. 499-550). San Diego: Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381460-9.00012-2>
240. Schiavio, A. (2014). Action, Enaction, Inter(en)ation. *Empirical Musicology Review*, 9, 254-262. <https://doi.org/10.18061/emr.v9i3-4.4440>
241. Schiavio, A. & Altenmüller, E. (2015). Exploring Music-Based Rehabilitation for Parkinsonism through Embodied Cognitive Science. *Frontiers in Neurology*, 6, 217. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00217>
242. Schiavio, A. & Benedek, M. (2020). Dimensions of Musical Creativity. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 578932. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.578932>
243. Schiavio, A. & Cummins, F. (2015). An inter(en)active approach to musical agency and learning. In R. Timmers, N. Dibben, Z. Eitan, R. Granot, T. Metcalfe, A. Schiavio & V. Williamson (eds.), *Conference: ICMEM, Sheffield 2015. Proceedings of the International Conference On the Multimodal Experience of Music*. Sheffield: The Digital Humanities Institute.
244. Schiavio, A., Gesbert, V., Reybrouck, M., Hauw, D. & Parncutt, R. (2019). Optimizing Performative Skills in Social Interaction : Insights From Embodied Cognition, Music Education, and Sport Psychology. *Frontiers in Psychology*, 10, 1542. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01542>
245. Schiavio, A. & Höffding, S. (2015). Playing together without communicating? A pre-reflective and enactive account of joint musical performance. *Musicae Scientiae*, 19(4), 366-388.

246. Schiavio, A., Menin, D. & Matyja, J. (2014). Music in the flesh : Embodied simulation in musical understanding. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 24(4), 340-343. <https://doi.org/10.1037/pmu0000052>
247. Schiavio, A., van der Schyff, D., Biasutti, M., Moran, N. & Parncutt, R. (2019). Instrumental Technique, Expressivity, and Communication. A Qualitative Study on Learning Music in Individual and Collective Settings. *Frontiers in Psychology*, 10, 737. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00737>
248. Schneider, S., Münte, T., Rodriguez-Fornells, A., Sailer, M. & Altenmüller, E. (2010). Music-Supported Training is More Efficient than Functional Motor Training for Recovery of Fine Motor Skills in Stroke Patients. *Music Perception*, 27(4), 271-280. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.27.4.271>
249. Schneider, S., Schönle, P. W., Altenmüller, E. & Münte, T. F. (2007). Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *Journal of Neurology*, 254(10), 1339-1346. <https://doi.org/10.1007/s00415-006-0523-2>
250. Schön, D. (2013). *Pratique musicale et plasticité cérébrale*. Paris: Belin.
251. Schulze, T., Hahn, E., Hahne, I., Bergmann, N., Fuchs, L. M., Mähler, F., Zierhut, M. M., Ta, T. M. T., Pijnenborg, G. H. M. & Böge, K. (2021). Yoga-Based Group Intervention for In-patients With Schizophrenia Spectrum Disorders - A Qualitative Approach. *Frontiers in Psychiatry*, 12(715670). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.715670>
252. Sevos, J., Grosselin, A., Brouillet, D., Pellet, J. & Massoubre, C. (2016). Is there any Influence of Variations in Context on Object-Affordance Effects in Schizophrenia? Perception of Property and Goals of Action. *Frontiers in Psychology*, 7, 1551. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01551>
253. Sevos, J., Grosselin, A., Fedotova, T. & Massoubre, C. (2016). Behavioral predispositions to approach or avoid emotional words in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 241, 195-200. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.04.112>
254. Shagan, S., Shagan, D., Shagan, B., Fiszdon, J. M., Thime, W., Haber, L. C., Pearson, G. D. & Choi, J. (2018). How Music Impacts Visual Attention Training in Schizophrenia : A Pilot Study. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 206(12), 968-970. <https://doi.org/10.1097/NMD.0000000000000911>
255. Shih, Y.-N., Chu, K.-H. & Wu, C.-C. (2020). The effects of background music tempo on the work attention performance of workers with schizophrenia. *Work (Reading, Mass.)*, 66(1), 119-123. <https://doi.org/10.3233/WOR-203156>
256. Silverman, M. J. (2003). The influence of music on the symptoms of psychosis : A meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 40(1), 27-40. <https://doi.org/10.1093/jmt/40.1.27>
257. Smith, E. & Semin, G. (2007). Situated Social Cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 16(3), 132-135. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00490.x>
258. Smith, L. B. & Thelen, E. (1994). *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*. Cambridge: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2524.001.0001>
259. Spielberg, C. D. (1983). *State-Trait Anxiety Inventory for Adults* (2<sup>nd</sup> Ed.). Palo Alto: Consulting Psychologists Press. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F106496-000>
260. Stanghellini, G. (2009). Embodiment and schizophrenia. *World Psychiatry: Official Journal of the World Psychiatric Association (WPA)*, 8(1), 56-59. <https://doi.org/10.1002/j.2051-5545.2009.tb00212.x>
261. Stewart, J., Gapenne, O. & Di Paolo, E. A. (2010). *Enaction : Toward a New Paradigm for Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press. <https://philpapers.org/rec/STEETA-4>



262. Taranto, P. (2022). Une théorie empiriste de l'embodiment? In G. Di Liberti & P. Léger (eds.), *La cognition incarnée : Un programme de recherche entre philosophie et psychologie* (pp. 41-56). Sesto San Giovanni: Éditions Mimésis.
263. Tarr, B., Launay, J. & Dunbar, R. I. M. (2014). Music and social bonding : « self-other » merging and neurohormonal mechanisms. *Frontiers in Psychology*, 5, 1096. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01096>
264. Tervaniemi, M., Castaneda, A., Knoll, M. & Uther, M. (2006). Sound processing in amateur musicians and nonmusicians : Event-related potential and behavioral indices. *Neuroreport*, 17, 1225-1228. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000230510.55596.8b>
265. Thaut, M. H. (2013). *Rhythm, Music, and the Brain : Scientific Foundations and Clinical Applications* (1<sup>re</sup> éd.). London: Routledge. <https://www.perlego.com/book/1602640/rhythm-music-and-the-brain-scientific-foundations-and-clinical-applications-pdf>
266. Thaut, M. H. (2003). Neural Basis of Rhythmic Timing Networks in the Human Brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 364-373. <https://doi.org/10.1196/annals.1284.044>
267. Thaut, M. H. & Abiru, M. (2010). Rhythmic Auditory Stimulation in Rehabilitation of Movement Disorders : A Review Of Current Research. *Music Perception*, 27(4), 263-269. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.27.4.263>
268. Thaut, M. H., Peterson, D. A. & McIntosh, G. C. (2005). Temporal entrainment of cognitive functions : Musical mnemonics induce brain plasticity and oscillatory synchrony in neural networks underlying memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 243-254. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.017>
269. Thayer Gaston, E. (1968). *Music in therapy*. London: Macmillan.
270. Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C. & Smith, L. (2001). The dynamics of embodiment : A field theory of infant perservative reaching. *The Behavioral and brain sciences*, 24, 1-34. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003910>
271. Thoenes, S. & Oberfeld, D. (2017). Meta-analysis of time perception and temporal processing in schizophrenia : Differential effects on precision and accuracy. *Clinical Psychology Review*, 54, 44-64. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2017.03.007>
272. Tichko, P., Kim, J. C. & Large, E. W. (2022). A Dynamical, Radically Embodied, and Ecological Theory of Rhythm Development. *Frontiers in Psychology*, 13, 653696. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.653696>
273. Tonna, M., Lucarini, V., Borrelli, D. F., Parmigiani, S. & Marchesi, C. (2023). Disembodiment and Language in Schizophrenia : An Integrated Psychopathological and Evolutionary Perspective. *Kim*, 49(1), 161-171. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbac146>
274. Torregrossa, L. J., Blain, S. D., Snodgrass, M. A. & Park, S. (2023). Multidimensional schizotypy and embodied emotions. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2023.1141799>
275. Torregrossa, L. J., Snodgrass, M. A., Hong, S. J., Nichols, H. S., Glerean, E., Nummenmaa, L. & Park, S. (2019). Anomalous Bodily Maps of Emotions in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 45(5), 1060-1067. <https://doi.org/10.1093/schbul/sby179>
276. Trevarthen, C. (2002). Autism, sympathy of motives and music therapy. *Enfance*, 54(1), 86-99. <https://doi.org/10.3917/enf.541.0086>
277. Tschacher, W., Giersch, A. & Friston, K. (2017). Embodiment and Schizophrenia : A Review of Implications and Applications. *Schizophrenia Bulletin*, 43(4), 745-753. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbw220>
278. Tschacher, W., Rees, G. M. & Ramseyer, F. (2014). Nonverbal synchrony and affect in dyadic interactions. *Frontiers in Psychology*, 5(1323). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.01323>

279. Turgeon, M., Giersch, A., Delevoe-Turrell, Y. & Wing, A. M. (2012). Impaired predictive timing with spared time interval production in individual with schizophrenia. *Psychiatry Research*, *197*(1-2), 13-18.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.03.003>
280. Uhlhaas, P. J. & Silverstein, S. M. (2005). Perceptual organization in schizophrenia spectrum disorders : Empirical research and theoretical implications. *Psychological Bulletin*, *131*(4), 618-632. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.4.618>
281. van der Merwe, L., Joubert, D. & Tempelhoff, J. W. (2023). From suffering towards communal well-being : Experiences of a Dalcroze-inspired workshop for a community in crisis. *Frontiers in Psychology*, *14*(1176691).  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2023.1176691>
282. van der Schyff, D., Schiavio, A., Walton, A., Velardo, V. & Chemero, A. (2018). Musical creativity and the embodied mind : Exploring the possibilities of 4E cognition and dynamical systems theory. *Music & Science*, *1*, 2059204318792319.  
<https://doi.org/10.1177/2059204318792319>
283. Varela, F. J. (1991). L'énaction : Cognition incarnée. In F. J. Varela, E. Thompson & E. Rosch (eds.), *The Embodied Mind : Cognitive science and human experience* (Revised Edition) (pp. 251-302). Cambridge: MIT Press.
284. Varela, F. J., Thompson, E. & Rosch, E. (1991). *The embodied mind : Cognitive science and human experience* (Revised Ed.). Cambridge: MIT Press.
285. Varela, F. J., Thompson, E., Rosch, E. & Havelange, V. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine*. Paris: Éditions du Seuil.
286. Veerman, S. R. T., Schulte, P. F. J. & de Haan, L. (2017). Treatment for Negative Symptoms in Schizophrenia : A Comprehensive Review. *Drugs*, *77*(13), 1423-1459. <https://doi.org/10.1007/s40265-017-0789-y>
287. Vita, A., Barlati, S., Ceraso, A., Deste, G., Nibbio, G. & Wykes, T. (2023). Acceptability of cognitive remediation for schizophrenia : A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychological Medicine*, *53*(8), 3661-3671.  
<https://doi.org/10.1017/S0033291722000319>
288. Walton, A. E., Richardson, M. J., Langland-Hassan, P. & Chemero, A. (2015). Improvisation and the self-organization of multiple musical bodies. *Frontiers in Psychology*, *6*(313). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.00313>
289. Walton, A. E., Washburn, A., Langland-Hassan, P., Chemero, A., Kloos, H. & Richardson, M. J. (2018). Creating Time : Social Collaboration in Music Improvisation. *Topics in Cognitive Science*, *10*(1), 95-119. <https://doi.org/10.1111/tops.12306>
290. Wang, S. & Agius, M. (2018). The use of Music Therapy in the treatment of Mental Illness and the enhancement of Societal Wellbeing. *Psychiatria Danubina*, *30*(Suppl 7), 595-600.
291. Waters, B., Sousa, L., Orrell, M. & McDermott, O. (2022). Analysing the use of music to facilitate social interaction in care home residents with dementia : Narrative synthesis systematic review. *Dementia (London, England)*, *21*(6), 2072-2094.  
<https://doi.org/10.1177/14713012221100625>
292. Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, *20*(2), 158-177.  
<https://doi.org/10.1037/h0074428>
293. Weber, A. & Vosgerau, G. (2018). Critical Note: Brain-Body-Environment Couplings. What Do they Teach us about Cognition? In A. Newen, L. D. Bruin & S. Gallagher (eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (pp. 405-416). Oxford, New-York: Oxford University Press.
294. Wiener, M., Lohoff, F. W. & Coslett, H. B. (2011). Double Dissociation of Dopamine Genes and Timing in Humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(10), 2811-2821. <https://doi.org/10.1162/jocn.2011.21626>

295. Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636.  
<https://doi.org/10.3758/BF03196322>
296. Witusik, A. & Pietras, T. (2019). Music therapy as a complementary form of therapy for mental disorders. *Polski Merkurusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 47(282), 240-243.
297. Wykes, T., Huddy, V., Cellard, C., McGurk, S. R. & Czobor, P. (2011). A meta-analysis of cognitive remediation for schizophrenia : Methodology and effect sizes. *The American Journal of Psychiatry*, 168(5), 472-485.  
<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.10060855>
298. Yang, M., He, H., Duan, M., Chen, X., Chang, X., Lai, Y., Li, J., Liu, T., Luo, C. & Yao, D. (2018). The Effects of Music Intervention on Functional Connectivity Strength of the Brain in Schizophrenia. *Neural Plasticity*, 2018, 2821832.  
<https://doi.org/10.1155/2018/2821832>
299. Yao, B. & Thakkar, K. (2022). Interoception abnormalities in schizophrenia : A review of preliminary evidence and an integration with Bayesian accounts of psychosis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 132, 757-773.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.11.016>
300. Yao, Y., He, H., Duan, M., Li, S., Li, C., Chen, X., Yao, G., Chang, X., Shu, H., Wang, H. & Luo, C. (2020). The Effects of Music Intervention on Pallidum-DMN Circuit of Schizophrenia. *Ima*, 2020, 4107065.  
<https://doi.org/10.1155/2020/4107065>
301. Zakay, D. & Block, R. A. (1997). Temporal Cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6(1), 12-16.  
<https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512604>
302. Zakowicz, P., Skibińska, M. & Pawlak, J. (2022). Disembodied Language in Early-Onset Schizophrenia. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 888844. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.888844>
303. Zator, K. & Katz, A. N. (2017). The language used in describing autobiographical memories prompted by life period visually presented verbal cues, event-specific visually presented verbal cues and short musical clips of popular music. *Memory (Hove, England)*, 25(6), 831-844. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1224353>
304. Zhou, T., Li, Y., Liu, H., Zhou, S. & Wang, T. (2022). N400 Indexing the Motion Concept Shared by Music and Words. *Frontiers in Psychology*, 13, 888226. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.888226>

**APPRENTISSAGE MUSICAL COMME REMÉDIATION COGNITIVE  
DANS LES SCHIZOPHRÉNIES.  
D'UNE THÉORIE INCARNÉE DE LA COGNITION À UNE RECHERCHE EMPIRIQUE.**

---

RÉSUMÉ EN FRANÇAIS :

**Contexte** : Les troubles cognitifs rencontrés dans le cadre de la schizophrénie ont un impact majeur sur la qualité de vie des patients. La musique, elle, pourrait constituer un outil de remédiation cognitive pertinent. Nous faisons l'hypothèse que l'engagement corporel constitue le substrat de l'effet cognitif de la musique dans ce cadre. A la lumière du concept théorique de cognition incarnée, nous proposons une hypothèse explicative de la façon dont la pratique musicale pourrait favoriser une amélioration cognitive chez les patients schizophrènes. Ensuite, nous proposons une étude pilote évaluant la faisabilité d'un programme de remédiation cognitive par un apprentissage musical rythmique; vocal et corporel pour des patients schizophrènes.

**Méthode** : Des séances hebdomadaires d'apprentissage musical corporel, vocal et rythmique ont été proposées à 2 groupes de 10 patients atteints de schizophrénie. Le critère de jugement principal était la proportion de patients ayant assisté à 80% des 24 sessions, soit 19 séances. Les critères de jugement secondaires étaient l'évolution des capacités attentionnelles (D2R), des capacités d'inhibition (Go no Go), des symptômes négatifs (SNS), de l'anxiété (STAI-Y) et des traitements psychotropes, à l'issue du programme d'apprentissage musical et 3 mois après.

**Résultats** : 55% des patients ont assisté à 19 séances d'apprentissage musical ou plus. Une amélioration statistiquement significative des capacités attentionnelles, du score total des symptômes négatifs, de l'émoussement affectif et de l'anxiété trait a été retrouvée. En revanche, aucune amélioration significative des capacités d'inhibition et des autres symptômes négatifs n'a été retrouvée.

**Conclusion** : La cognition incarnée nous éclaire sur le rôle fondamental du corps dans les processus cognitifs sollicités par la musique et ceux altérés dans la schizophrénie. Selon notre étude empirique, l'apprentissage musical pourrait permettre une amélioration des capacités attentionnelles et de certains symptômes négatifs. Ces données nécessitent des études de plus grande ampleur avant de pouvoir conclure à une telle efficacité de la pratique musicale dans la schizophrénie.

---

TITRE EN ANGLAIS : Musical learning as cognitive remediation in schizophrenia. From an embodied theory of cognition to empirical research.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

MOTS-CLÉS : schizophrénie, musique, cognition, incarnée, étendue, enchâssée, énaïve, corps, pratique musicale, attention, remédiation cognitive, cognition sociale, apprentissage musical, rythme, synchronie interactionnelle, accordage rythmique, affordances.

---

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier  
Faculté de Santé de Toulouse  
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

---

Directeur de thèse : Dr Tudi GOZE

Co-directeur de thèse : Dr Etienne BALLY